

SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



AL PÚBLICO EN GENERAL

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

DIRECCIÓN GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

**Discovery Management
S.A.P.I de C.V.**

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B-REGIONAL
“PARQUE EOLICO KABIL”**

PREPARADO POR:

VERA & ASOCIADOS
DERECHO • AMBIENTE • COMUNIDAD

**DOCUMENTO TECNICO UNIFICADO
MODALIDAD REGIONAL, TIPO B (DTU-BR)**

**PROYECTO:
“PARQUE EOLICO KABIL”**

**CAPITULO I: DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y
DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO ÚNIFICADO**

PROMOVENTE:

DISCOVERY MANAGEMENT S.A.P.I DE C.V.

CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO	3
I.1.- DATOS GENERALES DEL PROYECTO	3
I.1.1.- Nombre del proyecto	3
I.1.2.- Ubicación del proyecto	3
I.1.3.- Duración del proyecto	4
I.2.- DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE	4
I.2.1.- Nombre o razón social	4
I.2.2.- Registro Federal de Contribuyentes	4
I.2.3.- Datos del representante legal	4
I.2.4.- Dirección del promovente para oír y recibir notificaciones	4
I.3.- RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO	4
I.3.1.- Nombre del responsable técnico del documento unificado en materia de impacto ambiental.....	4
I.3.2.- Registro Federal de Contribuyentes o CURP	5
I.3.3.- Dirección del responsable técnico del Documento Técnico Unificado (DTU).....	5
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	5

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

I.1.- DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1.1.- Nombre del proyecto

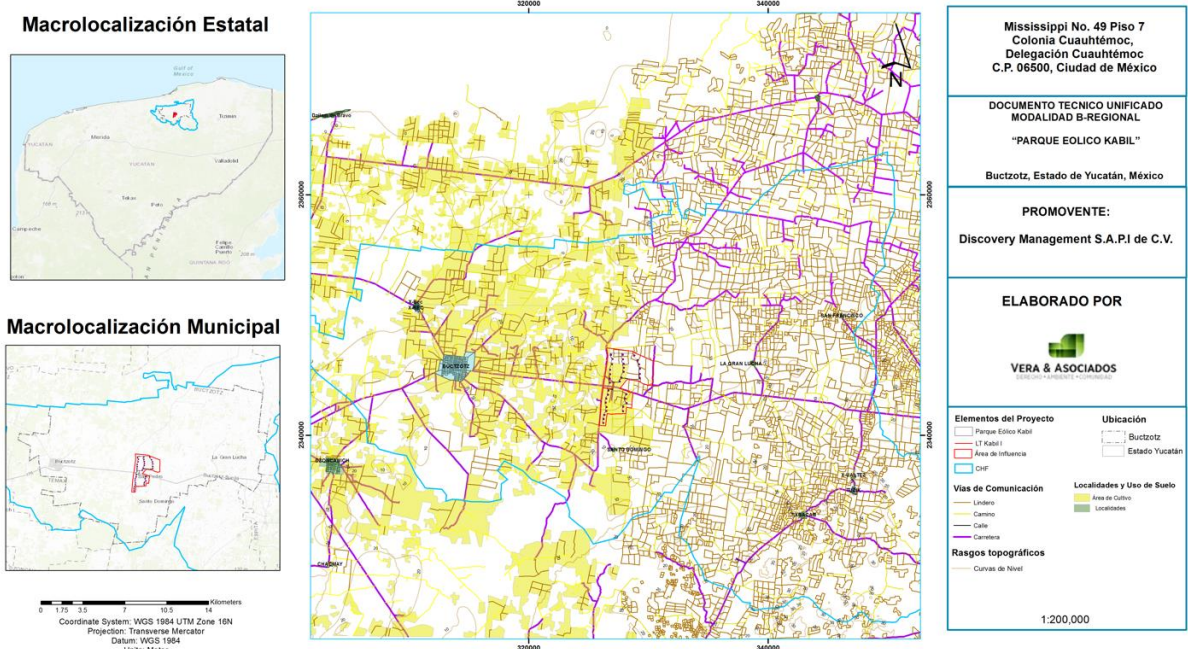
El proyecto se ha denominado **"Parque Eólico Kabil"**, cuyo objetivo es utilizar de manera confiable, la disponibilidad de recursos eólicos para la generación de energía eléctrica en la zona noroeste de la Península de Yucatán, cuya generación será destinada para venta a la Comisión Federal de Electricidad.

El proyecto surge en primera instancia en respuesta a la necesidad, de generar formas de energía alterna a partir de fuentes renovables, de bajo impacto ambiental y que no impliquen la emisión de contaminantes a la atmósfera; y como una oportunidad de desarrollo económico para el estado de Yucatán.

I.1.2.- Ubicación del proyecto

El proyecto se ubica sobre la carretera 176 Buctzotz-Sucila en el kilómetro 106, en el municipio de Buctzotz en el estado de Yucatán, con una **capacidad de generación total de 68 MW mediante 34 aerogeneradores**, en una superficie de 16,033,077.58 m² (1,603.3077 has). El predio del proyecto se encuentra a 13.8 kilómetros de la comunidad de Buctzotz de este a oeste de la carretera 176 Buctzotz-Sucila.

Figura I.1. Ubicación del proyecto



[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

I.3.2.- Registro Federal de Contribuyentes o CURP

[REDACTED] en la sección de anexos denominado Documentación Legal, se incluye una copia simple para su consulta.

I.3.3.- Dirección del responsable técnico del Documento Técnico Unificado, Tipo B, Modalidad Regional (DTU-BR)

Avenida Presidente Masaryk número 61, piso 14-B, Colonia Chapultepec Morales, Delegación Miguel Hidalgo, C.P. 11570, Ciudad de México.

Teléfono (55) 5545-7200.

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

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

Registro forestal: Cédula fechada el 30 de junio de 2008, integrada al Libro Distrito Federal, Tipo UI, Personas Físicas Prestadoras de **Servicios Técnicos Forestales – Inscripciones, Volumen 2, Número 16, página 16.**

La copia de inscripción al Registro Forestal Nacional y Cédula Profesional se presenta la sección de anexos denominado Documentación Legal.

Declaramos bajo protesta de decir verdad, que la información contenida en el Documento Técnico Unificado, Modalidad Regional, tipo B, para el Proyecto: “Parque Eólico Kabil” y sus anexos; es verídica, y en ellos se han incorporado las mejores técnicas y metodologías existentes, así como la información y medidas de prevención y mitigación más efectivas, asumiendo por tanto la responsabilidad del contenido de la misma.

En virtud de lo que antecede, aceptamos que en caso de encontrar falsedad en la información proporcionada, esa Secretaría proceda a aplicar las sanciones correspondientes.

Se manifiesta que una vez que se autorice el CUSTF, el responsable de la ejecución del cambio de uso de suelo forestal será el que suscribe. No obstante, si durante la ejecución del Proyecto se designa a otra persona como responsable técnico se notificará a la Autoridad competente en tiempo y forma.

ATENTAMENTE

[Redacted signature]

[Redacted signature]

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

MODALIDAD B- REGIONAL

“PARQUE EÓLICO KABIL”

CAPITULO II: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

ELABORADO POR:

DISCOVERY MANAGEMENT S.A.P.I DE C.V.

Tabla de contenido

II.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	5
II.1.- Información general del proyecto	5
II.1.1.- Naturaleza del proyecto.....	6
II.1.2.- Objetivo del proyecto	7
II.1.3.- Ubicación física.....	10
II.1.4.- Inversión requerida	12
II.2.- Características particulares del proyecto.....	13
II.2.1.- Programa de trabajo.....	32
II.2.2.- Representación gráfica regional	36
II.2.3.- Representación gráfica local	36
II.2.4.- Preparación del sitio y construcción	37
II.2.4.1.- Preparación del sitio	37
II.2.4.1.1.- Trazo y nivelación de vialidades, plataformas y aerogeneradores	37
II.2.4.1.2.- Instalación de las obras provisionales.....	37
II.2.4.1.3.- Desmonte de vialidades y aerogeneradores	38
II.2.4.1.4.- Despalse de plataformas y aerogeneradores.....	38
II.2.4.1.5.- Corte, relleno y compactado	39
II.2.4.2.- Construcción.....	39
II.2.4.2.1.- Construcción de caminos de acceso al parque	39
II.2.4.2.2.- Excavación, habilitado de acero y colado de cimentaciones de torres	42
II.2.4.2.3.- Ensamblado y colocación de torres.....	44
II.2.4.2.3.1.- Características y tipo de aerogeneradores	44
II.2.4.2.3.2.- Montaje de aerogeneradores	48
II.2.4.2.4.- Excavación, nivelación en zanjas de media tensión	50
II.2.4.2.5.- Construcción de las subestaciones.....	53
II.2.4.2.6.- Utilización de maquinaria y equipo	54

II.2.4.2.7.- Personal utilizado	55
II.2.4.2.8.- Requerimientos de energía eléctrica (origen de la fuente de suministro, potencia y voltaje).....	57
II.2.4.2.9.- Requerimientos de combustible	57
II.2.4.2.10.- Requerimientos de agua.....	57
II.2.5.- Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo	58
II.2.5.1.- Forma y tamaño de las unidades de muestreo.....	58
II.2.5.2.- Intensidad de muestreo	61
II.2.5.3.- Comprobación estadística del tamaño de la muestra.....	61
II.2.5.4.- Variables levantadas	66
II.2.5.5.- Equipo utilizado	67
II.2.5.6.- Análisis de la información	67
II.2.5.7.- Formulas utilizadas	67
II.2.5.7.1.- Área basal por especie	67
II.2.5.7.2.- Volumen por especie	68
II.2.5.7.3.- Volumen muestreado por especie	68
II.2.5.7.4.- Coeficiente Mórfico	68
II.2.5.8.- Existencias reales de las materias primas forestales no maderables.....	74
II.2.5.9.- Destino final de los productos resultantes	74
II.2.6.- Estimación económica de los recursos biológicos del área sujeta al cambio de uso de suelo	74
II.2.6.1.- Recursos Biológicos Forestales Maderables	75
II.2.6.2.- Recursos Biológicos no forestales.....	78
II.2.6.3.- Servicios ambientales	79
II.2.6.3.1.- Captura de carbono	79
II.2.6.3.2.- Valor por conservación de la biodiversidad	79
II.2.6.3.3.- Valor de los servicios ambientales hidrológicos	80
II.2.6.3.4.- Valor económico de la fauna	81

II.2.7.- Operación y mantenimiento	84
II.2.7.1.- Operación.....	84
II.2.7.2.- Mantenimiento.....	85
Mantenimiento correctivo.	86
Mantenimiento predictivo.	87
Programas de monitoreo.....	87
Posibles accidentes y planes de emergencia	87
II.2.8.- Cierre y desmantelamiento de las instalaciones	88
II.2.8.1.- Desmantelamiento y retiro de la infraestructura	89
II.2.8.2.- Revegetación del predio	90
II.2.9.- Residuos.....	90
II.2.10.- Emisiones y descargas.....	91
Generación de aguas residuales.....	92
Generación de Ruido	92

II.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1.- Información general del proyecto

En 2008 se inició el proceso para la transición energética hacia fuentes de generación más limpias que a su vez permitan reducir la dependencia de los hidrocarburos. Con el desarrollo de distintas políticas se ha alcanzado a 2012 una capacidad instalada de generación con energías renovables de 14,252 (MW), considerando la capacidad destinada al servicio público y el autoabastecimiento local y remoto, lo cual representa 25.32 % de la capacidad instalada total.

De acuerdo con el Escenario de Planeación descrito en la Prospectiva de Energías Renovables 2013 –2027, se estima que en el año 2027 la capacidad de generación instalada con energías renovables se habrá incrementado en 8,462 MW.

De esta capacidad adicional, 4,656 MW corresponderán a proyectos hidroeléctricos, 3,519 MW a proyectos eólicos, además de 287 MW en esquemas de generación distribuida (de los cuales 180 MW corresponderán a geotermia, 57 MW a pequeñas centrales hidroeléctricas, 36 MW a solar fotovoltaico y 14 MW con solar de concentración).

El objetivo del proyecto "**Parque Eólico Kabil**", es utilizar de manera confiable, la disponibilidad de recursos eólicos para la generación de energía eléctrica en la zona noroeste de la Península de Yucatán.

La central funcionará bajo el régimen legal de Pequeña Producción de Energía Eléctrica establecida en la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su Reglamento, y la energía eléctrica generada será destinada a su venta a la Comisión Federal de Electricidad, sin embargo con la reforma energética en el año 2014, el proyecto "**Parque Eólico Kabil**" se adaptado y migrado a los esquemas establecidos en la misma.

El proyecto "**Parque Eólico Kabil**" consiste en la construcción y operación de un parque eólico, la cual prevé la instalación de 34 aerogeneradores 2.0 a 2.2 MW 50/60Hz o similar de una potencia unitaria de 2,000-2,200 KW, la cual tendrá una potencia total de 68 MW instalados.

La producción anual bruta estimada es del orden de los 238,440 MWh, basada en las mediciones previas realizadas en la zona de instalación del proyecto "**Parque Eólico Kabil**".

Se trata de un proyecto nuevo que se localiza en terrenos pertenecientes a los municipios de Buctzotz, en el Estado de Yucatán (México). Los terrenos donde se pretenden realizar la instalación se encuentran sobre la carretera 176 Buctzotz-Sucila, Km 106.

El proyecto "**Parque Eólico Kabil**" surge en primera instancia en respuesta a la necesidad, de generar formas de energía alterna a partir de fuentes renovables, de bajo impacto ambiental y que no impliquen la emisión de contaminantes a la atmósfera; y como una oportunidad de desarrollo económico para el estado de Yucatán, que será una fuente de recursos económicos producidos para los municipios participantes que supondrá esta central, motivado tanto por la inversión (con los impuestos que conlleva), como por las subcontrataciones que se realizarán en la zona.

Además, los aerogeneradores planteados para esta instalación son de un nivel tecnológico muy avanzado lo que permitirá incrementar el reconocimiento de la zona.

Las empresas encargadas de realizar el Proyecto "**Parque Eólico Kabil**", y de la explotación de las instalaciones es **DISCOVERY MANAGEMENT** la cual se responsabilizará de la operación, mantenimiento, y desarrollo tecnológico de la central eólica, y asegurará la financiación de las inversiones requeridas tanto para la instalación, como para el mantenimiento y desarrollo del mismo.

El Proyecto "**Parque Eólico Kabil**", cuidará al máximo las afecciones medioambientales, tal y como se puede apreciar a lo largo del desarrollo de la presente evaluación de impacto.

Es importante resaltar la importante fuente de recursos económicos producidos para los municipios que supondrá esta central, motivado tanto por la inversión (con los impuestos que conlleva), como por las subcontrataciones que se realizarán en la zona. Las instalaciones previstas, además de ser de un elevado nivel técnico, permitirán un constante desarrollo tecnológico de la zona de instalación gracias a la constante actividad de desarrollo que se producirá en los mismos. El citado desarrollo constituirá una fuente adicional de recursos para el municipio, al plantearse la utilización de sectores productivos ya existentes en la zona.

II.1.1.- Naturaleza del proyecto

El proyecto "**Parque Eólico Kabil**", consiste en un conjunto de obras y actividades de conformidad a lo señalado en el artículo 28, fracción II de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

(LGEEPA) y el artículo 5° inciso K, fracción I y II del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, al conformarse de:

- Un parque de eólico para la generación de **68 MW con 34 aerogeneradores**,
- Dos subestaciones elevadoras,
- Un sistema de recolección y transmisión de energía eléctrica de 34.5 kV subterráneo,
- Interconexión a subestación eléctrica Santo Domingo, y
- Una línea de interconexión de 115 kV entre las subestaciones elevadoras y las subestación eléctrica Santo Domingo.

Asimismo el proyecto "**Parque Eólico Kabil**" requiere del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) de una superficie **de 10.34 has**, de conformidad a lo establecido en el artículo 28 de la LGEEPA, fracción VII y artículo 5° inciso O, fracción I; así como los artículos 117 y 118 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable; artículos 120 y 121 de su reglamento.

Por lo anterior el proyecto "**Parque Eólico Kabil**" se somete a evaluación y correspondiente autorización a través del procedimiento del Documento Técnico Unificado en su modalidad B-Regional ante la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental con fundamento a lo establecido en el **Acuerdo** por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la SEMARNAT las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan, publicado en el Diario Oficial de la Federación(DOF), el 22 de diciembre de 2010.

II.1.2.- Objetivo del proyecto

Dada la importancia de la conservación y protección medioambiental, el primer paso dado de cara al proceso de selección de la zona de ubicación de la central eólica y también para la ubicación definitiva de las instalaciones, fue la realización de un estudio de restricciones medioambientales, de forma que queden excluidas zonas en las que la afección generada pudiera ser perjudicial para el medio ambiente.

Las condiciones eólicas de la zona donde se pretende realizar el proyecto, unidas a los accesos, situación de las redes de conexión de electricidad, y a que las condiciones ambientales muestran un elevado

potencial eólico, han motivado que se haya elegido este emplazamiento para iniciar la construcción de las instalaciones.

Este es un lugar que presenta condiciones de viento muy favorables para la instalación de una central eólica. **La velocidad media del viento es aproximadamente de 7 m/s** en muchas de las zonas del proyecto "**Parque Eólico Kabil**" y presenta accesos que, pueden permitir el paso de los transportes de los aerogeneradores y equipos complementarios a la zona de implantación.

La zona está muy próxima a una buena opción de interconexión en la Línea de Transmisión 115 kV entre la carretera federal 176 Buctzotz-Sucila y Santo Domingo.

Otra razón muy importante es el escaso impacto que el proyecto "**Parque Eólico Kabil**" tiene sobre el medio ambiente, ya que la zona ocupada tiene una vegetación secundaria derivada de selva mediana subcaducifolia y en donde se observa diferentes actividades entre las que se mencionan: abrevaderos, encierros, pastoreo de ganado vacuno y ovino principalmente.

La instalación de los aerogeneradores debe alterar dichas actividades lo menos posible ya que después de su instalación únicamente se efectuarán campañas de mantenimiento periódicas.

De esta forma se estudiaron los factores de la zona de implantación de la central, siendo analizados los siguientes factores:

Viento

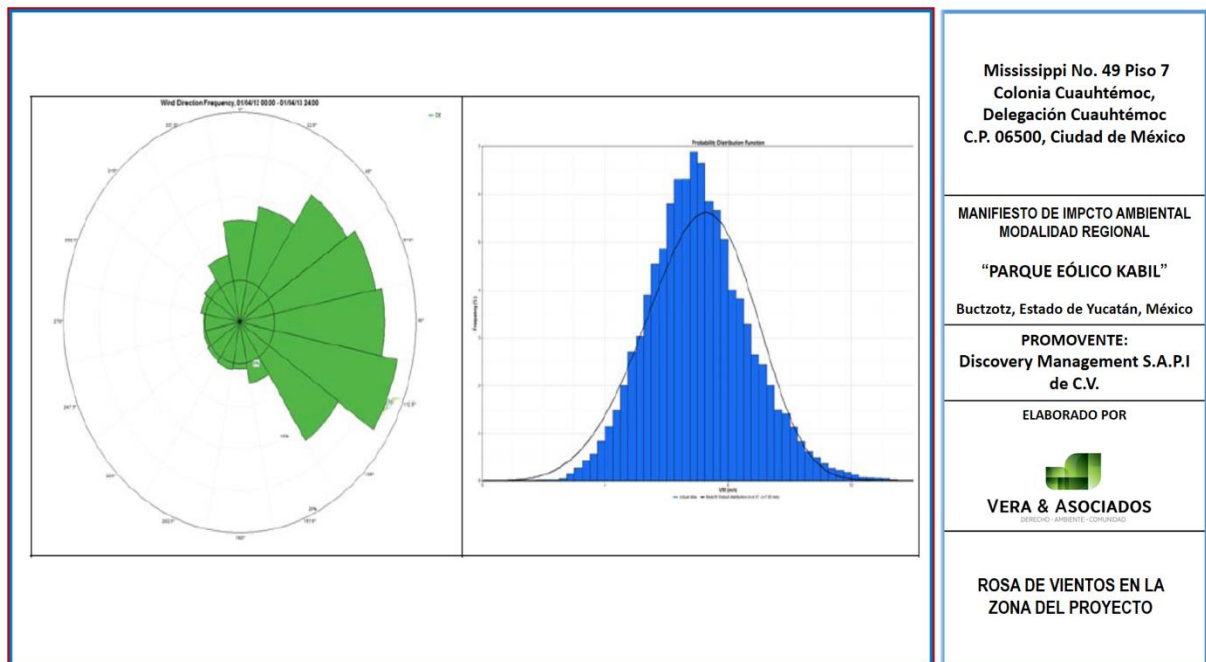
Tras la realización de diversas campañas de medición de velocidades de viento realizadas se ha localizado en la zona a que se refiere el presente proyecto "**Parque Eólico Kabil**", un lugar que presenta condiciones de viento muy favorables para la instalación del proyecto "**Parque Eólico Kabil**".

La potencia real en la central se calcula para la densidad del aire a 100 metros de altitud (altura media de la central), y para una temperatura media anual estimada de 26.1^o C. Con estas condiciones, la densidad del aire es de 1.16 Kg/m³.

En la zona de interés para la implantación del proyecto "**Parque Eólico Kabil**", se realizó una reconstrucción del viento para estimar las velocidades medias, densidades de potencia y producciones previstas de forma global. Con esta distribución, se realizó posteriormente una estimación máquina a máquina en la que se tomó en cuenta las sombras que arrojan los aerogeneradores entre ellos y los

efectos de estelas entre ellos que hacen que los aerogeneradores dentro del proyecto "Parque Eólico Kabil" presenten producciones inferiores a las que se obtendrían de considerar cada uno de ellos aislado. Por lo que con el análisis de esto se obtuvo como resultado una velocidad media del viento próxima a los 7 m/s en muchas de las zonas del proyecto "Parque Eólico Kabil", tal como se muestra en la rosa de los vientos de la figura II.1.

Figura II.1. Rosa de vientos en la zona del proyecto



Zonas Protegidas (Todos los espacios naturales protegidos a nivel nacional, estatal y local).

Se tuvieron en cuenta los espacios naturales de la zona donde se pretende desarrollar el proyecto, quedando estos excluidos de las zonas de ubicación de la central. Del mismo modo se hizo con las zonas incluidas en el catálogo de humedales no encontrándose alguno en la pretendida ubicación.

Recurso Eólico

Se ha tenido en cuenta el potencial eólico de la zona a la hora de diseñar la central eólica de forma que se optimice la producción y minimicen las pérdidas, utilizando para esto el valor de las velocidades medias anuales a 81 metros de altura, obtenidos a partir de las campañas de medición efectuadas. Una vez

analizados estos factores, se proyectaron las instalaciones de forma que las afecciones medioambientales sean mínimas.

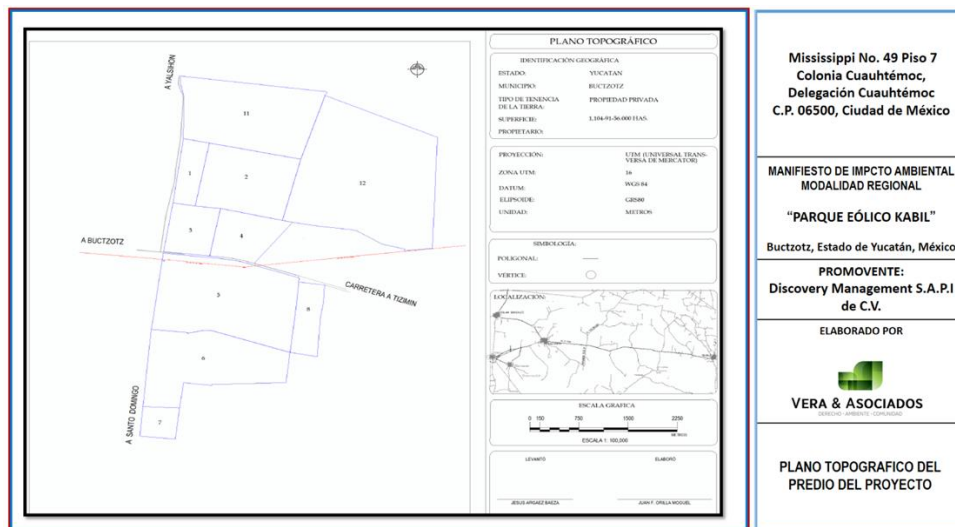
Distancias entre aerogeneradores de la central eólica

Otro criterio a cumplir es el de distancia entre aerogeneradores de la central eólica. Los aerogeneradores de cada parque eólico deberán guardar una distancia mínima entre ellos de 3 diámetros de rotor en las direcciones Norte-Sur, y una distancia mínima de 5 diámetros de rotor en las direcciones Este-Oeste. A los efectos de la determinación de esta dirección, se tendrá en cuenta la línea recta que une los distintos aerogeneradores de la central eólica, utilizando un sistema de coordenadas cartesianas con el norte orientado en el eje +y.

II.1.3.- Ubicación física

El proyecto "Parque Eólico Kabil" se encuentra dentro una superficie de 16,033,077.58 m² (1,603.3077 has), constituido por 10 predios por la carretera federal 176 Buctzotz-Sucila y Santo Domingo-Ayalsihon, tal como se muestra en la figura II.2.

Figura II.2. Número de predios de la superficie total del proyecto



Las coordenadas del polígono del proyecto "Parque Eólico Kabil" que lo constituyen los 10 predios se muestra a continuación:

Tabla II.1 Coordenadas del predio del proyecto

Coordenadas UTM WGS84 Z16					
Vertice	X	Y	Vertice	X	Y
1	326502.55	2347268.01	26	328635.89	2342933.22
2	326501.09	2347130.15	27	328682.96	2343224.5
3	326554.3	2346898.3	28	328701.21	2343528.11
4	326543.97	2346148.39	29	328308.03	2343581.04
5	326385.7	2344997.7	30	328311.0477	2343655.644
6	326306.8998	2344518.19	31	327879.91	2343798.39
7	326242.39	2344125.64	32	327601.5665	2343891.209
8	326236.03	2344096.93	33	327621.76	2343916.25
9	326221.77	2343974.79	34	327856.9	2344207.84
10	326256.57	2343970	35	328143.85	2344568.01
11	326252.8	2343952.6	36	328208.22	2344652.16
12	326217.92	2343957.1	37	328400.8247	2344619.235
13	326055.52	2342734.33	38	328634.08	2344579.36
14	326047	2342673	39	329104.79	2344520.9
15	325927.34	2341361.68	40	329193.09	2344498.23
16	325879	2340832	41	329584.15	2344260.02
17	326420	2340779	42	329924.78	2344172.01
18	326486	2341335	43	329920.93	2344142.33
19	326545	2341790	44	330321.77	2344183.37

Coordenadas UTM WGS84 Z16

20	326978	2341740	45	330346.31	2344184.4
21	326976	2341757	46	330423.33	2346170.21
22	326992	2341758	47	328704.5173	2346920.105
23	328112	2341791	48	328738.85	2346972.89
24	328172.1491	2342321.02	49	328724.65	2346986.07
25	328587.65	2342247.32	50	326502.55	2347268.01

II.1.4.- Inversión requerida

El presupuesto estimado inicialmente para la realización del proyecto "Parque Eólico Kabil", se estima en **\$1,445,130, 786.00** (Mil cuatrocientos cuarenta y cinco millones ciento treinta mil setecientos ocheta y seis pesos 00/100 M.N.), aunque estas cifras podrían variar durante la construcción del proyecto "Parque Eólico Kabil" definitivo y la ejecución de las obras.

Tabla II.2. Inversión del proyecto para cada fase

Inversión Requerida	Proyecto
Presupuesto Ejecución Material	\$ 1,184,533,454.8
Gastos Generales (15%)	\$ 177,680,019.19
Beneficio Industrial (6%)	\$ 71,072,006.9
Control de Calidad (1%)	\$ 11,845,335.134
Total Presupuesto Ejecución	\$ 1,445,130,816

Total de presupuesto para medidas
de mitigación y compensación

\$21,676,961

Según el estudio de viabilidad, que incluye presupuesto de ejecución y gastos de operación y mantenimiento durante el ciclo de vida del proyecto, se estima en 17 años el periodo de recuperación del capital.

II.2.- Características particulares del proyecto

El proyecto "Parque Eólico Kabil" como se ha mencionado consta de 34 aerogeneradores para generar una capacidad de **68 MW**, las obras y superficies a ocupar se enumeran en la tabla siguiente.

Tabla II.3. Obras y actividades del proyecto

Obra o actividad	Naturaleza	Superficie (m ²)	Superficie (ha)	Uso de suelo	Tipo de vegetación
Aerogeneradores, plataformas y cimentaciones	Permanente	50,029.17	5.0029	Forestal	Vegetación secundaria de selva media subcaducifolia
Aerogeneradores, plataformas y cimentaciones	Permanente	105,202.81	10.5203	Abrevadero, ganadero	Pastizal cultivado
Subestación Kabil I	Permanente	1,380.00	0.1380	Abrevadero, ganadero	Pastizal cultivado
Subestación Kabil II	Permanente	1,380.00	0.1380	Abrevadero, ganadero	Pastizal cultivado
Sistema de recolección y transmisión de energía eléctrica	Permanente	22,017.14	2.2017	Abrevadero, ganadero	Pastizal cultivado
Área administrativa	Permanente	1,270.26	0.1270	Abrevadero, ganadero	Pastizal cultivado
Planta de concreto	Temporal	5,625.00	0.5625	Abrevadero, ganadero	Pastizal cultivado

Obra o actividad	Naturaleza	Superficie (m ²)	Superficie (ha)	Uso de suelo	Tipo de vegetación
Centro de acopio de materiales	Temporal	8,100.00	0.8100	Abrevadero , ganadero	Pastizal cultivado
Caminos nuevos	Permanente	62,406.89	6.2407	Abrevadero , ganadero	Pastizal cultivado
Caminos nuevos	Permanente	53,070.40	5.3070	Forestal	Vegetación secundaria de selva media subcaducifolia
Caminos existentes	Permanente	55,941.50	5.5942	Abrevadero , ganadero	Pastizal cultivado
Total		366,723.17	26.3324	Abrevadero , ganadero	Pastizal cultivado
			10.3000	Forestal	Vegetación secundaria de selva media subcaducifolia

Tabla II.4. Coordenadas de los aerogeneradores

Aerogeneradores coordenadas UTM WGS84 Z16					
Vertice	X	Y	Vertice	X	Y
1	326761.40	2344369.17	18	326867.60	2346694.47
2	326653.30	2343714.27	19	326996.80	2346342.77
3	326620.00	2343370.57	20	326942.10	2345912.47
4	326471.30	2343043.07	21	326795.40	2345448.97
5	326428.50	2342711.97	22	326798.40	2345081.47

Aerogeneradores coordenadas UTM WGS84 Z16					
Vertice	X	Y	Vertice	X	Y
6	326487.50	2342344.97	23	326762.10	2344715.17
7	326477.50	2342013.67	24	327846.00	2346698.27
8	326316.14	2341686.48	25	327869.20	2346319.77
9	326246.15	2341353.08	26	327925.80	2345949.07
10	326227.81	2341019.91	27	327935.81	2345612.57
11	327745.00	2344801.47	28	327922.60	2345279.17
12	327593.80	2344469.17	29	328814.75	2346641.68
13	328146.54	2343409.39	30	329091.54	2346232.61
14	328041.65	2343049.56	31	329216.23	2345896.31
15	328169.04	2342667.70	32	329282.35	2345538.78
16	327892.98	2342355.73	33	329267.90	2345098.09
17	327870.35	2341998.95	34	329269.33	2344748.69

Tabla II.5. Coordenadas de la subestación Kabil I

Subestación Elevadora Kabil I		
Coordenadas UTM WGS84 Z16		
Vertice	X	Y
VE-1	326951.75	2343814.01
VE-2	326961.41	2343835.98
VE-3	326997.75	2343820.01
VE-4	326988.10	2343798.04

Tabla II.6. Coordenadas de la subestación Kabil II

Subestación Elevadora Kabil II		
Coordenadas UTM WGS84 Z16		
Vertice	X	Y
VE-1	327129.29	2344432.85
VE-2	327107.32	2344442.5
VE-3	327091.35	2344406.15
VE-4	327113.33	2344396.5

Tabla II.7. Sistema de recolección de media tensión subterráneo

Sist. de recolección y transmisión de energía eléctrica Circuito 1					
coordenadas UTM WGS84 Z16					
Vertice	X	Y	Vertice	X	Y
1	326227.81	2341019.91	37	326358.50	2342653.39
2	326157.81	2341055.91	38	326358.50	2342675.97
3	326157.81	2341083.18	39	326428.50	2342675.97
4	326158.05	2341088.63	40	326428.50	2342711.97
5	326177.16	2341253.53	41	326358.50	2342747.97
6	326236.15	2341253.53	42	326358.50	2342771.59
7	326236.15	2341289.53	43	326359.84	2342784.20
8	326176.15	2341325.53	44	326399.96	2342970.84
9	326176.15	2341389.08	45	326401.30	2342983.45
10	326176.15	2341408.95	46	326401.30	2343007.07
11	326179.48	2341428.65	47	326471.30	2343007.07
12	326242.82	2341610.92	48	326471.30	2343043.07
13	326246.14	2341630.61	49	326401.30	2343079.07
14	326246.14	2341650.48	50	326401.30	2343088.84
15	326316.14	2341650.48	51	326413.55	2343125.17
16	326316.14	2341686.48	52	326537.76	2343288.47
17	326246.14	2341722.48	53	326550.00	2343324.80

Sist. de recolección y transmisión de energía eléctrica Circuito 1

coordenadas UTM WGS84 Z16

Vertice	X	Y	Vertice	X	Y
18	326246.14	2341730.89	54	326550.00	2343334.57
19	326259.90	2341769.12	55	326620.00	2343334.57
20	326393.75	2341931.03	56	326620.00	2343370.57
21	326407.50	2341969.26	57	326550.00	2343406.57
22	326407.50	2341977.67	58	326550.00	2343431.88
23	326477.50	2341977.67	59	326550.73	2343441.20
24	326477.50	2342013.67	60	326582.58	2343643.64
25	326407.50	2342049.67	61	326583.30	2343652.96
26	326407.50	2342078.17	62	326583.30	2343678.27
27	326407.58	2342081.17	63	326653.30	2343678.27
28	326417.43	2342277.47	64	326653.30	2343714.27
29	326417.50	2342280.47	65	326583.30	2343750.27
30	326417.50	2342308.97	66	326583.30	2343808.00
31	326487.50	2342308.97	67	326639.43	2343809.99
32	326487.50	2342344.97	68	326910.80	2343819.59
33	326417.50	2342380.97	69	326934.43	2343815.06
34	326417.50	2342403.55	70	326988.25	2343791.42
35	326415.70	2342418.16	71	326994.53	2343805.22

Sist. de recolección y transmisión de energía eléctrica Circuito 1					
coordenadas UTM WGS84 Z16					
Vertice	X	Y	Vertice	X	Y
36	326360.31	2342638.78	72	326990.69	2343806.91

Continuación Tabla II.7. Sistema de recolección de media tensión subterráneo

Sist. de recolección y transmisión de energía eléctrica Circuito 2					
coordenadas UTM WGS84 Z16					
Vertice	X	Y	Vertice	X	Y
1	327870.35	2341998.95	24	328345.55	2342958.94
2	327800.35	2342034.95	25	328345.55	2342994.94
3	327800.35	2342061.93	26	328275.55	2343030.94
4	327800.65	2342067.95	27	328275.55	2343067.63
5	327822.68	2342286.74	28	328278.29	2343085.09
6	327822.98	2342292.75	29	328321.92	2343220.71
7	327822.98	2342319.73	30	328324.95	2343240.01
8	327892.98	2342319.73	31	328324.95	2343280.59
9	327892.98	2342355.73	32	328394.70	2343280.59
10	327822.98	2342391.73	33	328394.95	2343316.59
11	327822.98	2342394.49	34	328324.95	2343352.59
12	327861.71	2342448.48	35	328324.95	2343360.83

Sist. de recolección y transmisión de energía eléctrica Circuito 2					
coordenadas UTM WGS84 Z16					
Vertice	X	Y	Vertice	X	Y
13	328202.08	2342563.66	36	328285.96	2343419.08
14	328249.04	2342624.74	37	327636.71	2343686.66
15	328249.04	2342631.70	38	327613.84	2343691.19
16	328319.04	2342631.70	39	327118.43	2343691.19
17	328319.04	2342667.70	40	327071.00	2343714.44
18	328249.04	2342703.70	41	327024.91	2343773.92
19	328249.04	2342743.84	42	327001.61	2343792.10
20	328249.81	2342753.15	43	326991.01	2343796.76
21	328274.71	2342903.59	44	326994.77	2343805.29
22	328275.55	2342913.88	45	326990.72	2343806.99
23	328275.55	2342958.94			

Continuación Tabla II.7. Sistema de recolección de media tensión subterráneo

Sist. de recolección y transmisión de energía eléctrica Circuito 3

coordenadas UTM WGS84 Z16

Vertice	X	Y	Vertice	X	Y
1	327745.00	2344801.47	20	326768.97	2344333.17
2	327675.00	2344765.47	21	326761.40	2344333.17
3	327675.00	2344755.57	22	326761.40	2344369.17
4	327662.89	2344719.43	23	326752.80	2344348.17
5	327602.15	2344638.96	24	326752.80	2344327.17
6	327535.92	2344551.22	25	326768.97	2344327.17
7	327523.80	2344515.07	26	326795.20	2344332.61
8	327523.80	2344505.17	27	326942.86	2344396.57
9	327593.80	2344505.17	28	326964.09	2344401.02
10	327593.80	2344469.17	29	327080.39	2344401.02
11	327523.80	2344433.17	30	327134.43	2344377.41
12	327490.80	2344400.17	31	327115.97	2344335.35
13	327168.61	2344400.17	32	327109.27	2344311.82
14	327143.89	2344384.03	33	327084.88	2344033.31
15	327136.85	2344382.90	34	327080.61	2344016.09
16	327081.91	2344407.02	35	326998.63	2343829.46
17	326964.32	2344407.02	36	326997.75	2343820.01
18	326942.60	2344402.95	37	326991.88	2343806.63

Sist. de recolección y transmisión de energía eléctrica Circuito 3					
coordenadas UTM WGS84 Z16					
Vertice	X	Y	Vertice	X	Y
19	326792.82	2344338.11			

Continuación Tabla II.7. Sistema de recolección de media tensión subterráneo

Sist. de recolección y transmisión de energía eléctrica Circuito 4					
coordenadas UTM WGS84 Z16					
Vertice	X	Y	Vertice	X	Y
1	326867.61	2346694.47	25	326795.41	2345448.97
2	326797.60	2346658.47	26	326725.40	2345412.97
3	326797.60	2346644.81	27	326728.40	2345117.47
4	326805.88	2346614.39	28	326798.40	2345117.47
5	326918.52	2346422.85	29	326798.41	2345081.47
6	326926.80	2346392.44	30	326728.40	2345045.47
7	326926.80	2346378.77	31	326728.40	2345020.09
8	326996.80	2346378.77	32	326727.70	2345010.90
9	326996.81	2346342.77	33	326692.81	2344785.74
10	326926.80	2346306.77	34	326692.10	2344776.55
11	326926.80	2346282.23	35	326692.10	2344751.17
12	326925.82	2346271.40	36	326762.10	2344751.17

Sist. de recolección y transmisión de energía eléctrica Circuito 4					
coordenadas UTM WGS84 Z16					
Vertice	X	Y	Vertice	X	Y
13	326873.09	2345983.84	37	326762.11	2344715.17
14	326872.10	2345973.01	38	326692.10	2344679.17
15	326872.10	2345948.47	39	326691.51	2344441.31
16	326942.10	2345948.47	40	326691.41	2344407.57
17	326942.11	2345912.47	41	326761.40	2344407.67
18	326872.10	2345876.47	42	326798.35	2344380.31
19	326872.10	2345859.15	43	326805.86	2344348.93
20	326866.97	2345834.87	44	326940.47	2344407.24
21	326730.54	2345526.57	45	326964.32	2344412.05
22	326725.40	2345502.29	46	327084.16	2344412.15
23	326725.40	2345484.97	47	327100.30	2344448.91
24	326795.40	2345484.97	48	327121.34	2344439.62

Continuación Tabla II.7. Sistema de recolección de media tensión subterráneo

Sist. de recolección y transmisión de energía eléctrica Circuito 5					
coordenadas UTM WGS84 Z16					
Vertice	X	Y	Vertice	X	Y
1	327846.00	2346698.27	29	327865.81	2345648.57
2	327776.00	2346662.27	30	327935.81	2345648.57

Sist. de recolección y transmisión de energía eléctrica Circuito 5

coordenadas UTM WGS84 Z16

Vertice	X	Y	Vertice	X	Y
3	327776.00	2346658.85	31	327935.81	2345612.57
4	327756.32	2346614.41	32	327865.81	2345576.57
5	327736.60	2346596.52	33	327865.81	2345548.54
6	327716.91	2346552.08	34	327865.68	2345544.61
7	327716.91	2346458.32	35	327852.73	2345347.13
8	327755.72	2346402.18	36	327852.60	2345343.21
9	327760.39	2346400.42	37	327852.60	2345315.17
10	327799.20	2346344.28	38	327922.60	2345315.17
11	327869.20	2346344.28	39	327922.60	2345279.17
12	327869.20	2346319.77	40	327846.60	2345243.17
13	327799.20	2346283.77	41	327846.60	2345227.68
14	327799.20	2346262.70	42	327841.69	2345205.18
15	327796.60	2346245.23	43	327676.30	2344883.12
16	327775.76	2346176.79	44	327664.22	2344852.96
17	327775.57	2346142.48	45	327664.22	2344755.57
18	327793.19	2346082.22	46	327652.39	2344723.04
19	327811.35	2346053.82	47	327525.70	2344554.83
20	327835.23	2346033.01	48	327513.19	2344515.07

Sist. de recolección y transmisión de energía eléctrica Circuito 5

coordenadas UTM WGS84 Z16

Vertice	X	Y	Vertice	X	Y
21	327855.80	2345987.78	49	327512.66	2344433.47
22	327855.80	2345985.07	50	327490.81	2344409.73
23	327925.81	2345985.07	51	327171.93	2344409.02
24	327925.80	2345949.07	52	327138.34	2344426.38
25	327855.80	2345913.07	53	327136.93	2344437.94
26	327855.80	2345884.54	54	327123.72	2344443.73
27	327856.88	2345861.04	55	327120.16	2344435.63
28	327865.74	2345680.04			

Continuación Tabla II.7. Sistema de recolección de media tensión subterráneo

Sist. de recolección y transmisión de energía eléctrica Circuito 6

coordenadas UTM WGS84 Z16

Vertice	X	Y	Vertice	X	Y
1	328814.75	2346641.68	29	329197.96	2345165.35
2	328744.75	2346605.68	30	329197.90	2345162.68
3	328744.75	2346600.51	31	329197.90	2345134.09
4	328761.42	2346560.23	32	329267.90	2345134.09
5	329003.11	2346318.30	33	329267.90	2345098.09

Sist. de recolección y transmisión de energía eléctrica Circuito 6

coordenadas UTM WGS84 Z16

Vertice	X	Y	Vertice	X	Y
6	329021.54	2346273.77	34	329197.90	2345062.09
7	329021.54	2346268.61	35	329199.33	2344784.69
8	329091.05	2346268.61	36	329269.33	2344784.69
9	329091.54	2346232.61	37	329269.33	2344748.69
10	329021.54	2346196.61	38	329199.33	2344712.69
11	329021.54	2346183.47	39	329136.33	2344649.69
12	329029.89	2346153.78	40	328724.15	2344649.69
13	329136.70	2345978.77	41	328714.39	2344650.45
14	329146.23	2345945.44	42	328028.48	2344757.96
15	329146.23	2345932.31	43	328014.64	2344759.47
16	329216.23	2345932.31	44	327669.00	2344759.47
17	329216.23	2345896.31	45	327669.00	2344755.57
18	329146.23	2345860.31	46	327658.10	2344723.04
19	329146.23	2345838.92	47	327529.41	2344552.45
20	329148.54	2345822.89	48	327518.05	2344520.76
21	329209.81	2345613.89	49	327517.59	2344429.74
22	329212.35	2345596.16	50	327490.80	2344406.17
23	329212.35	2345574.78	51	327168.61	2344406.17

Sist. de recolección y transmisión de energía eléctrica Circuito 6					
coordenadas UTM WGS84 Z16					
Vertice	X	Y	Vertice	X	Y
24	329282.35	2345574.78	52	327135.03	2344423.53
25	329282.35	2345538.78	53	327135.03	2344433.61
26	329212.35	2345502.78	54	327122.22	2344439.23
27	329212.35	2345474.18	55	327120.57	2344435.46
28	329212.29	2345471.23			

Tabla II.8. Caminos existentes del proyecto

Caminos existentes					
Coordenadas UTM WGS84 Z16					
Vertice	X	Y	Vertice	X	Y
Camino 1			Camino 3		
CE1-1	326979.93	2341753.87	CE3-1	328649.51	2343025.6
CE1-2	326945.97	2342216.77	CE3-2	328586.63	2343063.05
CE1-3	326907.24	2342710.73	CE3-3	328516.08	2343063.05
CE1-4	326933.85	2342973.27	CE3-4	328461.47	2343079.77
CE1-5	326979.36	2343524.96	CE3-5	328390.48	2343099.27
CE1-6	327027.64	2344051.27	CE3-6	328369.17	2343104.64
Camino 2 (Carretera federal)			Camino 4		
CE2-1	326246.31	2344124.07	CE4-1	327035.16	2344049.17

Caminos existentes					
Coordenadas UTM WGS84 Z16					
Vertice	X	Y	Vertice	X	Y
CE2-2	326551.99	2344079.39	CE4-2	327057.81	2344328.84
CE2-3	327114.28	2344007.91	CE4-3	327112.05	2344603.3
CE2-4	327513.39	2443921.03	CE4-4	327133.49	2344846.6
Camino 5					
CE5-1	330341.33	2344498.01			
CE5-2	330167.26	2344539.12			
CE5-3	330057.12	2344555.11			

Tabla II.9. Caminos nuevos del proyecto

Caminos nuevos					
Coordenadas UTM WGS84 Z16					
Vertice	X	Y	Vertice	X	Y
Vialidad 1			Vialidad 3		
CN1-1	326761.40	2344369.17	CN3-1	327074.40	2344356.67
CN1-2	326653.30	2343714.27	CN3-2	327296.00	2344391.61
CN1-3	326620.00	2343370.57	CN3-3	327267.93	2344725.98
CN1-4	326471.30	2343043.07	CN3-4	327320.83	2344852.96
CN1-5	326428.50	2342711.97	Vialidad 4		

Caminos nuevos					
Coordenadas UTM WGS84 Z16					
Vertice	X	Y	Vertice	X	Y
CN1-6	326487.50	2342344.97	CN4-1	329269.33	2344748.69
CN1-7	326477.50	2342013.67	CN4-2	329267.90	2345098.09
CN1-8	326316.14	2341686.48	CN4-3	329282.35	2345538.78
CN1-9	326246.15	2341353.08	CN4-4	329216.23	2345896.31
CN1-10	326227.81	2341019.91	CN4-5	329091.54	2346232.61
CN1-11	327007.86	2343767.85	CN4-6	328814.75	2346641.68
Vialidad 2			CN4-7	327846.00	2346698.27
CN2-1	327870.35	2341998.95	CN4-8	326867.60	2346694.47
CN2-2	327892.98	2342355.73	CN4-9	326996.80	2346342.77
CN2-3	328169.04	2342667.70	CN4-10	326942.10	2345912.47
CN2-5	328041.65	2343049.56	CN4-11	326795.40	2345448.97
CN2-6	328146.54	2343409.39	CN4-12	326798.40	2345081.47
CN2-7	327593.80	2344469.17	CN4-13	326762.10	2344715.17
CN2-8	327745.00	2344801.47	Vialidad 5		
CN2-9	328057.45	2343530.79	CN5-1	327593.80	2344469.17
CN2-10	327581.88	2343707.27	CN5-2	327745.00	2344801.47

Caminos nuevos					
Coordenadas UTM WGS84 Z16					
Vertice	X	Y	Vertice	X	Y
CN2-11	327134.42	2343702.39	CN5-3	327922.60	2345279.17
CN2-12	327003.26	2343849.01	CN5-5	327935.81	2345612.57
CN2-13	327076.18	234385.90	CN5-6	327925.80	2345949.07
CN2-14	326761.40	2344369.17	CN5-7	327869.20	2346319.77

Tabla II.10. Área administrativa

Área administrativa		
Coordenadas UTM WGS84 Z16		
Vertice	X	Y
1	326253.13	2343915.14
2	326288.38	2343907.85
3	326281.76	2343875.84
4	326246.51	2343883.13

Tabla II.11. Planta de concreto

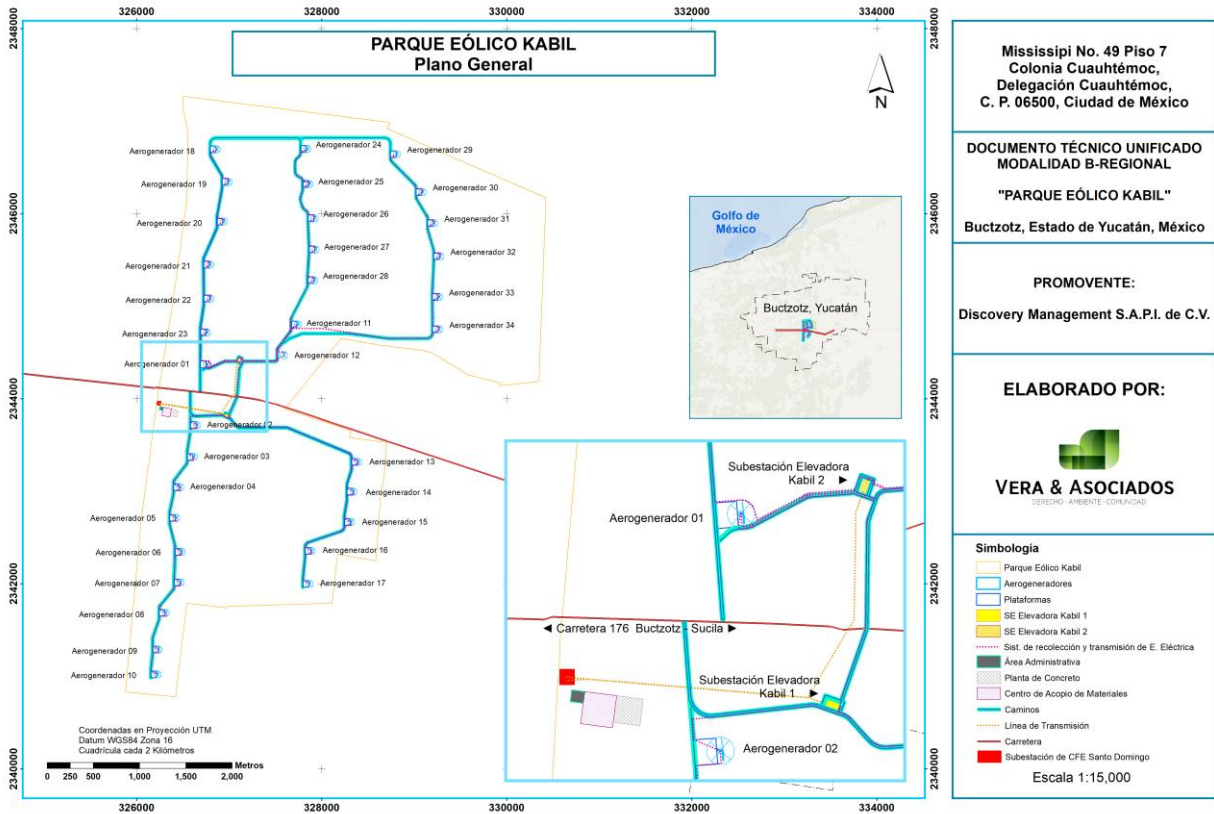
Planta de Concreto		
Coordenadas UTM WGS84 Z16		
Vertice	X	Y

1	326376.52	2343889.62
2	326449.96	2343874.43
3	326434.77	2343800.98
4	326361.33	2343816.17

Tabla II.12. centro de acopio

Centro de acopio de material eléctrico		
Coordenadas UTM WGS84 Z16		
Vertice	X	Y
1	326288.38	2343907.85
2	326376.52	2343889.62
3	326358.29	2343801.48
4	326270.15	2343819.71

Figura II.3. Plano de distribución de los aerogeneradores, subestaciones y caminos del proyecto



II.2.1.- Programa de trabajo

El proyecto tiene una vigencia útil de 40 años desglosados de la siguiente manera: 3 años para la preparación del sitio y construcción; 35 años para la operación y mantenimiento y 2 años para el cierre y desmantelamiento del proyecto, el programa de trabajo se presentan a continuación:

Tabla II.13. Programa de Trabajo

Obra o actividad / años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Preparación del sitio																																								
Trazo y nivelación de vialidades, plataformas y aerogeneradores																																								
Instalación de obras provisionales																																								
Desmonte de vialidades y área de aerogeneradores																																								
Despalme de las plataformas y aerogeneradores																																								
Corte, relleno y compactado																																								
Construcción																																								
Construcción de caminos de acceso al parque																																								
Excavación, habilitado de acero y colado de																																								

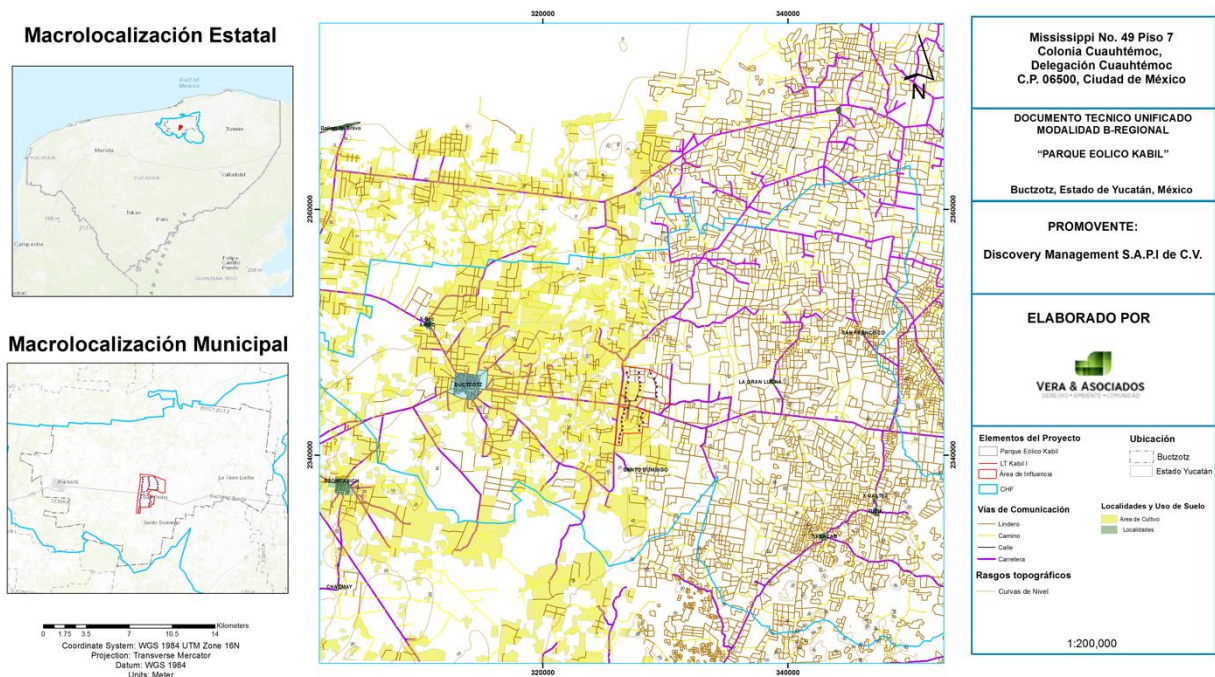
Obra o actividad / años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40				
cimentaciones de torres																																												
Ensamblado y colocación de torres																																												
Excavación, nivelación en zanjas de media tensión																																												
Construcción de subestación eléctrica																																												
Operación y mantenimiento																																												
Puesta en marcha																																												
Mantenimiento de torres, vialidades y cableado subterráneo																																												
Generación de energía eléctrica																																												
Mantenimiento de subestación eléctrica																																												
Cierre y desmantelamiento																																												
Desmantelamiento de equipos e infraestructura																																												

Obra o actividad / años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40		
Reforestación de las áreas deshabilitadas																																										

II.2.2.- Representación gráfica regional

El proyecto se ubica sobre la carretera 176 Buctzotz-Sucila en el kilómetro 106, en el municipio de Buctzotz en el estado de Yucatán, con una **capacidad de generación total de 68 MW mediante la instalación de 34 aerogeneradores**, en una superficie de 16,033,077.58 m² (1,603.3077 has). El predio del proyecto se encuentra a 13.8 kilómetros de la comunidad de Buctzotz de este a oeste de la carretera 176 Buctzotz-Sucila.

Figura II.4. Ubicación del proyecto



II.2.3.- Representación gráfica local

Dentro de la superficie del predio de 16,033,077.5838 m² (1,603.3077 has), con la instalación de 34 aerogeneradores con una capacidad de 34 MW y su infraestructura asociada con un área de ocupación de 366,723.17 m² (36.6723 has); de las cuales 26.3324 has pertenecen a un uso de suelo de abrevadero o ganadería con vegetación de pastizal cultivado y 10.30 has de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.

El proyecto "Parque Eólico Kabil" integra las siguientes obras y actividades:

- Aerogeneradores, plataformas y cimentaciones,
- 2 Subestaciones elevadoras
- Sistema de recolección y transmisión de Energía Eléctrica
- Interconexión a subestación eléctrica Santo Domingo
- Áreas administrativas
- Planta de concreto
- Centro de acopio de materiales
- Caminos nuevos
- Caminos existentes

II.2.4.- Preparación del sitio y construcción

II.2.4.1.- Preparación del sitio

II.2.4.1.1.- Trazo y nivelación de vialidades, plataformas y aerogeneradores

Primeramente, se ejecutará el trazo y nivelación, una brigada de topografía trazará el dimensionamiento de los caminos, plataformas y aerogeneradores según el Proyecto "PARQUE EÓLICO KABIL" y tomará los niveles del terreno natural. Siempre se dará seguimiento al proceso constructivo para el control del dimensionamiento y niveles proyectados.

II.2.4.1.2.- Instalación de las obras provisionales

Entre las instalaciones provisionales que utilizará el proyecto, se encuentran las siguientes:

- Caseta de vigilancia temporal para dos personas de 2.00 x 2.00 mts mínimo con una altura 2.40 mts, a base de polines, barrotes y triplay de 16 mm. Y techumbre de láminas acanaladas de cartón asfáltico, lámina galvanizada y/o acrílico.
- Almacén temporal de herramientas y equipo de protección de 4.00 x 6.00 mts mínimo con una altura 2.40 mts, a base de polines, barrotes y triplay de 16 mm. Y techumbre de láminas acanaladas de lámina galvanizada y/o acrílico.

- Almacén temporal de materiales y residuos peligrosos de 3.00 x 4.00 mts mínimo con una altura 2.40 mts, a base de polines, barrotes y triplay de 16 mm. Y techumbre de láminas acanaladas de lámina galvanizada; colocacion de firme de concreto pobre $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$.
- Sanitarios portátiles para personal de obra, en la cantidad suficiente de acuerdo al número de obreros.
- Zona de instalación de planta de concreto.
- Zona de acopio de materiales.

II.2.4.1.3.- Desmonte de vialidades y aerogeneradores

Esta etapa consiste en la eliminación general de la cobertura vegetal en las áreas futuras a construir dentro del predio, como lo son la superficie que ocupara las vialidades, las áreas de maniobras (plataformas), la superficie que ocuparan las cimentaciones de los aerogeneradores, acopio de materiales, zanjado para cableado de MT y comunicaciones y la superficie considerada para la subestación eléctrica.

Se realizará de manera gradual y únicamente en la superficie que ocupan dichas estructuras, y se trata de un desmonte dirigido.

La vegetación que se retire derivado del desmonte será triturada para recuperar el material orgánico y este material deberá ser colocado en las superficies dentro del predio que carezcan de vegetación para favorecer la capa de suelo.

Para el caso de las vialidades se realizará el despalme de la superficie que ocuparan por lo que se efectuara el retiro de la capa superficial de tierra que contiene raíces de plantas y restos de vegetación que en el caso de este predio dicha capa de tierra es del orden de 5 - 10 cm de profundidad.

Todo el material que se genere será acopiado cercano al área de despalma, triturado y deberá ser esparcido en suelo para que el suelo sea enriquecido por dicho material.

II.2.4.1.4.- Despалme de plataformas y aerogeneradores

DESPALME del terreno por medios mecánicos para despalme de plataformas de material inerte, con un espesor promedio de 20 cm. Incluye la limpieza del área, la carga y acarreo de material producto de despалme, cortes, excedentes y/o material no útil fuera de la obra. A los bancos de desperdicio designados por las autoridades locales y/o federales.

II.2.4.1.5.- Corte, relleno y compactado

COMPACTADO de la superficie del terreno natural despues del despalme, en zona donde se realizara el terraplen para caminos y zonas de trabajo, hasta lograr un grado de compactacion del 95%, compactado con compactador mecanico, previa incorporacion de agua para lograr la humedad optima, con rodillos mecánicos de las capas de terraplenes, formación y afine de taludes.

CORTE del terreno natural para formacion de plataforma con maquinaria en terreno natural tipo II con espesores variables desde 0.20 m hasta 1.0 m para construcción de plataformas de los caminos y zonas de trabajo.

RELLENO y COMPACTADO con material apto para terracerias y formacion de plataformas (calidad segun proyecto), hasta alcanzar niveles de proyecto con material seleccionado producto de banco de prestamo autorizado, en capas de 20 cms. de espesor, compactadas con compactador mecanico al 95 %, previa incorporacion de agua necesaria para lograr la humedad optima, con rodillos mecánicos de las capas de plataforma y terraplenes, formación y afine de taludes.

Tabla II.14. Volumetría movimiento de tierras vialidades (corte, relleno y despalme)

Corte ¹	Despalme ²	Corte ³	Terraplén ⁴
941.27	445.32	495.95	451.28

II.2.4.2.- Construcción

II.2.4.2.1.- Construcción de caminos de acceso al parque

Se construirán en 11.5477 has de caminos nuevos y se rehabilitarán 5.5942has de caminos existentes, el material para las capas se obtendrán de banco de prestamos autorizados por el gobierno estatal cercanos al proyecto "Parque Eólico Kabil", cuyas dimensiones y características son las siguientes:

Figura II.5. Longitud y trazo de vialidades

¹ Total en las 34 plataformas que estan consideradas para el Parque Eólico Kabil (m³)

² Remoción de capa superficial del terreno natural considerando un espesor de 0.10 cm material no utilizable (m³)

³ Terraceria utilizable para terraplenes (m³)

⁴ Material que se necesita para rellenar y obtener el nivel de terraceria deseado este material se obtendra del volumen obtenido de corte utilizable (m³)

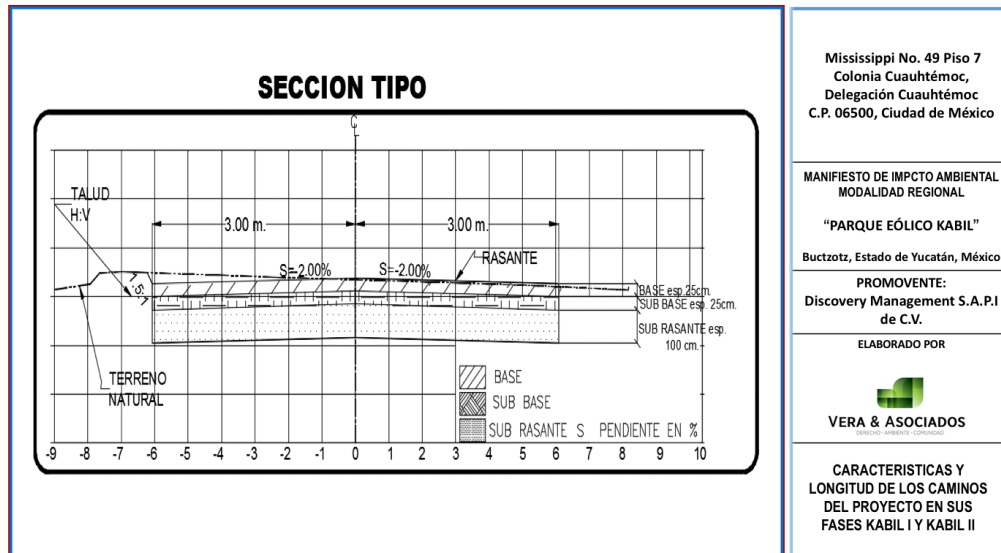


Tabla II.15. Volumetría de capas de materiales (estructuras de vialidades)

No. de eje	Capa base	Capa sub-base	Capa subrasante m ³
1	4,841.24	4,841.24	19,364.96
2	4,983.86	4,983.86	19,935.46
3	13,008.32	13,008.32	52,033.27
4	5,322.95	5,322.95	21,291.80
5	622.42	622.42	2,489.69
TOTAL m³	28,778.79	28,778.79	115,115.18

A continuación se señalan las características de los materiales.

Requisitos de calidad para materiales de terracerías

Características

Tamaño máximo del agregado grueso (cm) (1) 20

Valor Soporte de California (CBR) (2) (%) 20 mín.

Expansión (%) 5 máx.

Límite Líquido (%) 50 máx.

Grado de compactación (3) (%) 95 ± 2 NOTA^{5,6,7}.

Requisitos de calidad para materiales de capa subrasante

Característica Valor

Tamaño máximo (mm) 76

Valor soporte de California (CBR) (1) (%) 20 mín.

Expansión (%) 2 máx.

Límite líquido (%) 40 máx.

Índice plástico (%) 12 máx.

Grado de compactación (2) (%) 95 ± 2 NOTA^{8,9}.

Requisitos de calidad para materiales de sub-base

Característica $\Sigma L \leq 106$ (1) $\Sigma L > 106$ (1)

Valor soporte de California (CBR) (2) (%) 50 mín. 60 mín.

Equivalente de arena (%) 30 mín. 40 mín.

Límite líquido (%) 30 máx. 25 máx.

⁵ Los fragmentos de roca se clasifican conforme a su tamaño y están comprendido entre los 7,5 cm. y los 200 cm. Los suelos son aquellos materiales menores a los 7,5 cm. Para mayor referencia remitirse al Libro: MMP. Métodos de Muestreo y Prueba de materiales, parte: 1. Suelos y materiales para terracerías, título: 2. Clasificación de fragmentos de roca y suelos, de la normativa SCT

⁶ En especímenes compactados dinámicamente al porcentaje de compactación indicado de 95%.

⁷ Respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba de compactación proctor (CFE C0000-37), del material compactado con el contenido de agua óptimo de la prueba, salvo que el proyecto marque otra cosa

⁸ En especímenes compactados dinámicamente al porcentaje de compactación indicado de 95%.

⁹ Respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba de compactación proctor (CFE C0000-37), del material compactado con el contenido de agua óptimo de la prueba, salvo que el proyecto o la CFE indiquen otra cosa

Índice plástico (%) 10 máx. 6 máx.

Desgaste los Ángeles (%) 50 máx. 40 máx.

Grado de compactación (3) (%) 95 mín. 95 mín. NOTA: 1.^{10,11,12}.

Requisitos de calidad para materiales de base

Característica $\Sigma L \leq 106$ (1) $\Sigma L > 106$ (1)

Valor soporte de California (CBR) (2) (%) 80 mín. 100 mín.

Equivalente de arena (%) 40 mín. 50 mín.

Límite líquido (%) 25 máx. 25 máx.

Índice plástico (%) 6 máx. 6 máx.

Partículas alargadas y lajeadas (%) 40 máx. 35 máx.

Desgaste los Ángeles (%) 35 máx. 30 máx.

Grado de compactación (3) (%) 95 mín. 95 mín. NOTA^{13,14,15}:

II.2.4.2.2.- Excavación, habilitado de acero y colado de cimentaciones de torres

El diseño de las plataformas de montaje se basa en la optimización de ocupación de superficies y a las condiciones requeridas para la colocación y maniobra de las grúas a emplear. Cada plataforma, incluyendo su zapata (cimentación), contará con una superficie aproximada de 4,320 m² (cada una) y estará destinada para almacenar los tubos, palas y nacelas de los aerogeneradores, además de permitir el posicionamiento de las grúas para el ensamblaje del aerogenerador. Dentro de la plataforma se colocará la cimentación la cual tendrá un diámetro de 26 m aproximadamente. Una vez finalizada la etapa constructiva y

¹⁰ ΣL =Número de ejes equivalentes acumulados, de 8,2 t, esperado durante la vida útil del pavimento.

¹¹ Con grado de compactación del 95 % mín.

¹² Respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba de compactación proctor (CFE C0000-37), salvo que el proyecto o la CFE indiquen otra cosa

¹³ ΣL =Número de ejes equivalentes acumulados, de 8,2 t, esperado durante la vida útil del pavimento.

¹⁴ Con grado de compactación del 95 % mín.

¹⁵ Respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba de compactación proctor (CFE C0000-37), salvo que el proyecto o la CFE indiquen otra cosa

considerando el volumen de material orgánico obtenido durante el despalme, se realizará la restauración ambiental en la superficie de la cimentación y en los taludes de la plataforma de montaje.

Es importante mencionar que el proceso de ejecución de las plataformas es similar al de los caminos. La cimentación de cada aerogenerador tendrá un diámetro de 26 m y una profundidad de entre 3 y 5 m, lo cual podría variar dependiendo de la calidad del suelo y los resultados obtenidos en los estudios de mecánica de suelos (geotecnia); y que en la restauración El diseño de las plataformas de montaje se basa en la optimización de ocupación de superficies y a las condiciones requeridas para la colocación y maniobra de las grúas a emplear. Cada plataforma, incluyendo su zapata (cimentación), contará con una superficie aproximada de 3,756 m² (cada una) y estará destinada para almacenar los tubos, palas y nacelas de los aerogeneradores, además de permitir el posicionamiento de las grúas para el ensamblaje del aerogenerador. Dentro de la plataforma se colocará la cimentación la cual tendrá un diámetro de 26 m aproximadamente. Una vez finalizada la etapa constructiva y considerando el volumen de material orgánico obtenido durante el despalme, se realizará la restauración ambiental en la superficie de la cimentación y en los taludes de la plataforma de montaje.

Es importante señalar que existen diferentes tipos de cimentación aplicables, dadas las condiciones del terreno en el área del proyecto "PARQUE EÓLICO KABIL". Por ello, son fundamentales los estudios Topográficos, Geotécnicos e Hidrológicos, con el fin de determinar áreas con condiciones factibles para su establecimiento, asegurando su colocación en superficies estables y con capacidad de carga suficiente para el peso de la infraestructura.

Figura II.6. Ejemplo de una cimentación de un aerogenerador



II.2.4.2.3.- Ensamblado y colocación de torres

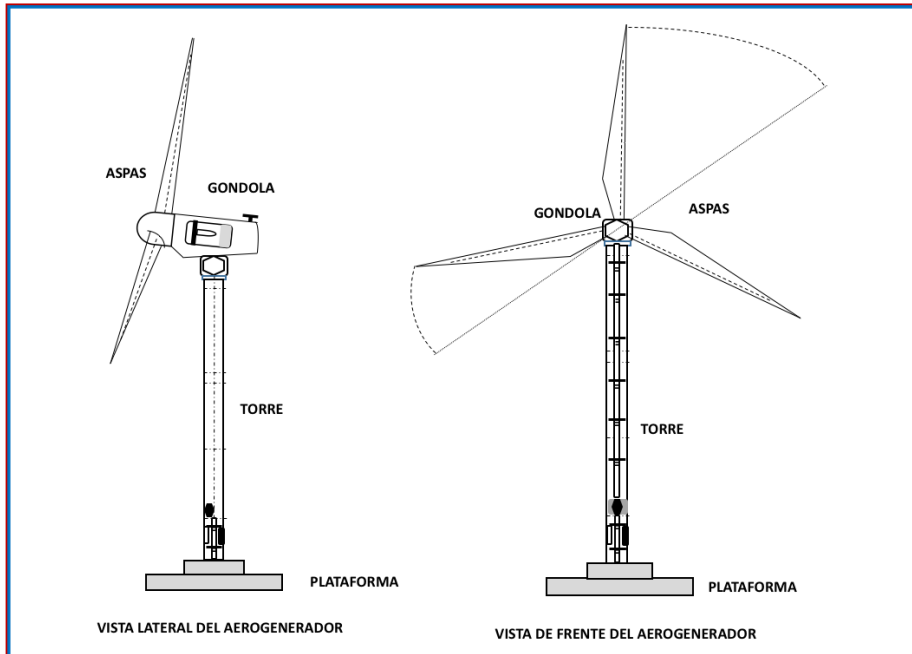
II.2.4.2.3.1.- Características y tipo de aerogeneradores

A continuación se muestran las opciones de aerogeneradores que se están evaluando para el presente Proyecto "Parque Eólico Kabil", siendo el modelo V120 de Vestas la opción más viable.

Los aerogeneradores se componen de tres partes básicas (Ver figura II.15):

- La torre, la cual generalmente es de acero y/o concreto y tiene una altura de 118 a 137 metros;
- La góndola o nacela, que va situada en la parte alta de la torre y es una estructura de fibra de vidrio reforzada que contiene los componentes principales de la turbina, incluyendo los engranes, el generador y los controles eléctricos y, por último
- El rotor conectado a la nacela, compuesto por el cubo, la nariz y tres aspas construidas tradicionalmente de fibra de vidrio y conexiones de acero con una longitud de 50 a 63 metros por aspa, formando así un rotor de 100 hasta 136 metros de diámetro.

Figura II.7. Componentes de un aerogenerador



Mississippi No. 49 Piso 7
Colonia Cuauhtémoc,
Delegación Cuauhtémoc
C.P. 06500, Ciudad de México

MANIFIESTO DE IMPCTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"PARQUE EÓLICO KABIL"

Buctzotz, Estado de Yucatán, México

PROMOVENTE:
Discovery Management S.A.P.I
de C.V.

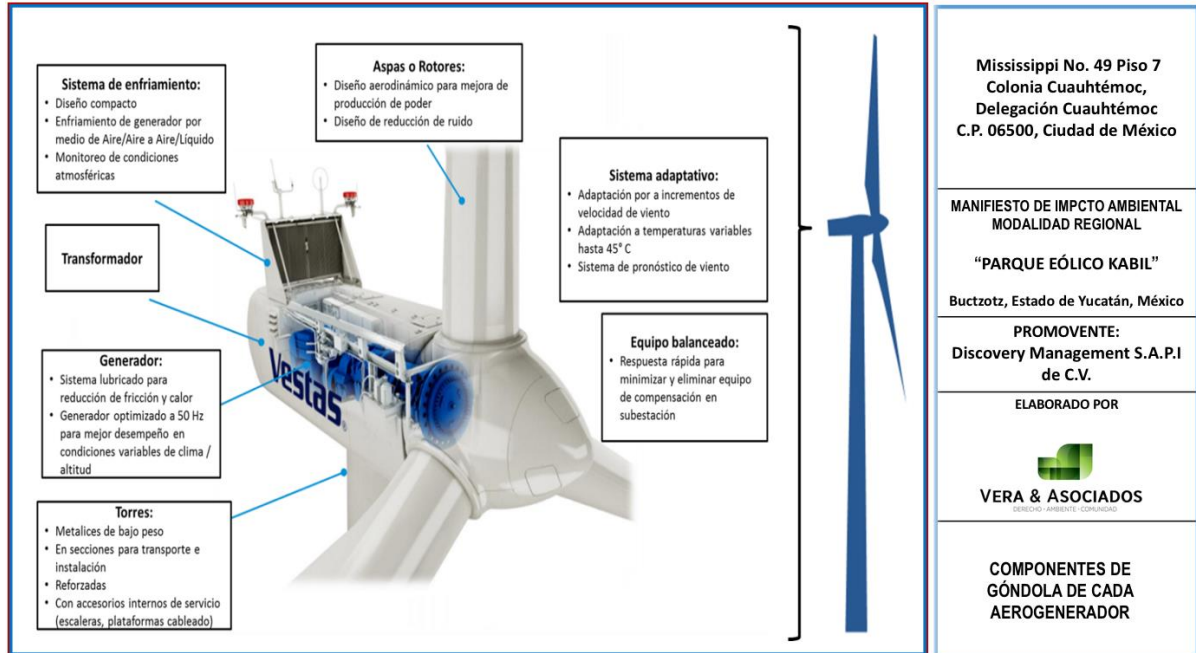
ELABORADO POR


VERA & ASOCIADOS
DERECHO • AMBIENTE • COMUNIDAD

COMPONENTES DE
UN AEROGENERADOR

La góndola de los aerogeneradores corresponde al componente de mayor complejidad electro-mecánica, que alberga al sistema de control, soporta buje con aspas, transformador, sistema de enfriamiento, control de velocidad de aspas, sistemas de monitoreo de condiciones meteorológicas, sistema de frenado, paro y arranque automático de aspas.

Figura II.8. Componentes de góndola de cada aerogenerador



Los aerogeneradores operarán en forma automática, es decir, cuando la velocidad del viento promedio por más de 10 minutos sea del orden o superior a los 3 m/s, la unidad iniciará el giro de las aspas hasta alcanzar la velocidad necesaria para su sincronización a la red eléctrica a la que se conectará y de esta manera, aportar potencia eléctrica activa de acuerdo a la velocidad del viento y su intensidad. El sistema entra en modo de frenado o paro a partir de una velocidad de viento superior a los 22 m/s como medida de seguridad para evitar sobrecalentamiento y desgaste excedente a las especificaciones equipos.

La operación de cada uno de los componentes que conforman a los aerogeneradores tiene las siguientes características:

Rotor

El rotor del aerogenerador está constituido por tres aspas que se fijan a la flecha dentro de un cubo rígido, utilizando un controlador activo de paso para ajustar el ángulo de ataque de las aspas al viento. Este control optimiza la captura de la energía del viento en todos los rangos de velocidad, además de que reduce el daño de la turbina a altas velocidades, sacándola de operación variando el ángulo de paso.

Aspas

Las aspas están construidas en fibra de vidrio con poliéster, presentando una alta eficiencia aerodinámica para obtener un máximo aprovechamiento de la energía del viento, así como una resistencia mecánica adecuada para soportar las cargas a las que serán sometidos durante su de operación, además de producir bajos niveles de ruido.

Buje de soporte de aspas (matriz)

El buje está construido de hierro fundido, el cual es montado directamente sobre la flecha del rotor. Su función es la de transmitir el movimiento de giro de los alabes hacia la flecha, así como también resistir las cargas de las aspas que son soportadas por el chasis del soporte del aerogenerador. Hay un acceso al cubo de alabes para la inspección y servicio de los sistemas de paso y los pernos de montaje de las aspas.

Flecha de Transmisión

La flecha de transmisión tiene como función transmitir el movimiento del conjunto de los álabes y su soporte, hacia el rotor del generador. Está montada sobre el chasis mediante rodamientos que le permiten una transmisión con el mínimo de fricción y realineamiento, de tal forma que no se transmiten cargas laterales y axiales al rotor del generador.

Sistema de frenado

El sistema primario y secundario de frenado es ejecutado por el sistema independiente de inclinación de aspas. Este sistema está compuesto por la Unidad de Control de Inclinación (Pitch Control Unit, PCU), Unidades de Energía de Emergencia (EPU) y tres transmisiones de inclinación. El PCU controla la actividad de inclinación en condiciones controladas (como regulación de la velocidad del rotor en velocidades de viento establecidas y apagados automáticos) y los EPU usan baterías como fuente de poder y sirven como sistema secundario o de emergencia para inclinar las aspas en todas las demás condiciones.

La transmisión del sistema de inclinación está compuesta por un motor y una caja de engranaje de reducción de velocidad. El sistema de inclinación es a prueba de fallos, basado en un sistema en el cual las tres aspas son inclinadas de forma independiente una de la otra cuando están funcionando en el modo de emergencia o secundario.

Sistema de lubricación

Todos los cojinetes en la caja de engranajes son lubricados con una bomba mecánica forzada de gran capacidad, operacional con la rotación del equipo. La relación de engranajes es de 1: 72.4 y la potencia mecánica está establecida en 2,675 kW. Un radiador controlado con un termostato provee enfriamiento de lubricación con provisión opcional para los calentadores, para permitir su operación en temperaturas bajas.

Sistema de deslizamiento

Con el objeto de que el aerogenerador responda a las diferentes direcciones del viento se provee de un sistema de deslizamiento que permite captar al máximo la potencia del viento. El sistema es operado eléctricamente y es dirigido por el sistema de control de la turbina, dándole al aerogenerador la dirección adecuada de acuerdo con la dirección del viento. Esta información es recibida de la veleta de viento (sensores de condiciones meteorológicas) que va montada sobre la cúspide de la estructura.

Torre

La torre del aerogenerador está diseñada para soportar las cargas que le transmiten el propio aerogenerador, el viento y los sismos, proporcionando un apoyo confiable y seguro para su vida útil.

El acceso al interior de la torre es por medio de una puerta de acero al pie de la misma y en el interior se cuenta con una escalera que permite el acceso hasta el aerogenerador y cuenta con dispositivos de seguridad para el ascenso. La torre y sus secciones, albergan equipo, cableado, plataformas, controladores y equipo de atención a emergencias.

II.2.4.2.3.2.- Montaje de aerogeneradores

Las aspas de los aerogeneradores y las secciones de las torres son elementos muy largos y muy pesados, por lo que se requiere equipo especializado y mano de obra experimentada para instalarlos correctamente y de forma segura. Se requieren vehículos y camiones especializados para transportar estas estructuras hasta el sitio, así como grúas para montar las torres adecuadamente. Tomando en consideración que la seguridad es un aspecto primordial, se tiene contemplado elaborar e implementar un plan de seguridad y un plan de montaje de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

Una vez que la construcción haya iniciado, los componentes serán entregados directamente en los sitios donde irán ubicados los aerogeneradores o bien en las oficinas de construcción y área de almacenamiento

de maquinaria y equipo para posteriormente ser trasladados a los sitios específicos. Lo anterior dependerá de la ubicación de cada aerogenerador, de los caminos de acceso, así como del tamaño de las secciones de la torre, las aspas y la nacela.

En el sitio, las secciones inferiores de las torres se colocarán de manera inmediata en los cimientos y, los componentes restantes se ubicarán a su alrededor, en un arreglo planeado. Las cuadrillas de la grúa levantarán las turbinas tan pronto como todos los componentes lleguen, para minimizar el tiempo en que el equipo permanezca sobre el suelo. Para el montaje de los aerogeneradores, se estima que se emplearán dos grúas de 90/100 que se instalarán en plataformas de 9 m x 11 m. Una vez instaladas las grúas se procederá al montaje de los aerogeneradores. Una vez montadas las torres, se procederá a realizar todas las conexiones eléctricas, tanto internas como externas.

Figura II.9. Montaje de los aerogeneradores



La electricidad se genera cuando el rotor de un aerogenerador gira por la acción del viento. La energía del rotor se transmite a un generador sincrónico que produce energía de baja tensión.

La energía generada por cada turbina se transporta mediante líneas eléctricas hasta transformadores y subestaciones de recolección, donde se eleva el voltaje para que ésta pueda ser enviada al destino final o subestación principal.

II.2.4.2.4.- Excavación, nivelación en zanjas de media tensión

Dichas zanjas son canalizaciones para la colocación de cables por los que se realizará la evacuación de la energía de los aerogeneradores hasta la subestación eléctrica. Para fines del presente Proyecto "**PARQUE EÓLICO KABIL**" se construirán cuatro tipos de zanjas dependiendo del número de circuitos a colectar.

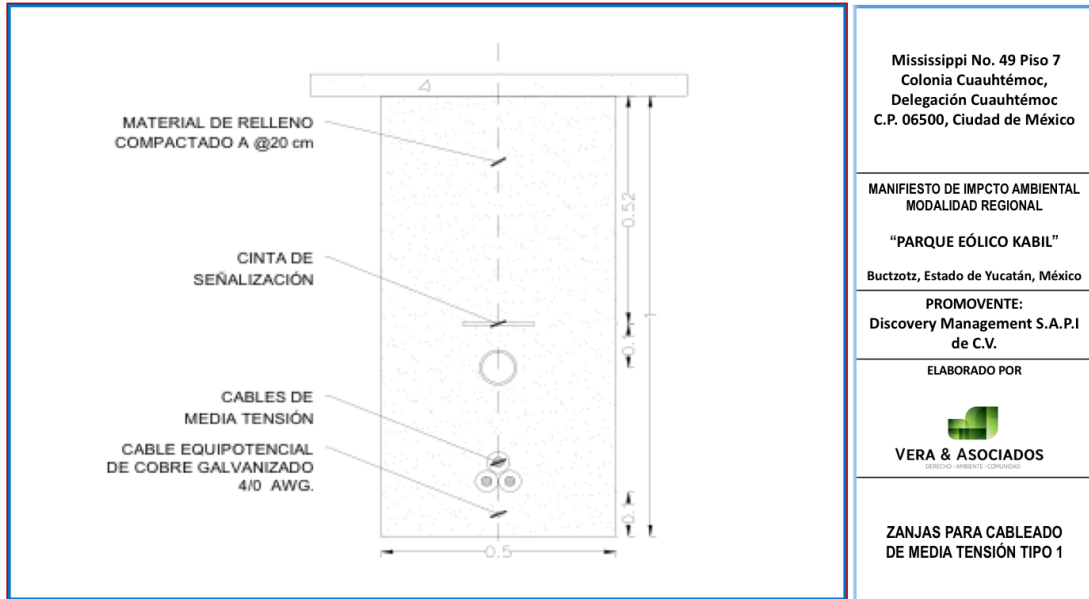
Los cables se colocarán sobre una capa de arena de 10 cm tendida sobre el fondo de excavación, posteriormente se rellenará con una capa de 25 cm de arena y finalmente, a los últimos 85 cm, se le colocará tierra producto de la misma excavación.

En el caso de requerir el cruce de vialidades se procederá al encofrado con concreto del bus colector.

Las zanjas de evacuación a la Subestación Eléctrica se ejecutarán paralelas al camino, para lo cual será necesaria una ocupación de 2 metros adicionales al camino.

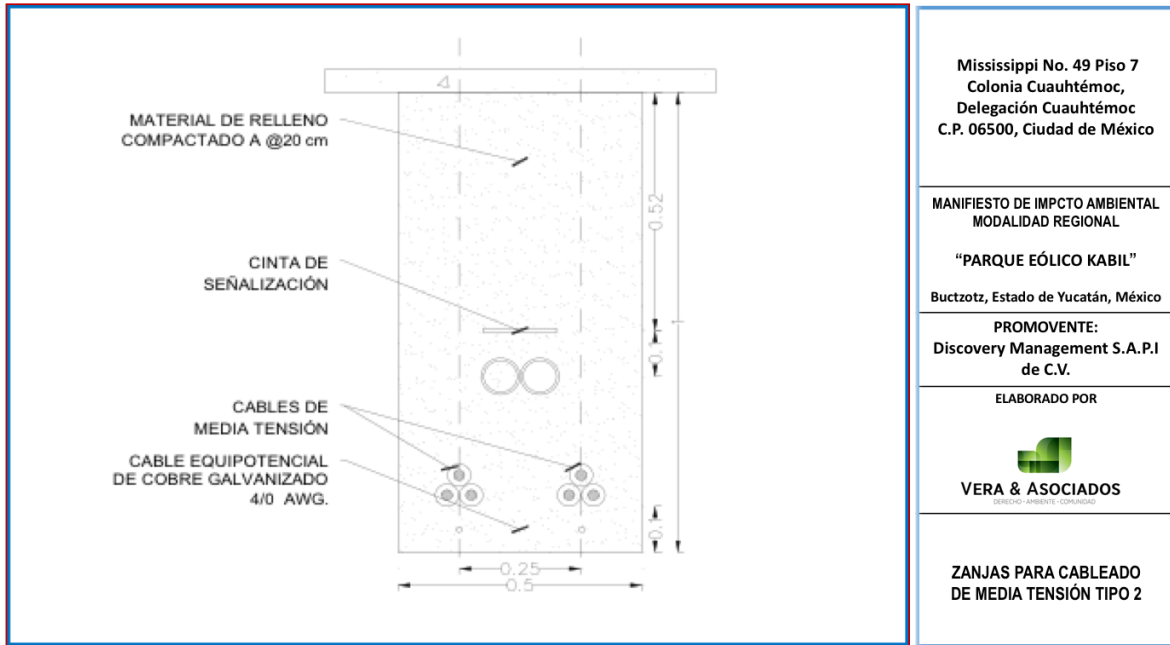
Zanja Tipo 1 (Tres Cables). Este tendido se realiza en una zanja tipo 1 con una anchura de 1 m de ancho y 80.30 a 4,268.82 m de largo.

Figura II.10. Zanjas para cableado de media tensión tipo 1



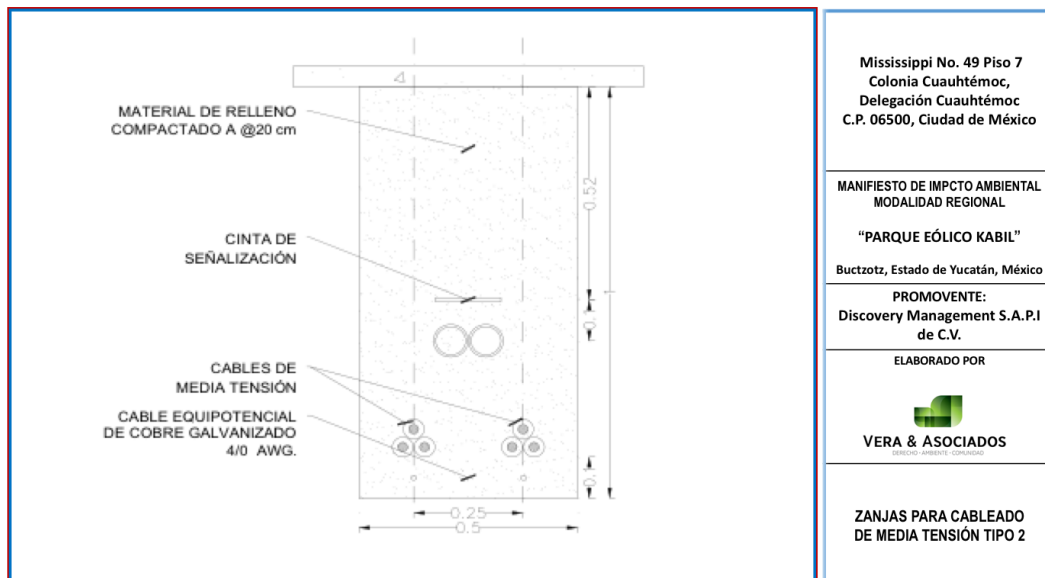
Zanja Tipo 2 (Hasta seis cables). Este tendido se realiza en una zanja tipo 2 con una anchura de 1 m de ancho y 233.74 m de largo.

Figura II.11. Zanjas para cableado de media tensión tipo 2



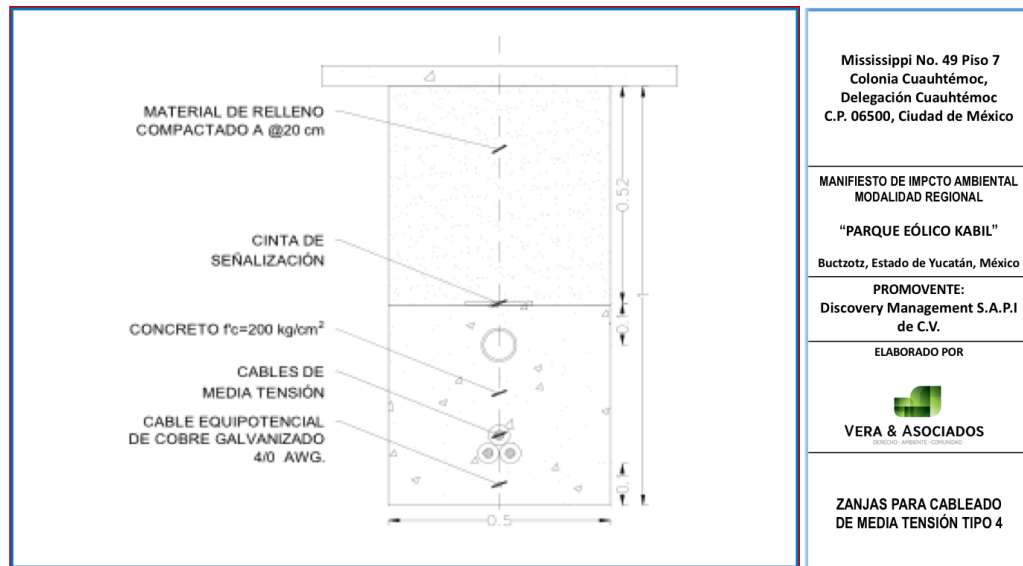
Zanja tipo 3 (Más de seis cables). Este tendido se realiza en una zanja tipo 3 con una anchura de 1 m de ancho y 4 m de largo.

Figura II.12. Zanjas para cableado de media tensión tipo 3



Zanja tipo 4 (De un circuito en cruce con vialidades). Este tendido se realiza en una zanja tipo 4 con una anchura de 1 m de ancho y 6 m de largo.

Figura II.13. Zanjas para cableado de media tensión tipo 4



II.2.4.2.5.- Construcción de las subestaciones

Dentro del proyecto se instalarán dos subestaciones elevadoras. cada una en una área de 1,380 m², que cumplirán con la función de modificar y establecer los niveles de tensión para conectar el parque eólico a la red de transmisión de 115 kV que pasa aledaña al predio del proyecto "PARQUE EÓLICO KABIL". El equipo principal de estas instalaciones es un transformador de 115/34.5 kV de 110 MVA.

Cada subestación de elevación estará construida con estructura de concreto y revestidas de block hueco. Sus cimentaciones se diseñarán de acuerdo con los siguientes lineamientos:

- 1) El diseño debe ejecutarse con apego a lo establecido en la especificación CFEDCCSET01 Construcción de Subestaciones de Transmisión, considerando adicionalmente las recomendaciones y resultados del estudio geotécnico del sitio.
- 2) La cimentación de su estructura será de concreto armado y diseñada con base en el reglamento de diseño de estructuras de concreto reforzado ACI-318.

- 3) La resistencia del concreto a utilizar (250 kg/cm^2), utilizando cemento que cumpla con la norma NMX-C- 414-ONNCCE y la especificación CFE C0000-15; el acero de refuerzo empleado debe tener una resistencia mínima de $F_y = (4200 \text{ kg/cm}^2)$.

Dentro del perímetro de cada subestación elevadora tanto los cables de fuerza como los de control se deben disponer en trincheras apropiadas y/o ductos subterráneos. Para evitar acumulación de agua en los mismos, se fabricarán las pendientes adecuadas, registros colectores y un drenaje eficiente, las trincheras y registros deben contar con tapas de fácil colocación y remoción.

Para la instalación del transformador se construirá una bancada a la intemperie, formada por una fundación de apoyo, y una fosa contenedora de aceite en caso de existir algún derrame. La fosa tendrá una capacidad de almacenamiento hasta del 40% de la capacidad del aceite total del transformador.

Se instalará un sistema contra incendio con rociadores para agua, estratégicamente colocados para bañar el tanque de los transformadores de la subestación y un sistema contra explosión a base de inyección de nitrógeno para el transformador principal. La operación del sistema contra incendio será automática e instantánea con señal de detectores de temperatura seleccionados de acuerdo a la norma NFPA 13.

II.2.4.2.6.- Utilización de maquinaria y equipo

Se lista la maquinaria y equipo a utilizar tanto en la etapa de preparación del sitio y construcción:

- EXCAVADORA HITACHI 330, CAPACIDAD DEL CUCHARON 2.5 m^3 , excavación en apertura de caja para conformación de vías (incluye caja a camión de volteo). Rendimiento $285 \text{ m}^3/\text{hora}$.
- CARGADOR LIUNGONG 856, CAPACIDAD DE LA CUCHARA 3 m^3 , Carga de camiones de volteo. Rendimiento $319 \text{ m}^3/\text{hora}$.
- EXCAVADORA CATERPILLAR 320 CL, CAPACIDAD DEL CUCHARON 1.5 m^3 , carga de camiones de volteo en banco de materiales (cantera). Rendimiento $150 \text{ m}^3/\text{hora}$.
- MOTONIVELADORA CAT 120 H, LONGITUD DE LA CUCHILLA 3.6 m^3 , Nivelación de superficie a cota de diseño en Terraplenes (espesor de la capa 0.20metros). Rendimiento $230 \text{ m}^3/\text{hora}$.
- MOTONIVELADORA CAT 120 H, LONGITUD DE LA CUCHILLA 3.6 m^3 , Nivelación de superficie a cota de diseño en vías (espesor de la capa 0.20metros). Rendimiento $184 \text{ m}^3/\text{hora}$.

- EXCAVADORA HITACHI 330, CAPACIDAD DEL CUCHARON 2.5 m³, conformación de taludes. Rendimiento 145 m³/hora.
- EXCAVADORA CATERPILLAR 320 CL, CAPACIDAD DEL CUCHARON 1.5 m³, conformación de taludes. Rendimiento 112.5 m³/hora.
- COMPACTADOR INGERSOLL RAND, CAPACIDAD DE CILINDRO 7 ton, Compactación de Terraplenes. Rendimiento 217 m³/hora.
- COMPACTADOR INGERSOLL RAND, CAPACIDAD DE CILINDRO 7 ton, Compactación de Subrasante Rendimiento 2300 m²/hora.
- COMPACTADOR INGERSOLL RAND, CAPACIDAD DE CILINDRO 7 ton, Compactación de Sub-bases y Bases (espesor de la capa 0.20metros). Rendimiento 151 m³/hora.
- COMPACTADOR INGERSOLL RAND, CAPACIDAD DE CILINDRO 10 ton, Compactación de Terraplenes. Rendimiento 260 m³/hora.
- COMPACTADOR INGERSOLL RAND, CAPACIDAD DE CILINDRO 10 ton, Compactación de Subrasante Rendimiento 3000 m²/hora.
- COMPACTADOR INGERSOLL RAND, CAPACIDAD DE CILINDRO 10 ton, Compactación de Sub-bases y Bases (espesor de la capa 0.20metros). Rendimiento 198 m³/hora.
- Camión de volteo de 7m3 DINA D-531 Rendimiento 2.5 Km/litro.
- Pipa para transporte de agua 10,000 L DINA D-551100. Rendimiento 2.5 Km/litro.
- Motobomba para pipa de agua. Rendimiento 1.5 Lt/hora.

II.2.4.2.7.- Personal utilizado

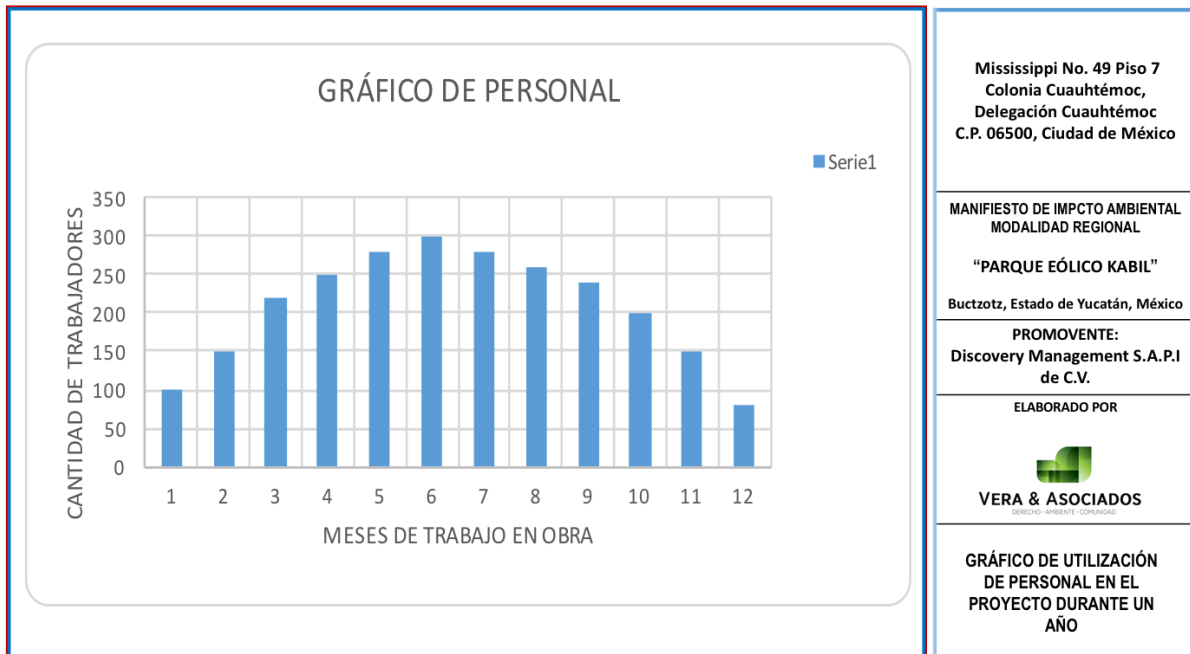
A continuación se indica el cálculo aproximado de trabajadores requeridos para llevar a cabo la obra de ingeniería civil e ingeniería electromecánica. La duración de trabajos de obra se calcula para un periodo de 12 meses.

Tabla II.16. Flujo de personal en un período de 12 meses

MES	# TRABAJADORES
1	100
2	150
3	220
4	250
5	280
6	300
7	280
8	260
9	240
10	200
11	150
12	80

En la siguiente gráfica se muestra el número de trabajadores que se consideraran necesarios para llevar a cabo la obra en un periodo de un año, teniéndose en un punto pico un máximo de 300 trabajadores.

Figura II.14. Personal utilizado en un período de un año



II.2.4.2.8.- Requerimientos de energía eléctrica (origen de la fuente de suministro, potencia y voltaje)

Generadores eléctricos. Será preciso instalar unos generadores eléctricos portátiles de diésel para suministrar a las casetas y a los equipos auxiliares de construcción que precisen de alimentación eléctrica. El mayor impacto que estos equipos pueden producir es el ruido que emiten. Para reducirlo en la medida de lo posible, se utilizarán equipos modernos con cubiertas aislantes de gran calidad.

II.2.4.2.9.- Requerimientos de combustible

El suministro de gasolina se llevará a cabo teniendo un almacenamiento de 500 L, cerca del área de construcción, para evitar traslado a otro sitio.

Se calcula un promedio de consumo de 50 L/día.

II.2.4.2.10.- Requerimientos de agua

El consumo de agua potable se realizará por medio de botellones comprados a empresas locales mientras que el agua tratada empelada en sanitarios se hará uso de cisternas. No se requerirá de agua de pozo ni

para la construcción ni para la operación del proyecto. Durante la construcción, se contratará el servicio de pipas con el fin de humectar los caminos y evitar la dispersión de polvos a la atmósfera.

En la etapa de preparación de sitio y construcción, se asegura de la legal procedencia del agua empleada en construcción y que la empresa contratada para este servicio posea las concesiones de extracción necesarias ante CONAGUA. No se considera que el Proyecto comprometa la obtención de agua a la comunidad, puesto que solo la empleará con fines de humectación de caminos y no requerirá extraer agua de pozos.

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

El objetivo del presente muestreo fue únicamente obtener los volúmenes de los ejemplares arbóreos para estimar los posibles volúmenes que se alteraran cuando se realice el desmonte de la superficie solicitada para la instalación del proyecto "PARQUE EÓLICO KABIL".

El trabajo para levantar la información en campo se realizó mediante dos visitas, durante la primera se realizaron recorridos de reconocimiento donde se recabó la información de los diferentes usos de suelo y tipo de vegetación presente (estudio prospectivo), de igual manera se delimito en cartografía.

Durante la siguiente visita se realizaron las mediciones de los árboles y arbustos que se verán afectados con la construcción del proyecto "PARQUE EÓLICO KABIL" en las áreas con vegetación forestal.

II.2.5.1.- Forma y tamaño de las unidades de muestreo

Las parcelas fueron distribuidas aleatoriamente en la superficie sujeta a afectación, ya que dicho arreglo es el más confiable estadísticamente (Jiménez Pérez, 2000, Apuntes del Curso "Evaluación de Recursos Forestales" del Programa de Maestría en Ciencias Forestales que ofrece la UANL). Con esto, todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser seleccionados como áreas de muestreo.

Es importante resaltar que mediante la aplicación de dicho método, como en algunos otros (bloques al azar, estratificado o sistemático por rodales adaptado a muestreos de vegetación selvática), se evalúa sólo una fracción de la población de manera objetiva y se extrapolan los resultados obtenidos a toda la superficie de estudio, por lo que de esta manera, se establecieron 9 unidades de muestreo para el CUSTF y 9 unidades de muestreo para el SAR sobre un radio de 18 m a partir del centro equivalente a una

superficie de 1,000 m², una vez terminada esta sección se procedió a registrar la sección con vegetación arbustiva donde se tomaron 5.6 m de radio a partir del centro equivalente a una superficie de 100 m², por último se midió el estrato herbáceo con un radio de 1m² a partir del centro, georreferenciando cada una de estas en el Sistema Universal Transversa de Mercator, Datum WGS84 (Tabla II.18 y Tabla II.19).

Tabla II.17. Coordenadas de las unidades de muestreo en la superficie del CUSTF

CUSTF		
Vértice	X UTM Z16	Y UTM Z16
1 CUSTF	326822	2346669
2 CUSTF	326881	2346104
3 CUSTF	327862	2345913
4 CUSTF	328817	2346641
5 CUSTF	329095	2346232
6 CUSTF	329219	2345898
7 CUSTF	329283	2345538
8 CUSTF	329266	2345099
9 CUSTF	322972	2344752

Figura II.15. Unidades de muestreo de CUSTF y SAR

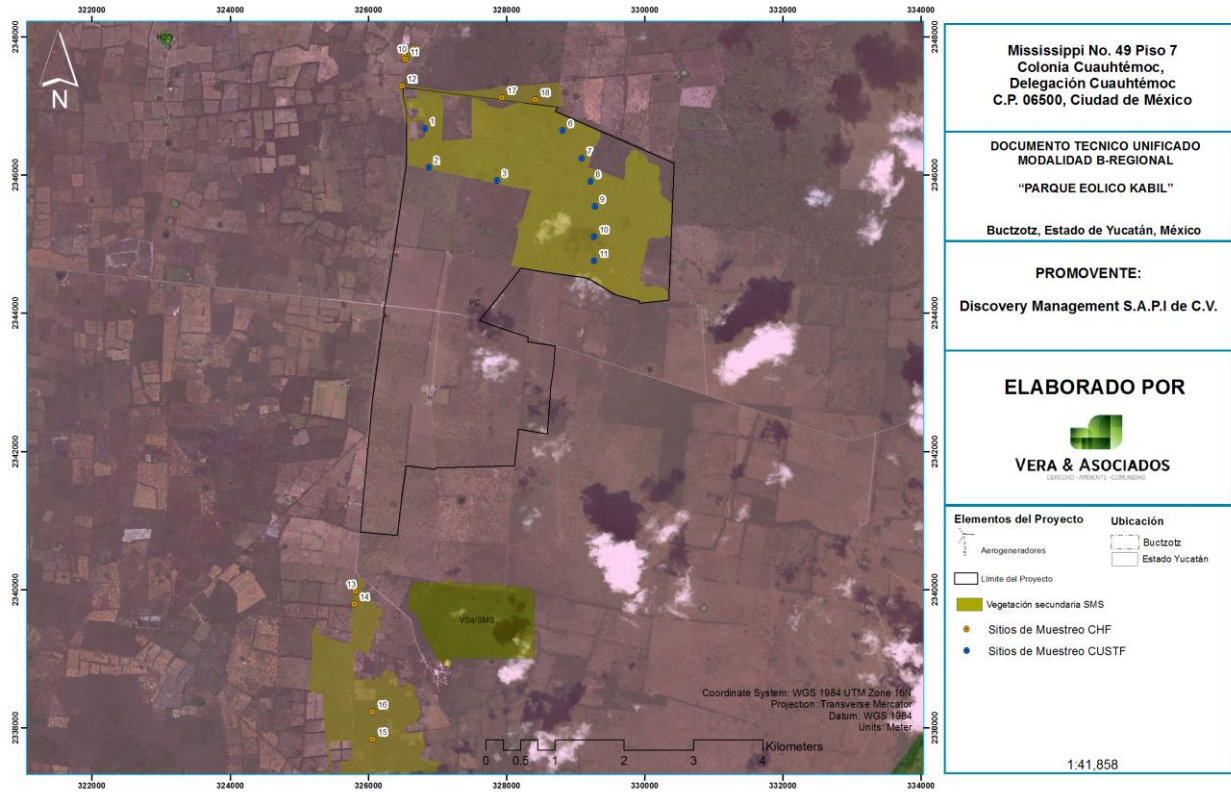


Tabla II.18. Coordenadas de las unidades de muestreo en la superficie del SAR

SAR		
Vértice	X UTM Z16	Y UTM Z16
10 SAR	326523	2347717
11 SAR	326537	2347673
12 SAR	326488	2347281
13 SAR	325815	2339966
14 SAR	325802	2339779
15 SAR	330487	2345355
16 SAR	330458	2345586

SAR		
17 SAR	330508	2346142
18 SAR	330525	2346305

II.2.5.2.- Intensidad de muestreo

La intensidad de muestreo según (*Romahn y Ramírez (2010)*) mencionan que la intensidad o fracción de muestreo es la relación porcentual de la superficie de la muestra con respecto a la superficie total, y se calcula por medio de la siguiente formula:

$$IM_{CUSTF} = n/N + 100$$

Donde:

IM_{CUSTF} = Intensidad de muestreo en porcentaje en la superficie de CUSTF.

n = Número de la muestra.

N = Número de unidades de toda la población.

La intensidad de muestreo para la superficie sujeta al CUSTF de **Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia (VSSMS)**, de conformidad a la fórmula es la siguiente:

n = 9 unidades de muestreo (de superficie 1,000 m²) = 9,000 m² = 0.90 has

N = 103 unidades de muestreo (de superficie 1,000 m²) = 103,000 m² = 10.30 has

$$IM_{CUSTF} = (9 / 103) * 100 = 8.7$$

$$IM_{CUSTF} = (0.90/10.30) * 100 = 8.7$$

II.2.5.3.- Comprobación estadística del tamaño de la muestra

Esta forma de obtener el número de muestras a tomarse en un estudio requiere hacer un estudio piloto, ya que es necesario calcular algunas variables a partir de datos reales. En muchos casos, dichas variables se pueden obtener de estudios muy similares al objetivo del estudio a iniciarse. El modelo para determinar el número de muestras según el modelo matemático es el siguiente:

$$n = (t^2 * CV^2) / (E^2 + (t^2 * CV^2 / N)^{16}$$

Donde

n = número de unidades muestrales.

E = error con el que se quiere obtener los valores de un determinado parámetro.

t = valor que se obtiene de las tablas de "t" de Student, generalmente se usa $t = 0.05$.

N = total, de unidades muestrales en toda la población.

CV = coeficiente de variación; para obtener este valor es necesario hacer un muestreo piloto.

De acuerdo a la siguiente metodología:

- 1.- Si se quiere estimar el volumen de madera de una determinada especie arbórea, primero se tiene que dividir toda el área (población) en un determinado número total de unidades muestrales. Suponiendo que el área a estudiarse tiene forma de rodal, **N = 18 Cuadrantes**.
- 2.- Seleccionar aleatoriamente las unidades muestrales del total de unidades en una población; en este caso se seleccionaron 9 unidades muestrales (números con negrita y color azul claro de la base de cálculos de Excel). Cada número se refiere a una unidad muestral.
- 3.- Sacar el volumen total de la réplica de las 9 unidades muestrales, posteriormente se calcula el promedio o media aritmética, mediante la siguiente fórmula:

$$Xp = Vt / n$$

Donde

Xp = Promedio o media aritmética.

n = Número de las muestras = 9.

- 4.- Luego se debe calcular la desviación estándar mediante la fórmula:

$$s = \sqrt{\sum V^2 - ((\sum V)^2 / N) / N - 1}$$

¹⁶ Manual de Métodos Básicos y análisis en Ecología Vegetal, Bonifacio Mostacedo, Todd S. Fredeicksen, Santa Cruz de la Sierra, 2000.

Donde

V^2 = Sumatoria de cuadrados.

$n - 1$ = Grados de libertad.

5.- Se calcula coeficiente de variación es igual a:

$$CV = s * 100 / Xp$$

5.- El valor de error con que se quiere obtener las muestras generalmente es del 10%. El valor de "t", en este caso, tendrá 3 grados de libertad y 97% de probabilidad y dos colas ($t_{\alpha 0.025,9}$) = 2.68.

Tabla II.19. Muestras seleccionadas aleatoriamente

Unidades muestrales	Numero individuos	(Numero individuos) ²	(Ni-N \bar{x}) ²
1	60	3600	513.78
2	110	12100	747.11
3	108	11664	641.78
6	62	3844	427.11
7	79	6241	13.44
8	63	3969	386.78
9	70	4900	160.44
10	87	7569	18.78
11	105	11025	498.78
Σ	744	64912	513.78
Promedio	82.66		

Tabla II.20. Asociación vegetal muestreada

Asociación Vegetal Muestreada	Superficie HA	IM	Superficie de muestreo Propuesta HA	No. De Sitios de .10 ha	
				Propuestos	Levantados
Vs Selva Mediana Subcaducifolia	10.34	8.70%	0.9	7	9

Tabla II.21. Cálculo de la media

Media	
Media	82.66
$S^2 = \text{Varianza } \Sigma(x - \bar{x})^2 / n - 1$	
S^2	426
Desviación Estandar $S = \sqrt{S^2}$	
S	20.63
Coeficiente de Variación (CV) $CV = S / \bar{Vx} * 100$	
CV	24.96
CV^2	623.37
Error estándar (SV) $SV = \sqrt{[(S^2) (1 - (n/N))]}$	
SV	19.72
Error estándar Porcentual ($N\bar{x}$) por 100.	
%	23.85
IM %	
IM %	8.7

Número de sitios necesarios (NS) $(t^2 * CV) / (1+(E\%^2 + (t^2 * CV^2))/N)$	
NS	7.01
t	1.099
t ²	1.207
Error del Muestreo $t(CV)/\sqrt{n}$	
E%	3

Tabla II.22. Resultados

Parámetro	Información y resultados estadísticos por tipo vegetativo
	Vs Selva Mediana Subcaducifolia
t-Student	1.099
Confiabilidad %	85
Error de muestreo	10
Superficie (ha)	10.34
Tamaño de la población (N)	103.4
Intensidad de muestreo prefijada %	8.70%
Tamaño de muestra (pn)	9
Resultados:	
Media de individuos / sitio (N \bar{x})	82.67
Varianza (S ²)	426.00
Desviación estándar (S)	20.64

Parámetro	Información y resultados estadísticos por tipo vegetativo
	Vs Selva Mediana Subcaducifolia
Coeficiente de variación (CV)	24.97
Error estándar (SV)	19.72
Error de Muestreo (%)	3
Intensidad de muestreo %	0.09
Sitios para muestrear (nS)	7
Sitios realmente levantados	9

II.2.5.4.- Variables levantadas

En cada sitio levantado se registró la siguiente información:

- **Número de sitio.** Esta asignación se llevó a cabo sobre los planos, y durante los trabajos de campo únicamente se localizaba el punto realizando el levantamiento de las coordenadas en un GPS de sitio a sitio, posteriormente se realizaban los recorridos caminándole acuerdo a la forma anteriormente descrita para que una persona llegará al siguiente sitio, una vez en el sitio se delimitaba y se le colocaba una marca en donde se indicaba el número de sitio.
- **Especie.** - Se anotó el nombre común de cada especie.
- **Contabilizando números de árboles.** - Se tomaron los datos sobre el sitio iniciando conforme al esquema planteado que fue geo-referenciada contando el un número de ejemplar encontrado y anotando la especie que pertenece.
- **Diámetro Normal (DN).** - Se utilizó una forcípula metálica para la medición del diámetro de árboles en pie, se tomó de acuerdo a los estándares mundiales que se establecen a 1.30 m del suelo.
- **Altura Total (AT).** - Con la ayuda de un estadal graduado métricamente a cada 10 cm, se midió la altura total de cada árbol desde el nivel del suelo hasta su extremo superior.

II.2.5.5.- Equipo utilizado

Para la realización de la toma de datos se utilizó el siguiente equipo y materiales:

- Estadal graduado métricamente a cada 10 cm, para medir alturas.
- Machete.
- Geo-posicionador satelital Garmin (con una precisión de + 30 cm).
- Cámara fotográfica digital.
- Cinta métrica de 50 metros.
- Libreta de campo.
- Lápices de grafito.
- Plumones permanentes.
- Cinta amarilla.
- Estacas de madera para el marcado de los puntos muestreados

II.2.5.6.- Análisis de la información

Se realizó un análisis estadístico con la ayuda del programa de computación Excel, con el que se obtuvieron los estimadores de los parámetros de las variables dasométricas de número de árboles por hectárea, diámetro normal y altura total promedios, área basal, volumen total.

II.2.5.7.- Formulas utilizadas

II.2.5.7.1.- Área basal por especie

Para calcular el área basal (g) para cada especie se utilizó la siguiente fórmula:

$$g = \pi/4 \text{ DAP}^2$$

Donde

$$\pi = 3.1416$$

DAP = Diámetro a la altura de pecho

II.2.5.7.2.- Volumen por especie

Para calcular el volumen (V_e) para cada especie se utilizó la siguiente fórmula:

$$V_e = g * H_p$$

Donde

V_e = Volumen por especie

H_p = Altura promedio de la especie

II.2.5.7.3.- Volumen muestreado por especie

Para calcular el volumen (V_m) para cada especie se utilizó la siguiente fórmula:

$$V_m = V_e * CM$$

Dónde

V_m = Volumen muestreado por especie

V_e = Volumen por especie

CM = Coeficiente mórfico

II.2.5.7.4.- Coeficiente Mórfico

Con base en el Inventario Nacional Forestal y Suelos 2004-2009, se calculo el coeficiente mórfico del tipo de vegetación muestreado de Selva Mediana Subcaducifolia, de la siguiente manera:

Las existencia reales se calcularon de la siguiente fórmula:

$$ER = AB * H * CM$$

Donde:

ER = Existencias reales (m^3/ha)

AB = Área Basal promedio (m^2/ha)

H = Altura promedio (m)

CM = Coeficiente mórfico

Despejamos EL Coeficiente Mórfoico

$$CM = ER / (AB \times H)$$

Obtenemos el valor del volumen total promedio, área basal y distribución de alturas de selvas de las tabla del INFy S

Tabla II.16. Volumen total promedio (m³/ha)

Ecosistema	Formación	Volumen total promedio (m ³ /ha)	E (%)*
Bosques	Coníferas	90.82	3.29
	Coníferas y latifoliadas	96.29	1.63
	Latifoliadas	37.23	2.26
Selvas	Selvas altas – medianas	77.30	2.03
	Selvas bajas	23.72	3.10

*Error estándar

Tabla II.23. Área basal

Ecosistema	Formación	Densidad		Cobertura		Área basal		Volumen	
		Árboles/ha	E (%)*	%/ha	E (%)*	m ² /ha	E (%)*	m ³ /ha	E (%)*
Bosques	Coníferas	175	2.33	30.85	2.81	9.67	2.48	90.82	3.29
	Coníferas y latifoliadas	228	1.30	40.49	1.48	11.06	1.21	96.29	1.63
	Latifoliadas	156	1.70	29.70	1.79	6.53	1.67	37.23	2.26
Selvas	Selvas altas y medianas	514	1.17	45.72	1.40	12.03	2.06	77.30	2.03
	Selvas bajas	221	2.65	30.29	2.62	4.74	2.50	23.72	3.10

*Error estándar.

Figura II.20. Alturas promedio



Sustituyendo los valores obtenemos el valor de CM

$$CM = ER / (AB \times H)$$

$$CM = 77.30 / (12.03 \times 7.5)$$

$$CM = 0.86$$

Tabla II.24. Volumen Forestal por especie en el área de CUSTF de SMS

No	Nombre	Nombre Científico	No. de Ind/2.5 Ha	Ind/ha	%	Ind/Proyecto	Altura prom (m)	Diam prom (m)	Diam cuadrado	Constante $\pi/4$	Coefficiente mórfico	área basal	Volumen	Volumen muestreado	Volumen n/ha	Volumen total (m ³ vta)
1	Be sinik che'	<i>Alvaradoa amorphoides Liebm.</i>	3	3	1.18	34	7.47	0.15	0.0225	0.7854	0.86	0.01767	0.13195	0.113475	1.173	3.911
2	bojom	<i>Cordia gerascanthus L.</i>	2	2	0.78	23	8.05	0.26	0.0650	0.7854	0.86	0.05107	0.41112	0.353562	3.656	8.124
3	Bonete	<i>Jacaratia mexicana A. DC.</i>	3	3	1.18	34	6.00	0.23	0.0529	0.7854	0.86	0.04155	0.24929	0.214386	2.217	7.389
4	box kaatsim	<i>Senegalia gaumeri (S. F. Blake) Britton & Rose</i>	40	44	15.69	460	8.38	0.24	0.0580	0.7854	0.86	0.04552	0.38125	0.327874	3.390	150.676
5	Ceiba	<i>Ceiba pentandra (L.) Gaertn.</i>	8	9	3.14	92	7.04	0.23	0.0541	0.7854	0.86	0.04246	0.29878	0.256953	2.657	23.617
6	Chakah	<i>Bursera simaruba (L.) Sarg.</i>	23	26	9.02	264	8.80	0.20	0.0407	0.7854	0.86	0.03196	0.28129	0.241909	2.501	63.923
7	Chakté	<i>Caesalpinia platyloba S. Watson</i>	15	17	5.88	172	9.05	0.22	0.0481	0.7854	0.86	0.03778	0.34207	0.294176	3.042	50.696
8	Cheechem	<i>Metopium brownei (Jacq.) Urb.</i>	11	12	4.31	126	8.21	0.20	0.0415	0.7854	0.86	0.03257	0.26736	0.229930	2.377	29.058
9	ch'i' may, k'ank' i ilische'	<i>Acacia pennatula (Schltdl. & Cham.) Benth.</i>	29	32	11.37	333	7.72	0.23	0.0524	0.7854	0.86	0.04117	0.31804	0.273514	2.828	91.129
10	Chukum	<i>Havardia albicans (Kunth) Britton & Rose</i>	6	7	2.35	69	8.92	0.19	0.0374	0.7854	0.86	0.02936	0.26176	0.225115	2.328	15.518
11	Ciricote	<i>Cordia dodecandra DC</i>	8	9	3.14	92	7.33	0.23	0.0541	0.7854	0.86	0.04246	0.31099	0.267450	2.765	24.582

No	Nombre	Nombre Científico	No. de Ind/2.5 Ha	Ind/ha	%	Ind/Proyecto	Altura prom (m)	Diam prom (m)	Diam cuadrado	Constante $\pi/4$	Coefficiente mórfico	área basal	Volumen	Volumen muestreado	Volumen n/ha	Volumen total (m ³ vta)
12	Cornezuelo (Subin che')	<i>Acacia cornigera (L.) Willd.</i>	10	11	3.92	115	7.99	0.24	0.0552	0.7854	0.86	0.04337	0.34656	0.298038	3.082	34.241
13	Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.</i>	2	2	0.78	23	8.20	0.22	0.0462	0.7854	0.86	0.03631	0.29770	0.256024	2.647	5.883
14	Ja' abin	<i>Piscidia piscipula (L.) Sarg.</i>	30	33	11.76	345	8.57	0.22	0.0481	0.7854	0.86	0.03778	0.32393	0.278579	2.881	96.017
15	K' atoch	<i>Randia obcordata S. Watson</i>	5	6	1.96	57	7.64	0.23	0.0538	0.7854	0.86	0.04227	0.32297	0.277753	2.872	15.955
16	k'an jóol	<i>Hampea trilobata Standl.</i>	1	1	0.39	11	7.80	0.13	0.0169	0.7854	0.86	0.01327	0.10353	0.089037	0.921	1.023
17	k'an lool	<i>Senna racemosa (Mill.) H.S. Irwin & Barneby</i>	7	8	2.75	80	7.90	0.22	0.0497	0.7854	0.86	0.03901	0.30816	0.265014	2.740	21.313
18	Kitinche	<i>Caesalpinia gaumeri Greenm.</i>	1	1	0.39	11	5.60	0.20	0.0400	0.7854	0.86	0.03142	0.17593	0.151299	1.564	1.738
19	k'uuy che', Cedro colorado	<i>Cedrela odorata L.</i>	1	1	0.39	11	7.60	0.29	0.0841	0.7854	0.86	0.06605	0.50200	0.431717	4.464	4.960
20	Pixoy	<i>Guazuma ulmifolia Lam.</i>	13	14	5.10	149	7.45	0.20	0.0406	0.7854	0.86	0.03190	0.23754	0.204285	2.112	30.511
21	Pomolche'	<i>Jatropha gaumeri Greenm.</i>	3	3	1.18	34	10.27	0.21	0.0455	0.7854	0.86	0.03574	0.36698	0.315599	3.263	10.878
22	taa k'in che'	<i>Caesalpinia yucatanensis (Britton & Rose) Greenm</i>	5	6	1.96	57	8.26	0.22	0.0467	0.7854	0.86	0.03664	0.30268	0.260302	2.692	14.953
23	Ts' i' ts'ilché	<i>Gymnopodium floribundum Rolfe</i>	5	6	1.96	57	5.90	0.23	0.0548	0.7854	0.86	0.04301	0.25373	0.218209	2.256	12.535

No	Nombre	Nombre Científico	No. de Ind/2.5 Ha	Ind/ha	%	Ind/Proyecto	Altura prom (m)	Diam prom (m)	Diam cuadrado	Constante $\pi/4$	Coefficiente mórfico	área basal	Volumen	Volumen muestreado	Volume n/ha	Volume n total (m ³ vta)
24	Ts'ulub took'/pata vaca	<i>Bauhinia divaricata L.</i>	6	7	2.35	69	9.28	0.21	0.0455	0.7854	0.86	0.03574	0.33183	0.285372	2.951	19.672
25	xa'an	<i>Sabal mexicana Mart.</i>	1	1	0.39	11	6.40	0.31	0.0961	0.7854	0.86	0.07548	0.48305	0.415425	4.295	4.773
26	xya'ax nik	<i>Vitex gaumeri Greenm</i>	13	14	5.10	149	8.78	0.23	0.0547	0.7854	0.86	0.04295	0.37729	0.324469	3.355	48.461
27		<i>Caesalpinia sp.</i>	4	4	1.57	46	7.45	0.25	0.0625	0.7854	0.86	0.04909	0.36570	0.314504	3.252	14.453
Σ			255	283	100	2930										805.99

II.2.5.8.- Existencias reales de las materias primas forestales no maderables

El recurso no maderable demandado en la región, es la tierra de monte (suelo orgánico y hojarasca), para su estimación cuantitativa se tomaron como variables: la superficie forestal solicitada para el CUSTF y el espesor o profundidad del suelo orgánico en cada sitio de muestreo por tipo de vegetación de cada polígono con vegetación forestal.

Considerando la afectación a terreno forestal de 103,000 m² (10.30 hectáreas) para los que se solicita CUSTF con un espesor de 20 centímetros de suelo vegetal, se tiene que el volumen de suelo orgánico o tierra de monte como materia prima forestal es de 20,600 m³.

II.2.5.9.- Destino final de los productos resultantes

El volumen de madera que se produzca a causa del desmonte por el Cambio de Uso del Suelo en Terreno Forestal, se triturará primeramente y será utilizado en las actividades de conservación del suelo como mejorador al ser incorporado al suelo vegetal almacenado para ser posteriormente utilizado en las actividades de restauración en las áreas del proyecto “PARQUE EÓLICO KABIL”.

Por lo anterior, no es necesario que la SEMARNAT emita remisiones para acreditar la legal procedencia de la madera producida porque no se donará a los propietarios.

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

La fracción XXIV del Artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable describe los recursos biológicos forestales, dentro de los que comprende las especies y variedades de plantas, animales y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquellas de interés científico, biotecnológico o comercial.

En este sentido, con el fin de desarrollar una perspectiva en la valoración de la biodiversidad, y por ende de los servicios eco-sistémicos, es necesario en primer lugar, proporcionar una discusión clara de lo que significa el valor y del papel de la “valoración” en la formulación de políticas ambientales.

El medio natural constituye un gran obstáculo en la aplicación del criterio de racionalidad de costo-beneficio tradicional: algunos bienes y servicios ambientales prestados a la comunidad no son intercambiados en un mercado, la ausencia de un indicador del valor del medio ambiente en una forma monetaria (precios) no permite evaluar el cambio en el bienestar de las personas, resultantes de una

modificación en la calidad del medio ambiente (Caballero y Rojas 2009). 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. Hablar de una estimación económica de los recursos forestales es darle valores cuantitativos a los bienes y servicios proporcionados por este recurso ambiental, independientemente de si existen o no precios de mercado que nos ayuden a hacerlo.

Debido a la naturaleza diversa de los recursos biológicos forestales y ante la falta de métodos de evaluación de cada uno de ellos, es muy complejo realizar una estimación económica integral de los mismos. En nuestro caso particular, las estimaciones de los recursos biológicos del ecosistema se agrupan en los siguientes conceptos:

- Recursos biológicos forestales maderables,
- Recursos biológicos forestales no maderables y
- Servicios ambientales

II.2.6.1.- Recursos Biológicos Forestales Maderables

La estimación económica de los recursos forestales presentes en áreas sujetas al cambio de uso del suelo se fundamenta en la determinación y cuantificación de las especies que tienen algún uso tradicional, etnobotánica o comercial y que en algún momento pueden tener demanda en el mercado local, que le den un valor económico.

Como se mencionó anteriormente, los recursos maderables no serán donados a los propietarios ni a ningún otro habitante de la comunidad Buchtzoc, por lo que el valor de las especies se estimó un valor de costo de producción en vivero y/o costo de venta, ya que no hay suficiente información sobre los precios en el mercado de todas las especies se extrapolo un valor absoluto y único para todas las especies.

Tabla II.25. Especies de individuos forestales de SMS

Vs Selva Mediana Subcaducifolia						
Nombre científico	Nombre común	No. de Individuos	Ind/ha	Ind/proyecto	Costo	Total
<i>Abutilon permolle (Willd) Sweet</i>	Sak xiw	48	53	551	\$150.00	\$82,650.00
<i>Acacia collinsii Saff.</i>	Subin	3	3	34	\$150.00	\$5,100.00
<i>Acacia cornigera (L.) Willd.</i>	Cornezuelo (Subin che')	14	16	161	\$150.00	\$24,150.00
<i>Acacia pennatula (Schltdl. & Cham.) Benth.</i>	ch'i' may, k'ank' i ilische'	29	32	333	\$150.00	\$49,950.00
<i>Achyranthes aspera L.</i>	Payche	38	42	437	\$150.00	\$65,550.00
<i>Alvaradoa amorphoides Liebm.</i>	Be sinik che'	5	6	57	\$150.00	\$8,550.00
<i>Aphelandra scabra (Vahl) Sm.</i>	Chank anal	24	27	276	\$150.00	\$41,400.00
<i>Bauhinia divaricata L.</i>	Ts'ulub took'/pata vaca	21	23	241	\$150.00	\$36,150.00
<i>Bonellia macrocarpa (Cav.)</i>	chak sik'iix le	1	1	11	\$150.00	\$1,650.00
<i>Bromelia pinguin (E. Morren). L.B.Smith</i>	Ts'albay	9	10	103	\$150.00	\$15,450.00
<i>Bursera simaruba (L.) Sarg.</i>	Chakah	23	26	264	\$150.00	\$39,600.00
<i>Caesalpinia gaumeri Greenm.</i>	Kitinche	4	4	46	\$150.00	\$6,900.00
<i>Caesalpinia sp.</i>	(en blanco)	5	6	57	\$150.00	\$8,550.00
<i>Caesalpinia yucatanensis (Britton & Rose) Greenm</i>	taa k'in che'	7	8	80	\$150.00	\$12,000.00
<i>Caesalpinia platyloba S. Watson</i>	Chakté	15	17	172	\$150.00	\$25,800.00
<i>Cascabela thevetia (L.) Lippold</i>	Campanilla	1	1	11	\$150.00	\$1,650.00
<i>Cedrela odorata L.</i>	k'uuy che', Cedro colorado	1	1	11	\$150.00	\$1,650.00
<i>Ceiba pentandra (L.) Gaertn.</i>	Ceiba	8	9	92	\$150.00	\$13,800.00
<i>Cnidoscolus souzae McVaugh</i>	Chaya silvestre	14	16	161	\$150.00	\$24,150.00

Vs Selva Mediana Subcaducifolia						
Nombre científico	Nombre común	No. de Individuos	Ind/ha	Ind/proyecto	Costo	Total
<i>Cordia dodecandra</i> DC	Ciricote	8	9	92	\$150.00	\$13,800.00
<i>Cordia gerascanthus</i> L.	bojom	4	4	46	\$150.00	\$6,900.00
<i>Croton flavens</i> L.	ek' balam	53	59	609	\$150.00	\$91,350.00
<i>Elytraria imbricata</i> (Vahl) Pers.	Kaanbal xa'an	19	21	218	\$150.00	\$32,700.00
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	Guanacaste	2	2	23	\$150.00	\$3,450.00
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Pixoy	14	16	161	\$150.00	\$24,150.00
<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	Ts' i' ts'ilché	19	21	218	\$150.00	\$32,700.00
<i>Hampea trilobata</i> Standl.	k'an jóol	2	2	23	\$150.00	\$3,450.00
<i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton & Rose	Chukum	6	7	69	\$150.00	\$10,350.00
<i>Hybanthus yucatanensis</i> Millsp.	(en blanco)	4	4	46	\$150.00	\$6,900.00
<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.	Bonete	3	3	34	\$150.00	\$5,100.00
<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	Pomolche'	10	11	115	\$150.00	\$17,250.00
<i>Lantana camara</i> L.	mo'ol peek	12	13	138	\$150.00	\$20,700.00
<i>Lasiacis divaricata</i> (L.) Hitchc.	Siit	2	2	23	\$150.00	\$3,450.00
<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Cheechem	11	12	126	\$150.00	\$18,900.00
<i>Morinda royoc</i> L.	piña ch'en	12	13	138	\$150.00	\$20,700.00
<i>Paullinia fuscescens</i> Kunth.	pukin aak'	7	8	80	\$150.00	\$12,000.00
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	Ja' abin	36	40	414	\$150.00	\$62,100.00
<i>Platymiscium yucatanum</i> Standl.	subin che'	1	1	11	\$150.00	\$1,650.00
<i>Randia aculeata</i> L.	Xpeech' kitam	118	131	1356	\$150.00	\$203,400.00
<i>Randia obcordata</i> S. Watson	K' atoch	34	38	391	\$150.00	\$58,650.00
<i>Randia</i> sp.	(en blanco)	29	32	333	\$150.00	\$49,950.00

Vs Selva Mediana Subcaducifolia						
Nombre científico	Nombre común	No. de Individuos	Ind/ha	Ind/proyecto	Costo	Total
<i>Sabal mexicana</i> Mart.	xa'an	1	1	11	\$150.00	\$1,650.00
<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose	box kaatsim	44	49	506	\$150.00	\$75,900.00
<i>Senna racemosa</i> (Mill.) H.S. Irwin & Barneby	k'an lool	10	11	115	\$150.00	\$17,250.00
<i>Vitex gaumeri</i> Greenm	xya'ax nik	13	14	149	\$150.00	\$22,350.00
Total		744	825	8543	\$150.00	\$1,281,450.00

II.2.6.2.- Recursos Biológicos no forestales

Para realizar la estimación económica de los recursos biológicos forestales no maderables, se incluyó la tierra de monte de acuerdo a lo observado en el área del proyecto "PARQUE EÓLICO KABIL".

Para determinar la cantidad, así como el costo del recurso tierra de monte, se tomaron como variable: la superficie forestal solicitada para el CUSTF y un espesor o profundidad de la materia o capa orgánica con hojarasca.

Basados en los datos del inventario forestal que se llevó a cabo en esa área, se obtuvieron los promedios por polígono y teniendo las superficies correspondientes a cada una. Sólo es necesario obtener el producto de profundidad y superficie que estará dado en m³, en la región el m³ de tierra de monte tiene un precio de \$100.00 (Cien pesos 00/100 M.N.). Así que para obtener el costo de la tierra de monte para toda el área a la cual se le va a realizar el Cambio de Uso de Suelo Forestal se multiplica el volumen que se obtuvo por el precio por m³ (Tabla II.28).

Tabla II.26. Estimación económica para la tierra de monte

Tierra de monte (No maderable)				
Superficie de CUSTF (m ²)	Promedio de espesor de suelo vegetal (m)	Volumen total de suelo vegetal (m ³)	Precio unitario de tierra de monte 1 m ³)	Costo total de la tierra de monte
103,000	0.2	21,300	\$100.00	\$2,130,000.00

El costo económico estimado por el recurso tierra de monte equivale a \$2,130,00.00 (Dos millones, ciento treinta mil pesos 00/100 M.N.), en la superficie requerida para CUSTF, se hace la aclaración que este valor representa el ingreso bruto.

II.2.6.3.- Servicios ambientales

II.2.6.3.1.- Captura de carbono

De acuerdo con el INECC (2010), no hay un valor "oficial" sobre el precio de una tonelada de CO₂ reducida o no emitida. Aunque algunas agencias multilaterales han establecido ciertos precios para los proyectos de reducción de emisiones financiados por ellas mismas (por ejemplo, hasta 2005, el Banco Mundial emplea un precio de \$5.00 dólares por tonelada de CO₂ equivalente no emitida), el precio de la tonelada está sujeto a oferta y demanda de bonos de carbono en el mercado. El cual se está tomando como referencia para la estimación del costo de este servicio ambiental para nuestro caso particular y la estimación del volumen que potencialmente captura el área de CUSTF dentro del ecosistema a afectar (se anexa base de datos "Servicios Ambientales por afectar")

Tabla II.27. Estimación económica para la pérdida de captura de CO₂

Captura de carbono					
Superficie de CUSTF (m ²)	Superficie de CUSTF (has)	Carbono almacenado en los diferentes tipos de vegetación en México	Total, CUSTF captura de carbono (tCO ₂ e/CUSTF)	Precio Ton de Carbono (5 USD) ¹⁷	Costo total de la captura de CO ₂
103,000	10.30	154	1,586.20	\$92.60	\$146,882.12

II.2.6.3.2.- Valor por conservación de la biodiversidad

De acuerdo a la carta temática de "Áreas Prioritarias para el Pago de Servicios Ambientales" obtenida de la Comisión Nacional Forestal, el área sujeta a CUS no se encuentra dentro de un área prioritaria; pero en el supuesto de que se ubicara en un "Área Prioritaria" se estimó el monto que se pagaría por la modalidad

¹⁷ [1] Paridad peso-dólar \$18.52, fuente Banco de México (31 de marzo de 2018)

de "Conservación de la Biodiversidad", se tomó el monto descrito en el documento donde se emiten las Reglas de Operación del Programa Nacional Forestal 2016, cuyo monto máximo es de **\$700.00 por hectárea por año**, tomando este valor como referencia se estimó el valor por conservación de la biodiversidad:

$$\text{Valor por la conservación de la biodiversidad} = \text{ASCUS} * \text{VMR}$$

Donde:

ASCUS = Área sujeta a Cambio de Uso de Suelo

VMR = Valor monetario de referencia (\$/ha/años)

Tabla II.28. Estimación económica para la conservación de la biodiversidad

Biodiversidad			
Superficie de CUSTF (m ²)	Superficie CUSTF (Has)	Precio unitario de Has de conservación de la biodiversidad al año	Costo total de la conservación de la biodiversidad al año
103,000	10.3	\$700.00	\$7,210.00

II.2.6.3.3.- Valor de los servicios ambientales hidrológicos

Como se mencionó anteriormente el área sujeta a CUSTF no se encuentra inmersa en un "Área Prioritaria para el Pago de Servicios Ambientales" pero se estimó el monto que se pagaría por los Servicios Ambientales Hidrológicos en el supuesto de que en el área se desarrollara ese servicio ambiental. El valor de acuerdo al monto máximo según lo descrito en las Reglas de Operación del Programa Nacional Forestal 2016 es de **\$1,100 por hectárea por año**. Para la estimación del valor de los servicios hidrológicos se realizó multiplicando la superficie que abarca el proyecto por el pago estipulado por los servicios hidrológicos según PRONAFOR.

$$\text{Valor por Servicios hidrológicos} = \text{ASCUS} * \text{VMR}$$

Donde:

ASCUS = Área sujeta a Cambio de Uso de Suelo

VMR = Valor monetario de referencia (\$/ha/años)

Tabla II.29. Estimación económica para servicios hidrológicos

Servicios Hidrológicos			
Superficie de CUSTF (m ²)	Superficie CUSTF (Has)	Precio unitario de Has de conservación de la biodiversidad al año	Costo total de la de los servicios hidrológicos al año
103,000	10.3	\$1,100.00	\$11,330.00

II.2.6.3.4.- Valor económico de la fauna

Cabe señalar que los valores económicos para la fauna silvestre que se visualizó dentro del área sujeta a CUSTF se tomó en cuenta el precio estimado formal e informal para la región, puesto que se desconoce que exista un mercado en el área del proyecto o en sus proximidades. En la siguiente Tabla II.31 se describen las especies de fauna registradas durante el muestreo para el área de CUSTF, así como los bienes y servicios que proveen.

Tabla II.30. Estimación económica de la fauna

Fauna							
ÁREA PROYECTO		CHF		Servicio o bien	Total	Costo unitario	Total
ESPECIE	ABUNDANCIA	ESPECIE	ABUNDANCIA				
AVES							
<i>Buteo jamaicensis</i>	1	<i>Buteo jamaicensis</i>	2	Equilibrio de ecosistema	2	\$800.00	\$1,600.00
<i>Buteo plagiatus</i>	0	<i>Buteo plagiatus</i>	1	Equilibrio de ecosistema	1	\$900.00	\$900.00
<i>Cathartes aura</i>	15	<i>Cathartes aura</i>	17	Equilibrio de ecosistema	17	\$1,100.00	\$18,700.00
<i>Coragyps atratus</i>	6	<i>Coragyps atratus</i>	8	Equilibrio de ecosistema	8	\$2,500.00	\$20,000.00
<i>Amazilia rutila</i>	2	<i>Amazilia rutila</i>	0	Equilibrio de ecosistema	2	\$850.00	\$1,700.00
<i>Chlorostilbon canivetii</i>	1	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	3	Equilibrio de ecosistema	3	\$1,000.00	\$3,000.00
<i>Charadrius vociferus</i>	9	<i>Charadrius vociferus</i>	2	Equilibrio de ecosistema	9	\$950.00	\$8,550.00
<i>Columbina passerina</i>	11	<i>Columbina passerina</i>	16	Equilibrio de ecosistema	16	\$100.00	\$1,600.00
<i>Zenaida asiatica</i>	15	<i>Zenaida asiatica</i>	19	Equilibrio de ecosistema	19	\$1,100.00	\$20,900.00
<i>Eumomota superciliosa</i>	0	<i>Eumomota superciliosa</i>	2	Equilibrio de ecosistema	2	\$800.00	\$1,600.00

Fauna							
ÁREA PROYECTO		CHF		Servicio o bien	Total	Costo unitario	Total
ESPECIE	ABUNDANCIA	ESPECIE	ABUNDANCIA				
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	27	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	9	Equilibrio de ecosistema	27	\$750.00	\$20,250.00
<i>Geococcyx velox</i>	3	<i>Geococcyx velox</i>	2	Equilibrio de ecosistema	3	\$1,000.00	\$3,000.00
<i>Colinus nigrogularis</i>	12	<i>Colinus nigrogularis</i>	17	Equilibrio de ecosistema	17	\$1,000.00	\$17,000.00
<i>Meleagris ocellata</i>	2	<i>Meleagris ocellata</i>	0	Equilibrio de ecosistema y listada NOM-059	2	\$1,500.00	\$3,000.00
<i>Cardinalis cardinalis</i>	2	<i>Cardinalis cardinalis</i>	6	Equilibrio de ecosistema	6	\$750.00	\$4,500.00
<i>Passerina cyanea</i>	6	<i>Passerina cyanea</i>	8	Equilibrio de ecosistema	8	\$800.00	\$6,400.00
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	1	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	4	Equilibrio de ecosistema	4	\$750.00	\$3,000.00
<i>Piranga rubra</i>	1	<i>Piranga rubra</i>	3	Equilibrio de ecosistema	3	\$750.00	\$2,250.00
<i>Cyanocorax yncas</i>	2	<i>Cyanocorax yncas</i>	8	Equilibrio de ecosistema	8	\$650.00	\$5,200.00
<i>Tiaris olivaceus</i>	0	<i>Tiaris olivaceus</i>	3	Equilibrio de ecosistema	3	\$500.00	\$1,500.00
<i>Dives dives</i>	6	<i>Dives dives</i>	13	Equilibrio de ecosistema	13	\$450.00	\$5,850.00
<i>Icterus auratus</i>	0	<i>Icterus auratus</i>	1	Equilibrio de ecosistema	1	\$650.00	\$650.00
<i>Icterus cucullatus</i>	2	<i>Icterus cucullatus</i>	3	Equilibrio de ecosistema	3	\$700.00	\$2,100.00
<i>Icterus gularis</i>	4	<i>Icterus gularis</i>	7	Equilibrio de ecosistema	7	\$800.00	\$5,600.00
<i>Mimus gilvus</i>	10	<i>Mimus gilvus</i>	14	Equilibrio de ecosistema	14	\$1,000.00	\$14,000.00
<i>Setophaga americana</i>	0	<i>Setophaga americana</i>	3	Equilibrio de ecosistema	3	\$650.00	\$1,950.00
<i>Setophaga coronata</i>	6	<i>Setophaga coronata</i>	8	Equilibrio de ecosistema	8	\$500.00	\$4,000.00
<i>Setophaga palmarum</i>	1	<i>Setophaga palmarum</i>	4	Equilibrio de ecosistema	4	\$450.00	\$1,800.00
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	2	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	5	Equilibrio de ecosistema	5	\$1,000.00	\$5,000.00
<i>Polioptila caerulea</i>	6	<i>Polioptila caerulea</i>	14	Equilibrio de ecosistema	14	\$1,200.00	\$16,800.00
<i>Volatina jacarina</i>	12	<i>Volatina jacarina</i>	17	Equilibrio de ecosistema	17	\$650.00	\$11,050.00
<i>Myarchus tuberculifer</i>	2	<i>Myarchus tuberculifer</i>	5	Equilibrio de ecosistema	5	\$750.00	\$3,750.00
<i>Myiozetetes similis</i>	4	<i>Myiozetetes similis</i>	4	Equilibrio de ecosistema	4	\$650.00	\$2,600.00
<i>Pitangus sulphuratus</i>	4	<i>Pitangus sulphuratus</i>	9	Equilibrio de ecosistema	9	\$800.00	\$7,200.00
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	2	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	3	Equilibrio de ecosistema	3	\$650.00	\$1,950.00
<i>Tyrannus couchii</i>	1	<i>Tyrannus couchii</i>	4	Equilibrio de ecosistema	4	\$450.00	\$1,800.00
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	0	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	1	Equilibrio de ecosistema	1	\$400.00	\$400.00
<i>Vireo flavifrons</i>	0	<i>Vireo flavifrons</i>	1	Equilibrio de ecosistema	1	\$500.00	\$500.00

Fauna							
ÁREA PROYECTO		CHF		Servicio o bien	Total	Costo unitario	Total
ESPECIE	ABUNDANCIA	ESPECIE	ABUNDANCIA				
<i>Vireo griseus</i>	1	<i>Vireo griseus</i>	3	Equilibrio de ecosistema	3	\$650.00	\$1,950.00
<i>Vireo pallens</i>	0	<i>Vireo pallens</i>	1	Equilibrio de ecosistema	1	\$750.00	\$750.00
<i>Ardea alba</i>	2	<i>Ardea alba</i>	4	Equilibrio de ecosistema	4	\$800.00	\$3,200.00
<i>Ardea herodias</i>	0	<i>Ardea herodias</i>	1	Equilibrio de ecosistema	1	\$450.00	\$450.00
<i>Melanerpes aurifrons</i>	4	<i>Melanerpes aurifrons</i>	7	Equilibrio de ecosistema	7	\$1,000.00	\$7,000.00
<i>Bubo virginianus</i>	1	<i>Bubo virginianus</i>	1	Equilibrio de ecosistema y listada NOM-059	1	\$1,800.00	\$1,800.00
<i>Glaucidium brasilianum</i>	0	<i>Glaucidium brasilianum</i>	1	Equilibrio de ecosistema	1	\$750.00	\$750.00
Mamíferos							
<i>Odocoileus virginianus</i>	1	<i>Odocoileus virginianus</i>	1	Equilibrio de ecosistema	1	\$2,500.00	\$2,500.00
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	2	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	3	Equilibrio de ecosistema	3	\$15,000.00	\$45,000.00
<i>Didelphis sp.</i>	0	<i>Didelphis sp.</i>	1	Equilibrio de ecosistema	1	\$3,500.00	\$3,500.00
<i>Sylvilagus florindanus</i>	6	<i>Sylvilagus florindanus</i>	7	Equilibrio de ecosistema	7	\$1,000.00	\$7,000.00
REPTILES							
<i>Basiliscus vittatus</i>	0	<i>Basiliscus vittatus</i>	3	Equilibrio de ecosistema	3	\$2,500.00	\$7,500.00
<i>Ctenosaura similis</i>	8	<i>Ctenosaura similis</i>	13	Equilibrio de ecosistema y listada NOM-059	13	\$3,500.00	\$45,500.00
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	4	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	6	Equilibrio de ecosistema	6	\$750.00	\$4,500.00
<i>Sceloporus serrifer</i>	17	<i>Sceloporus serrifer</i>	6	Equilibrio de ecosistema	6	\$850.00	\$5,100.00
TOTAL GRAL.							\$368,150.00

La estimación económica de los recursos biológicos forestales derivadas del cambio de uso de suelo, se resumen a continuación.

Tabla II.31. Tabla resumen de la estimación económica de los recursos biológicos forestales

Servicio o bien	Costo
Vs Selva Mediana Subcaducifolia	\$1,281,450.00
Fauna	\$368,150.00
Tierra de monte (No maderable)	\$2,130,000.00

Captura de carbono	\$146,882.12
Biodiversidad	\$7,210.00
Servicios Hidrológicos	\$11,330.00
Total	\$3,945,022.12

II.2.7.- Operación y mantenimiento

II.2.7.1.- Operación

La turbina está controlada y supervisada por el hardware del controlador System 3500 y el software de controlador. El controlador de la turbina se basa en cuatro procesadores principales (suelo, góndola, torre y convertidor) que están interconectados por una red óptica ArcNet de 2.5 Mbit. Los módulos E/S están conectados, mediante módulos de rack en el rack System 3500 o por CAN.

El sistema de control de la turbina tiene las siguientes funciones principales:

- Seguimiento y supervisión del funcionamiento general.
- Sincronización del generador a la red durante la secuencia de conexión para limitar la corriente de entrada.
- Operación del aerogenerador durante varias situaciones de fallo.
- Orientación automática de la góndola.
- Control de paso de las palas OptiTip®.
- Control de las emisiones de ruido.
- Monitoreo de las condiciones ambientales.
- Seguimiento de la red.

Los aerogeneradores que integren el Parque Eólico deben cumplir con lo indicado en la normatividad ambiental (SEMARNAT) y también de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), en cuanto a protección para operación aeronáutica se requiere realizar lo indicado a continuación:

- Pintura: dos franjas de color en los extremos de cada una de las tres palas más cuatro franjas en la torre de sustentación de la nácele, una en el tramo inferior y tres en la zona superior. Se aplicará a la tercera parte de los aerogeneradores.
- Luces rojas: dos en cada uno de los aerogeneradores, una fija y la otra intermitente, en su parte superior.
- Luces destellos: Se colocará una luz de destello (estroboscópica) de media intensidad (L-865), frecuencia de 40 destellos por minuto, color rojo, en las posiciones de aerogeneradores predeterminadas.
- Color de rotor, carcaza y torre: el color de estos elementos deberá ser blanco o similar

II.2.7.2.- Mantenimiento

Para la elaboración del programa de mantenimiento del Proyecto se consideraron los aspectos particulares de los aerogeneradores y las especificaciones del proveedor, esto debido a que los equipos cuentan con un período de garantía y operación por parte del proveedor, en donde éste se encarga de realizar los diversos tipos de mantenimiento requeridos, así como la capacitación en sitio para la operación adecuada de los equipos.

Los equipos del proyecto que requerirán actividades de mantenimiento serán las señaladas a continuación:

- Obra civil, vialidades, plataforma de montaje cimentaciones y edificaciones.
- Estructural: Torres, bastidores, palas, carcaza, bujes.
- Mecánico: maquinaria, materiales, transmisiones, uniones, engranajes, etc.
- Hidráulico: sistemas de transmisión
- Eléctrico: instalaciones en baja, media y alta tensión.
- Electrónica: convertidores, compensadores, etc
- Instrumentación y control: sensores, regulación, controladores
- Comunicaciones: redes de telecomunicación del parque eólico.

- Informática y gestión de datos: scada y sistemas de supervisión.

Los aerogeneradores trabajan de forma automática y algunas veces de forma manual para realizar pruebas de mantenimiento de la máquina. El tratamiento superficial de las torres de los aerogeneradores asegura una vida en servicio prácticamente ilimitada y libre de mantenimiento.

El diseño de la torre permite la instalación (de manera opcional) de un elevador en el interior de la torre, para facilitar el acceso a la carcasa y las labores de mantenimiento. No obstante, en todos los casos existe la posibilidad de acceso por escalera manual hasta lo alto de la torre. Esta escalera está provista de una línea de vida y demás elementos de seguridad.

Desde el interior de ésta existe también un acceso al buje para poder realizar labores de comprobación y mantenimiento en él sin necesidad de salir al exterior.

La carcasa incorpora en la parte trasera una puerta y una pequeña grúa para permitir la elevación de repuestos o material diverso desde el suelo hasta esta parte del equipo, facilitando las labores de mantenimiento.

Con la finalidad de obtener los mejores resultados en cuanto a la operación del Proyecto, se realizarán diferentes tipos de mantenimiento tal y como se indica a continuación:

Mantenimiento preventivo.

Este mantenimiento contempla para su realización de un programa de trabajo y tiene como objetivo principal evitar las interrupciones de operación del Proyecto, mejorando con ello la calidad y continuidad de la transmisión eléctrica generada en el Parque eólico. Cabe mencionar que gran parte de las acciones de mantenimiento a realizar se basan principalmente en las características, normas de fabricación y operación del proveedor de los diferentes equipos que componen el Proyecto.

Mantenimiento correctivo.

Se realiza cuando se presentan condiciones de emergencia no previstas durante condiciones ambientales, ocasionando con ello la interrupción parcial, temporal o total de la operación de un aerogenerador. Este tipo de mantenimiento no es deseable, ya que afecta los índices de disponibilidad del Proyecto. Dentro de los imprevistos que se pudieran presentar se destacan los siguientes:

Tabla II.32. Tipos de mantenimiento

Correctivo menor:	Correctivo mayor:
<ul style="list-style-type: none"> • Averías y cambios en componentes pequeños • Fallas en el sistema de control • Restauración de taludes, cuando sea necesario. • Mantenimiento en el SET. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de rotor • Cambio de generador • Cambio de multiplicador • Cambio de buje • Cambio de góndola

Mantenimiento predictivo.

Este tipo de mantenimiento en gran medida es el resultado de una adecuada ejecución de las visitas de inspección mecánicas programadas, además de la experiencia del responsable o encargado de mantenimiento.

Tiene la finalidad de combinar las ventajas de los dos tipos de mantenimiento anteriores, para lograr el mismo tiempo de operación y eliminar el trabajo innecesario. Lo cual exige mejores técnicas de inspección y medición para determinar las condiciones de operación del Proyecto, con un control más riguroso que permita la planeación correcta y efectuar las inspecciones y pruebas necesarias

Por otro lado, se hará un seguimiento a la vida útil de los componentes principales envase al estudio de la acumulación de cargas (fluencia) y de ciclos de carga (fatiga).

Programas de monitoreo

Se tiene contemplado realizar previo a la construcción del proyecto un Programa de gestión ambiental donde se incluyen la supervisión de la construcción de la obra, acciones de rescate y ubicación contemplados como medidas de prevención y también la verificación en campo de las actividades de cumplimiento de condicionantes que serán presentadas en tiempo y forma a la SEMARNAT y PROFEPA.

En la etapa de operación y mantenimiento se realizará la continuidad de las acciones emprendidas con estos programas y se cumplirá con los reportes correspondientes a la SEMARNAT y PROFEPA.

Posibles accidentes y planes de emergencia

Sistema de puesta a tierra.

Su función será establecer cumplir con las siguientes funciones:

- Proteger al personal y equipo contra potenciales peligrosos.
- Proporcionar una trayectoria a tierra para las corrientes originadas por descargas atmosféricas, por acumulación de descargas estáticas o por fallas eléctricas.
- Referenciar el potencial del circuito respecto a tierra.
- Facilitar a los elementos de protección el despeje de falla a tierra.

Los criterios de diseño del sistema son:

- Resistividad del terreno 828 Ohm m (comprobar en sitio).
- Corriente de falla 0.5 kA.
- Tiempo de despeje de falla 0.5 s.
- Se considera la resistencia del cuerpo humano 1,000 Ohm.

Las características del sistema serán las siguientes:

- Sistema de puesta a tierra formado por electrodo de puesta a tierra, constituido por una malla que será enterrada, mediante cable de cobre desnudo de sección 120 mm² Cu.
- Los conductores en el terreno se tenderán formando una retícula de dimensiones 2m x 2m, estando dimensionado de forma que al dispersar la máxima Corriente de falla las tensiones de paso y contacto estén dentro de los límites admisibles por el presente reglamento.

Para las líneas de tierra se empleará cable de cobre desnudo de sección 120 mm² o pletina de cobre de dimensiones 25x3 mm, conectando las masas de los elementos que deban ponerse a tierra al electrodo de acuerdo a las instrucciones generales y particulares de puesta a tierra.

II.2.8.- Cierre y desmantelamiento de las instalaciones

La etapa de abandono del proyecto no está considerada como una medida positiva a asumirse. El proyecto se ha considerado una operación de 30 años, para lo cual es importante la realización de actividades de mantenimiento preventivo y correctivo. Sin embargo, podemos determinar que el tiempo definido puede

ser ampliado, ya que conforme este pasa, las tecnologías van actualizándose, lo que permitirá la renovación de los equipos conforme a la operación, rendimiento y retorno de capital que brinde el proyecto, por lo que podemos definir que el tiempo de vida útil de operación puede ser ampliado hasta por 60 años. Debe considerarse que la necesidad de energía será una constante en el desarrollo de la humanidad y que el aprovechamiento de esta energía renovable tiene un futuro bastante amplio. No obstante, y suponiendo el escenario de abandono del sistema, una vez que pudiera concluirse su operación, implicará la aplicación de técnicas y procesos que aseguren el menor daño ambiental.

Se efectuará la disposición de residuos de acuerdo a la normativa federal y estatal aplicable, desmontando los paneles solares mediante el proceso inverso de montaje; quedando libre el sitio de cualquier infraestructura eléctrica, mecánica o civil visible hasta el nivel raso del terreno.

Para que este último caso aplique, es importante recordar que el suelo no tendrá afectaciones en sus elementos naturales durante la instalación y operación de la Planta, por lo que al llegar a su término el tiempo de vida útil del proyecto, se procederá a retirar del sitio todo vestigio de estructuras, paneles solares, equipo e instalaciones eléctricas, y todo aquello que pudiera ser utilizado para la construcción y operación del mismo, por lo que se considera que prevalecerán las características naturales del suelo.

II.2.8.1.- Desmantelamiento y retiro de la infraestructura

Suponiendo el escenario de abandono del sistema eólico, se estima que se tendrían consideradas las siguientes actividades en la etapa de abandono, tales como:

Desmantelamiento de equipos (aerogeneradores): Consiste en el retiro de todos los aerogeneradores, retiro de cableado subterráneo, desmontaje de subestaciones de elevación, línea de interconexión, desinstalación del transformador principal, equipos de medición, equipo de control y comunicaciones entre otros.

Retiro de equipos y materiales: Una vez concluida esta operación y estando “limpios” los equipos, se dará inicio el desmontaje mecánico. Los equipos desmontados se cubrirán y almacenarán temporalmente en las plataformas de montaje y, posteriormente serán retirados hacia el sitio de disposición final que se determine.

Demolición de cimentaciones y edificaciones: Las cimentaciones de la infraestructura, así como aquellas estructuras de los edificios serán demolidas, para lo cual se utilizarán equipos neumáticos y vehículos de carga o lo que en ese momento estén disponibles en el mercado.

Las edificaciones sometidas a demolición serán las siguientes: Edificio Control (Sala de control, Oficina, cuarto de aseo, comedor, sanitarios), edificio de almacén (vestidores, cuarto de aseo, área de almacén), casetas de control, etc.

Retiro de material de demolición: El acero de refuerzo será recuperado y llevado a un centro de reciclado. Los restos de concreto serán triturados. Todo el material sobrante será retirado del lugar y depositado hacia espacios permitidos por la autoridad. Se propiciará el reciclado o reúso como estrategia principal.

II.2.8.2.- Revegetación del predio

Durante la revegetación se realizará la limpieza y acondicionamiento del predio se dejará el terreno libre de escombros. Los desechos de las obras serán alojados en sitios específicos dentro del predio, para proceder mediante camiones a su envío a sitios autorizados para su disposición final.

Se procederá a seguir manteniendo la vegetación presente de tipo agrícola y de pastos naturales inducidos que existían durante la vida de operación del proyecto como áreas verdes, con la finalidad de evitar la erosión del suelo y que al retiro del proyecto los procesos de sucesión biológica continúen de manera natural.

II.2.9.- Residuos

a) Residuos no peligrosos

Estos son producto de las actividades que pretenden realizarse en sitio, se tendrá la generación de residuos de tipo doméstico, es decir, con una composición de material orgánico (residuos de alimentos), papel, vidrio y envases plásticos. Su generación se presentará fundamentalmente por la presencia de los trabajadores. Los residuos deberán ser dispuestos en los contenedores metálicos de 200 L ubicados estratégicamente, cerca de los frentes de trabajo.

Tomando una tasa de generación de 0.2 kg/trabajador/día, se tiene una generación máxima en el período crítico de obra de 200 kg/día. La disposición final de los residuos será llevada a cabo por alguna empresa particular contratada para tal fin.

Por otro lado, se tendrán residuos producto del desmonte los cuales serán utilizados en el predio, como parte del movimiento de tierras, en caso de que exista un excedente, y se trate de suelo vegetal se colocará en las cotas más bajas del terreno para ser rápida y fácilmente revegetado con especies nativas o será dispuesto en donde determinen las autoridades competentes.

Cada aerogenerador llevara una zapata de cimentación y considerando el número de aerogeneradores, se tendrá un movimiento de tierra aproximadamente derivado de la excavación, la cual se empleará para conformación de los caminos. Las zanjas de la línea de media tensión subterránea, se abrirán y cerrarán con el propio material de terreno reusando el material extraído.

b) Residuos peligrosos

Se prevé la generación de residuos peligrosos de manera indirecta debido a la realización de actividades que los involucran, como son los cambios de aceite y mantenimiento menor de maquinaria.

Estos residuos serán almacenados de manera independiente en tambos específicos para cada tipo de producto en un almacén temporal de residuos peligrosos. Todas estas actividades se realizarán conforme a la normatividad vigente en esta materia.

La disposición de éstos se realizará a través de una empresa contratada para tal fin. En la Tabla siguiente se muestra la generación de residuos peligrosos estimados durante la etapa reparación del sitio y construcción.

Tabla II.33. Estimado de generación de residuos

Residuo	Generación total estimada
Aceites gastados	8,000.00 litros
Material impregnado con hidrocarburos	10 tambores
Restos de soldadura	2 tambores
Recipientes impregnados con pintura	1 tambor

II.2.10.- Emisiones y descargas

Generación de aguas residuales

La generación de aguas residuales que se producirán, durante la etapa de preparación del sitio y construcción corresponderán a los desechos hidrosanitarios de los trabajadores durante su respectiva jornada de trabajo.

Para la disposición de dichos residuos, durante la realización de las obras se contará con el servicio de sanitarios o letrinas portátiles, una por cada 15 trabajadores.

Generación de Ruido

Como es sabido, la generación de ruido está en relación con el equipo y maquinaria que se utilice, durante la preparación del sitio y construcción. El horario de trabajo de obra será de 8:00 a 17:00 horas de lunes a viernes y sábados de 8:00 a 17:00 horas, esto significa que no habrá generación de ruido fuera del horario de obra, es decir, de las 18:00 a las 8:00 hrs.

Los niveles máximos de ruido que se tendrán serán generados por la utilización de la grúa cargada estimándose niveles de ruido entre 90 y 96 dB(A) medidos a 1 m de la fuente generadora, necesitándose entonces una distancia mínima de 15 m para tener un nivel 90 dB(A).

En cuanto a las demás actividades que están incluidas en las obras, no se espera llegar alcanzar niveles mayores a 65 dB(A).

Los trabajadores utilizarán equipo de protección personal auditiva de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD
REGIONAL, TIPO B (DTU-BR)**

PROYECTO: “PARQUE EOLICO KABIL”

**CAPITULO III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS
DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURIDICOS
APLICABLES**

**PROMOVENTE:
DISCOVERY MANAGEMENT S.A.P.I DE C.V.**

Tabla de Contenido

III. VINCULACIÓN Y APLICACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.	5
III.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.	5
III.2. Tratados Internacionales.	7
III.2.1. Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional.	7
III.2.3. Acuerdo de París (AP).	11
III.2.4. Convenio de Basilea.	12
III.2.5. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre.	12
III.2.6. Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo sobre los Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes.	12
III.3. Leyes Federales.	16
III.3.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).	16
III.3.2. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).	18
III.3.3. Ley General de Vida Silvestre (LGVS).	19
III.3.4. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR).	19
III.3.5. Ley de Aguas Nacionales (LAN).	21
III.3.6. Ley General de Cambio Climático (LGCC).	22
III.3.7. Ley de Transición Energética (LTE).	23
III.3.8. Ley de la Industria Eléctrica (LIE).	23
III.3.9. Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas (LFMZAH).	25
III.4. Reglamentos Federales.	26
III.4.1. Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (RLGEEPA).	26
III.4.2. Reglamento de la LGDFS (RLGDFS).	28
III.4.3. Reglamento de la LGVS (RLGVS).	29

III.4.4. Reglamento de la LGPGIR (RLGPGIR).	29
III.4.5. Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica (RLIE).....	30
III.5. Planes de ordenamiento ecológico del territorio.	31
III.5.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).....	31
En este sentido, se estima que el proyecto “Parque Eólico Kabil”, es congruente con el mismo.	50
III.5.4. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado De Yucatán (POETY)	50
III. 6. Decretos y programas de Conservación y Manejo de las Áreas Naturales Protegidas. ..	65
III.6.1. Áreas Naturales Protegidas (ANP).	65
III.6.2. Instrumentos de Planeación para la Conservación.	65
III.6.2.1. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).....	66
III.6.2.2.Región Hidrológica Prioritaria (RHP).....	67
III.6.2.3. Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA).....	69
III.6.2.4. Sitios Prioritarios.....	70
III.6.2.4.1. Sitios Prioritarios Terrestres (SPT).	71
III.6.2.4.2. Sitios Prioritarios Marinos (SPM).	72
III.6.2.4.3. Sitios Prioritarios Acuáticos Continentales (SPAC).....	73
III.6.2.4.4. Sitios Prioritarios Primates (SPP).	75
III.7. Normas Oficiales Mexicanas (NOM’s).	76
III.7.1. Aire.	76
III.7.2. Residuos.	77
III.7.3. Flora y Fauna.	78
III.7.4. Ruido.....	78
III.8. Planes o Programas de Desarrollo Urbano.....	79
III.8.1. Programa Estatal de Desarrollo Urbano de Yucatán (PEDUY)	79
III.8.2. Planes Municipales de desarrollo urbano.	83

II.9. Otros Instrumentos..... 83

III.9.1. Plan Nacional de Desarrollo. 83

III.9.2. Programas de desarrollo regional sustentable. 86

III.9.7. Plan Estatal de Desarrollo 2012-2018 Yucatán. 97

III.9.4. Plan Municipal de desarrollo 2015-2018..... 99

III.10. Conclusiones..... 101

III. VINCULACIÓN Y APLICACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.

En este apartado, se presentarán y analizarán en su parte conducente los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables al Proyecto: “Parque Eólico Kabil” (**en adelante El Proyecto**). De este modo, fueron identificados aquellos instrumentos, y ordenamientos que le resultan aplicables y se realizó la vinculación del Proyecto con cada uno de ellos.

Lo anterior, partiendo del análisis del marco jurídico nacional vigente conformado por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; los Tratados Internacionales de los cuales México es parte; las Leyes Federales, y sus respectivos Reglamentos. Asimismo, se analizaron los instrumentos de planeación aplicables en este caso, haciendo especial énfasis en los Programas de Ordenamiento Ecológico, y Planes de Desarrollo Urbano decretados en el estado de Yucatán; para posteriormente realizar el análisis de aquellos que resulten aplicables a las actividades a desarrollar.

Con base en lo anterior, fue posible determinar que el Proyecto es congruente con el marco jurídico aplicable en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico en el territorio nacional, ni los instrumentos de planeación que ordenan la zona donde se éste se llevará a cabo. A continuación, se describe el marco normativo federal, estatal, municipal y las disposiciones reglamentarias en comento.

III.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (**CPEUM**), es la norma suprema de los Estados Unidos Mexicanos sobre la cual no existe ningún otro ordenamiento legal que tenga vigencia. Éste, constituye el pilar jurídico nacional, ya que conforme a ella se dicta el marco normativo vigente en el país; por ello, todas las leyes deben estar sujetas a las disposiciones que la propia Constitución establece. La supremacía constitucional, es la base del estado de Derecho ya que en ella se encuentra el sostén del orden jurídico nacional. El derecho mexicano tiene su origen en la carta magna, y por ello todas las leyes, ya sean Federales, Estatales o municipales deben respetar los preceptos de la Constitución, con lo que se hace patente su vigencia y la del propio sistema jurídico nacional.

El principio de supremacía constitucional, se encuentra previsto en el artículo 41 de la Constitución, al prohibir la celebración de tratados internacionales contrarios a las garantías individuales y del ciudadano. En este sentido, es la misma Carta Magna la que consagra en su Título Primero, Capítulo I “De las Garantías Individuales”, una serie de preceptos que constituyen las garantías o derechos reconocidos por el Estado a todo individuo, las que no pueden restringirse, sino en los casos y con las condiciones que la propia Constitución establece.

En el marco de las garantías constitucionales, se encuentran las que dan fundamento a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

A continuación se analizaron los preceptos que inciden con el desarrollo del proyecto, así como su vinculación con el mismo, a fin de destacar que éste no contraviene los preceptos constitucionales.

“Artículo 4°.

[...]

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

El proyecto se vincula con el precepto legal anteriormente transcrito en el sentido de que respeta y atiende la normatividad aplicable en materia de protección al ambiente, sometiéndose a evaluación que nos ocupa. Garantizando en tal sentido ese derecho, al plantear en su parte conducente medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales que pudiera ocasionar, con lo que se concluye que con el mismo se respeta el precepto constitucional referido, al sujetarse a la legislación y regulación que el Estado ha impuesto para la protección del medio ambiente.

“Artículo 25. *Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo.*

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

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

[...]

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

El artículo 25, establece las bases de participación de los sectores social, público y privado en la economía y desarrollo nacional. Al Estado le corresponde, entre otros aspectos, la planeación, regulación y fomento de las actividades económicas. Por otro lado, el sector privado puede participar en la economía haciendo uso de los recursos productivos, de manera que protejan el medio ambiente.

El artículo anterior reafirma, el papel del Estado dentro de la economía para su fomento y regulación, así como el principio de sustentabilidad y cuidado del medio ambiente en su desarrollo. De esta manera, es el Estado quien dirige y sienta las reglas de participación de los entes privados y los sujeta a esos principios. El proyecto, es compatible con el precepto invocado en el sentido de que éste cumple tanto con la regulación ambiental, como con la participación económica impuesta por el Estado, contribuyendo con ello al desarrollo económico del país.

En tal sentido, el tratadista Raúl Brañes, refiere que la idea de conservación de los recursos naturales tal y como está establecida en la **CPEUM**, no se opone a su aprovechamiento; al contrario, está encaminada a dejar en claro que la Nación tendrá en todo tiempo el derecho de regular en beneficio social el aprovechamiento de los recursos naturales susceptibles de apropiación. Lo anterior, entre otros fines para cuidar de su conservación. En este sentido, aprovechamiento y conservación son por tanto ideas vinculadas entre sí, ya que el aprovechamiento de los recursos naturales se encuentra subordinado, entre otras modalidades, a su conservación. (Brañes, 1994).

Con base en las consideraciones anteriores, se desprende que el Proyecto es congruente con nuestra carta magna pues en cumplimiento de la regulación ambiental y de participación económica impuesta por el Estado se somete a la presente evaluación y, con su realización contribuirá al desarrollo económico del país.

III.2. Tratados Internacionales.

Los tratados internacionales, se definen como aquellos acuerdos celebrados entre dos o más países como entidades soberanas entre sí. Estos acuerdos, pueden abordar asuntos diplomáticos, económico, culturales, ambientales o en general cualquier disposición que resulte de interés de los Estados contratantes.

En México, éstos encuentran su fundamento en el artículo 76 fracción I, y el artículo 133 de la **CPEUM** donde se dispone que los tratados internacionales celebrados por el Presidente, que estén de acuerdo con la Constitución y que hayan sido aprobados por el Senado de la República, son Ley Suprema para efectos de aplicación dentro del territorio mexicano. En este sentido, en el presente apartado, se analizaron aquellos que tienen mayor relevancia en materia ambiental.

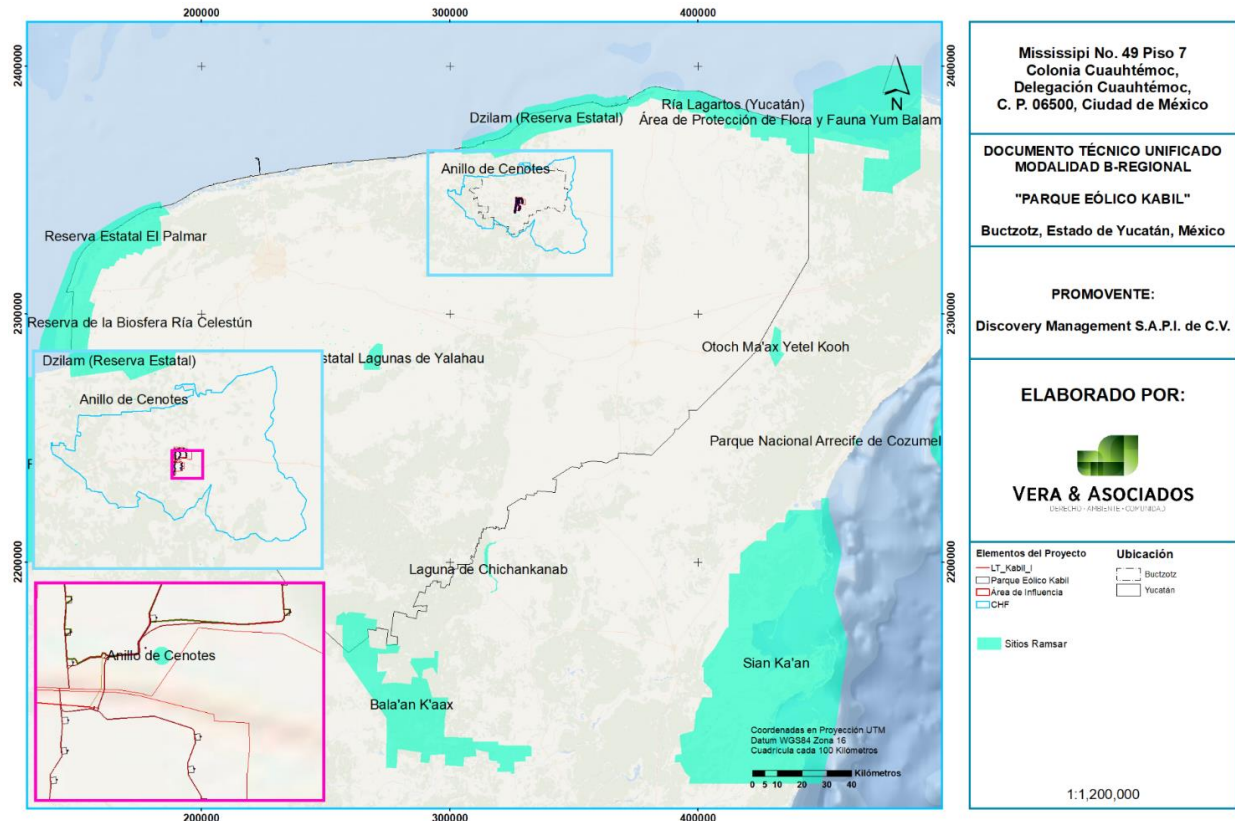
III.2.1. Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional.

La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional (**RAMSAR**), fue ratificada por el Estado Mexicano en el año de 1986, y tiene como uno de sus objetivos principales *el impedir ahora y en el futuro las progresivas intrusiones en la pérdida de humedales*, en virtud del *gran valor económico, cultural, científico y recreativo que representan*.

En nuestro país, existen 142 sitios que cumplen los requisitos que señala la Convención, sumando un total de 8'620,240 hectáreas. De ahí que, de la revisión que se hizo del área del Proyecto, se desprende que la

poligonal de uno de los predios incide con el denominado como "Anillo de Cenotes" tal y como se puede ver de la siguiente imagen:.

Figura III.1. Sitios Ramsar con respecto del Proyecto



Tal y como se puede observar de lo anterior, el emplazamiento de infraestructura no incide con el cenote, ubicándose a aproximadamente 300 metros. Ahora bien, con el objeto de corroborar la compatibilidad del proyecto, a continuación se realiza la siguiente vinculación:

Tabla III.1. Problemáticas del sitio Ramsar

Problemática	Medidas preventivas y compensatorias adoptadas en el Proyecto para no acrecentar la problemática
<p>a) Dentro del sitio Ramsar: Los factores adversos son la introducción accidental de especies exóticas, las alteraciones del medio debido a la atracción turística, ya que en muchos casos se instalan luces permanentes, que alteran totalmente el medio oscuro en el que acostumbraban a vivir los organismos. También la extracción de grandes volúmenes de agua para complejos turísticos.</p>	<p>El proyecto no prevé la realización de ninguna de las actividades identificadas como problemáticas dentro del Sitio Ramsar. De cualquier modo, con el desarrollo del Proyecto, se implementarán las medidas de mitigación y compensación señaladas en el presente DTU-BR. Esto con el objeto de minimizar los posibles efectos consecuencia del desarrollo del proyecto.</p>

<p>La utilización de los cenotes y aguadas como abrevaderos de ganado doméstico, van creando contaminación en las aguas, aumentando la presencia de coliformes y degradando la calidad del agua.</p>	
<p>b) En la zona circundante: La deforestación, la fragmentación del hábitat, la ganadería en las zonas circundantes pueden deteriorar la calidad del ambiente, que rodea a los cenotes. Así como el arrastre de fuentes de contaminantes de criaderos de ganado y concentraciones de fertilizantes, insecticidas y plaguicidas usados en la agricultura.</p>	<p>En el capitulado del presente DTU-BR se presentan todas las medidas que conllevan el desarrollo del proyecto, con base en las cuales se demuestra que los efectos al medio ambiente serán compensados y mitigados debidamente.</p> <p>Ahora bien por lo que respecta al Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, este se realizará en la superficie mínima necesaria implemetando las respectivas medidas de compensación y mitigación necesarias.</p> <p>Por último, para la construcción, operación y mantenimiento del Proyecto no habrá fragmentación del hábitat, ganadería y/o concentraciones de fertilizantes, insecticidas o plaguicidas</p>

Con base en lo anterior, se considera que el proyecto es compatible con la ficha técnica para el sitio Ramsar. No obstante lo anterior, a continuación se procede a hacer la vinculación con el Decreto 193/2014 por el que se expide el Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán en Materia de Cenotes, Cuevas y Grutas. Lo anterior ya que si bien se trata de un ordenamiento de carácter estatal, guarda estrecha relación con la protección, restauración y preservación de los ecosistemas ubicados en los cenotes, cuevas y grutas en el estado.

Tabla III.2. Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán en Materia de Cenotes, Cuevas y Grutas

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 7. Autorizaciones y permisos</p> <p>Cuando de acuerdo a las disposiciones legales y normativas sea necesario contar con la autorización o permiso de una autoridad federal, estatal o municipal para realizar una actividad u obra al interior o en los alrededores de un cenote, cueva o gruta, el interesado deberá solicitar la autorización o permiso en los términos que establezcan dichas disposiciones. En todo caso el interesado deberá presentar a la secretaría la Manifestación de Impacto Ambiental en los términos establecidos en la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán y su reglamento, anexando un estudio de capacidad de carga turística, cuando aplique.</p> <p>Las personas físicas o colectivas, públicas o privadas, deberán cumplir con lo establecido en este reglamento, sin perjuicio de contar con autorizaciones o concesiones otorgadas por las autoridades federales, estatales o municipales.</p>	<p>El proyecto no implica la afectación de ningún Cenote, Cueva y/o Gruta, habida cuenta que como ya se mencionó este se encuentra a una distancia aproximada de 300 metros del aerogenerador mas cercano y se tomarán en cuenta todas las provisiones necesarias. Asimismo vale la pena recalcar que que este somete a consideración de esa Autoridad con la intención de que sean evaluadas y aprobadas las medidas de compensación y mitigación para el desarrollo del proyecto.</p>

En esa misma línea, se considera que el desarrollo del Parque Eólico Kabil, es congruente tanto con la ficha técnica del sitio Ramsar Anillo de Cenote, como con la legislación local regulada por el Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán en Materia de Cenotes, Cuevas y Grutas.

III.2.2. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)

El Proyecto ha incorporado dentro de sus asesores especialistas, para hacer estudios bibliográficos y de campo para evaluar las cantidades y patrones de vuelo de aves y murciélagos por un antes de la operación de los aerogeneradores y después de que los generadores entren en operación.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático entró en vigor el 21 de marzo de 1994 y fue ratificada por nuestro país desde el 11 de marzo de 1993, incluyendo las enmiendas al listado del Anexo I que entraron en vigor el 06 de agosto de 1998. Por la naturaleza **del Proyecto** a continuación se presenta su vinculación con las principales disposición de la Convención:

Tabla III.3 Vinculación con el CMNUCC

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 3 Principios Las Partes, en las medidas que adopten para lograr el objetivo de la Convención y aplicar sus disposiciones, se guiarán, entre otras cosas, por lo siguiente:</p> <p>1. Las Partes deberían proteger el sistema climático en beneficio de las generaciones presentes y futuras, sobre la base de la equidad y de conformidad con sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus respectivas capacidades.</p>	<p>Debido a que el Proyecto consiste en la generación de energía a través de fuentes limpias, se evitarán las emisiones gases de efecto invernadero y con ello se sumará a las acciones de mitigación y adaptación del cambio climático, con lo que se estaría protegiendo al ambiente en beneficio de las generaciones futuras.</p>
<p>Artículo 4 Compromisos 1. Todas las Partes, teniendo en cuenta sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y el carácter específico de sus prioridades nacionales y regionales de desarrollo, de sus objetivos y de sus circunstancias, deberán:</p> <p>[...]</p> <p>b) Formular, aplicar, publicar y actualizar regularmente programas nacionales y, según proceda, regionales, que contengan medidas orientadas a mitigar el cambio climático, teniendo en cuenta las emisiones antropógenas por las fuentes y la absorción por los sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, y medidas para facilitar la adaptación adecuada al cambio climático;</p> <p>c) Promover y apoyar con su cooperación el desarrollo, la aplicación y la difusión, incluida la transferencia, de tecnologías, prácticas y procesos que controlen, reduzcan o prevengan las emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal en todos los sectores pertinentes, entre ellos la energía, el transporte, la industria, la agricultura, la silvicultura y la gestión de desechos;</p> <p>[...]</p>	<p>Debido a que este Proyecto es acorde con los planes y estrategias nacionales sobre cambio climático, energía y medio ambiente, en consecuencia con la implementación del mismo, se estarían observando a las dispaciones y metas establecidas en este Convenio.</p>

f) Tener en cuenta, en la medida de lo posible, las consideraciones relativas al cambio climático en sus políticas y medidas sociales, económicas y ambientales pertinentes y emplear métodos apropiados, por ejemplo evaluaciones del impacto, formulados y determinados a nivel nacional, con miras a reducir al mínimo los efectos adversos en la economía, la salud pública y la calidad del medio ambiente, de los proyectos o medidas emprendidos por las Partes para mitigar el cambio climático o adaptarse a él; [...].

III.2.3. Acuerdo de París (AP).

El Acuerdo de París de diciembre de 2015, conocido como CP.21. es la conferencia de las partes de las Naciones Unidas más reciente sobre Cambio Climático y en ella se asumieron compromisos internacionales aún más enérgicos sobre las acciones que se deben implementar para atender ese sensible tema que es de interés para todos. **El Proyecto** por su naturaleza guarda una relación importante y por ello se presenta la siguiente vinculación:

Tabla III.4. Vinculación con el AP

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 2</p> <p>1. El presente Acuerdo, al mejorar la aplicación de la Convención, incluido el logro de su objetivo, tiene por objeto reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza, y para ello:</p> <p>a) Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático;</p> <p>b) Aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, de un modo que no comprometa la producción de alimentos;</p> <p>c) Elevar las corrientes financieras a un nivel compatible con una trayectoria que conduzca a un desarrollo resiliente al clima y con bajas emisiones de gases de efecto invernadero.</p> <p>2. El presente Acuerdo se aplicará de modo que refleje la equidad y el principio de las responsabilidades comunes pero diferenciadas y las capacidades respectivas, a la luz de las diferentes circunstancias nacionales.</p>	<p>El Promovente consiente del escenario actual del cambio climático, busca cooperar con la reducción de emisiones de gases efecto invernadero mediante la implementación del Proyecto aquí descrito y la aplicación de las medidas económicas, sociales y ambientales necesarias para su adecuada realización.</p>
<p>Artículo 7</p> <p>1. Por el presente, las Partes establecen el objetivo mundial relativo a la adaptación, que consiste en aumentar la capacidad de adaptación, fortalecer la resiliencia y reducir la vulnerabilidad al cambio climático con miras a contribuir al</p>	<p>Con la puesta en marcha de este Proyecto se espera una adaptación por parte de la sociedad a la utilización de nuevas fuentes de energía, la disminución de los gases efecto invernadero y el desarrollo sostenible de la región.</p>

Disposición legal	Vinculación con el Proyecto
desarrollo sostenible y lograr una respuesta de adaptación adecuada en el contexto del objetivo referente a la temperatura que se menciona en el artículo 2.	
Artículo 12 Las Partes deberán cooperar en la adopción de las medidas que correspondan para mejorar la educación, la formación, la sensibilización y participación del público y el acceso público a la información sobre el cambio climático, teniendo presente la importancia de estas medidas para mejorar la acción en el marco del presente Acuerdo.	Como se ha mencionado, durante la construcción del Proyecto se dará capacitación a los trabajadores lo que permite una sensibilización a hacia el cambio climático y la formación respecto a la disminución del deterioro ambiental y la importancia de realizar esfuerzos de conservación de los recursos naturales.

III.2.4. Convenio de Basilea.

El Convenio de Basilea (**CdB**), tiene como objeto reducir al mínimo la generación de desechos peligrosos y su movimiento transfronterizo y fue ratificado por los Estados Unidos Mexicanos el 22 de febrero de 1991.

Al respecto, debe de mencionarse que los residuos peligrosos generados en las diversas etapas del Proyecto, serán manejados conforme a las disposiciones nacionales aplicables en la materia y no se pretende realizar movimientos transfronterizos de los mismos, por lo que las recomendaciones en el mismo no resultan aplicables en el caso concreto.

III.2.5 Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre.

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (**CITES**) busca *la conservación de las especies amenazadas sujetas al comercio internacional, así como al aprovechamiento sustentable y la conservación de la biodiversidad*. México se convirtió parte de este Tratado el 2 de julio de 1991.

En relación a este instrumento, se debe señalar que el Proyecto no contempla el aprovechamiento y/o comercio de fauna y flora silvestre. No obstante lo anterior, para garantizar el cuidado de tales especies contará con los respectivos Programas de Manejo.

III.2.6. Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo sobre los Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes.

La Conferencia General de la Organización Internacional del Trabajo el 7 junio 1989, adopta, el Convenio sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes (**Convenio 169**). Posteriormente en fecha 24 de enero de 1991, México ratificó y promulgó ese Convenio.

El Convenio 169, es un instrumento jurídico internacional vinculante que trata específicamente los derechos de los pueblos indígenas y tribales. El mismo, no define quiénes son los pueblos indígenas o tribales, sino que adopta un enfoque práctico proporcionando solamente criterios para describir los pueblos que pretende proteger.

Es así, que el Convenio 169 establece que el término "pueblos indígenas" utiliza un sentido genérico para referirse a un grupo social y cultural distinto que posee las siguientes características en diversos grados:

- La autodeterminación como miembros de un grupo de cultura indígena y el reconocimiento de su identidad por otros;
- Apego colectivo geográficamente a distintos hábitats o territorios ancestrales en la zona del proyecto y a los recursos naturales de estos hábitats y territorios;
- Instituciones culturales, económicas, sociales o políticas consuetudinarias que son independientes de los de la sociedad en general o la cultura; o
- Una lengua o dialecto distinto, a menudo diferente del idioma o idiomas oficiales del país o región en el que residen.

En ese sentido, existe un elemento poblacional perteneciente a un pueblo indígena, un territorio sobre el que se asienta, un determinado modo de organización o estructuración social en el que se identifican autoridades y un orden normativo de carácter consuetudinario. Asimismo, el Convenio 169 establece como obligación a los Estados firmantes garantizar la participación de los pueblos indígenas y el respeto a sus derechos, tal y como lo señala el Artículo 2° del Convenio, mismo que se transcribe para mayor referencia:

“Artículo 2

[...]

1. Los gobiernos deberán asumir la responsabilidad de desarrollar, con la participación de los pueblos interesados, una acción coordinada y sistemática con miras a proteger los derechos de esos pueblos y a garantizar el respeto de su integridad.

2. Esta acción deberá incluir medidas:

- a) Que aseguren a los miembros de dichos pueblos gozar, en pie de igualdad, de los derechos y oportunidades que la legislación nacional otorga a los demás miembros de la población;*
- b) Que promuevan la plena efectividad de los derechos sociales, económicos y culturales de esos pueblos, respetando su identidad social y cultural, sus costumbres y tradiciones, y sus instituciones;*
- c) Que ayuden a los miembros de los pueblos interesados a eliminar las diferencias socioeconómicas que puedan existir entre los miembros indígenas y los demás miembros de la comunidad nacional, de una manera compatible con sus aspiraciones y formas de vida.”*

Otro referente, es la jurisprudencia de la Corte Interamericana de Derechos Humanos (CIDH), en la que se han establecido requisitos fundamentales para estimar que se trata de un sujeto de derecho a que se refiere el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo, que son los siguientes:

1. Que exista un órgano de gobierno tradicional en donde se resuelvan las decisiones de especial trascendencia para el pueblo, organizado de acuerdo a sus prácticas milenarias.
2. La estrecha relación que hay entre grupo o pueblo indígena, de forma tal que esa vinculación ha permitido la generación del bien inmaterial llamado cultura dentro del cual se desarrolla la cosmovisión que tienen dichos grupos y que les define su identidad.

En palabras de la propia CIDH:

*“212. En relación con lo anterior, la Corte ha reconocido que **“al desconocerse el derecho ancestral de las comunidades indígenas sobre sus territorios, se podría[n] estar afectando otros derechos básicos, como el derecho a la identidad cultural y la supervivencia misma de las comunidades indígenas y sus miembros”**. Puesto que el goce y ejercicio efectivos del derecho a la propiedad comunal sobre “la tierra garantiza que los miembros de las comunidades indígenas conserven su patrimonio”, los Estados deben respetar esa especial relación para garantizar su supervivencia social, cultural y económica. **Asimismo, se ha reconocido la estrecha vinculación del territorio con las tradiciones, costumbres, lenguas, artes, rituales, conocimientos y otros aspectos de la identidad de los pueblos indígenas, señalando que “en función de su entorno, su integración con la naturaleza y su historia, los miembros de las comunidades indígenas transmiten de generación en generación este patrimonio cultural inmaterial**, que es recreado constantemente por los miembros de las comunidades y grupos indígenas”.*

Dichos elementos refieren al uso y la práctica de métodos propios para la elección de autoridades, la búsqueda de consensos de beneficio común y un sistema propio de impartición de justicia, en resumen, la presencia de un sistema de usos y costumbres.

Por otra parte en el ámbito nacional, la **CPEUM** define a la nación mexicana como multicultural en función de la existencia de pueblos indígenas, a quienes se les reconoce como sujetos de derechos específicos.

El gobierno mexicano además del reconocimiento de estos derechos específicos ha implementado instrumentos para garantizar la participación y el desarrollo de los pueblos indígenas, entre los cuales destaca la consulta a los pueblos indígenas.

El artículo 2º de la **CPEUM**, señala que:

“Un pueblo indígena es aquel que descende de poblaciones que habitaban en el territorio actual del país al iniciar la colonización y que conservan sus propias instituciones sociales, económicas, culturales y políticas o parte de ellas”.

Asimismo, el mismo artículo constitucional señala que la comunidad indígena se caracteriza de la siguiente forma:

“Son comunidades integrantes de un pueblo indígena, aquéllas que formen una unidad social, económica y cultural, asentada en un territorio y que reconocen autoridades propias de acuerdo a sus usos y costumbres”.

Del análisis de dichos preceptos constitucionales, se advierte que los elementos que caracterizan a los pueblos indígenas, son los siguientes:

- Forman una unidad social, económica y cultural,
- Están asentadas en un territorio específico, y
- Reconocen autoridades propias de acuerdo con sus usos y costumbres.

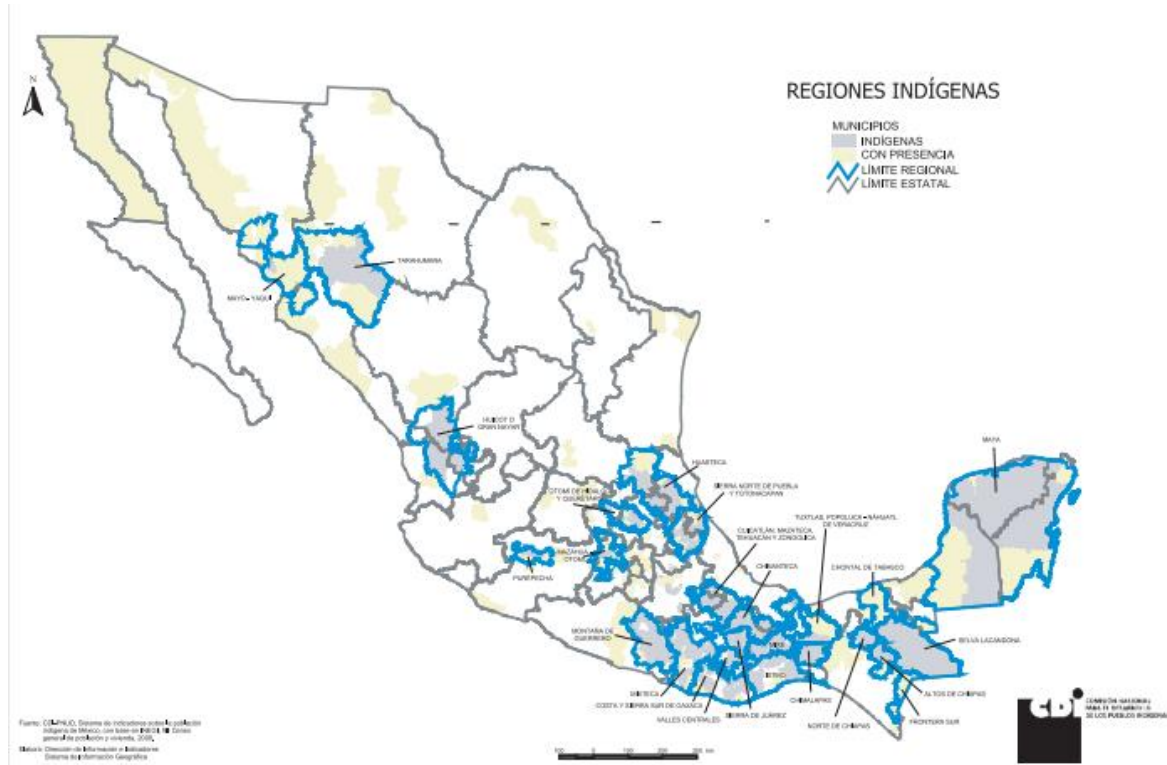
En ese orden de ideas, el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (**INEGI**) y la Comisión Nacional para el desarrollo de los Pueblos Indígenas (**CDI**), elaboraron el Catálogo de Localidades Indígenas, mediante el cual se identifica y cuantifica la población indígena en el país considerando como factor determinante la lengua o dialecto.

Las localidades indígenas se encuentran clasificadas de acuerdo a criterios de concentración de población indígena en cada una de ellas, agrupándose de la siguiente manera:

- Localidades con población indígena mayor o igual a 40% de su población total,
- Localidades con población indígena menor a 40% y más de 150 indígenas,
- Localidades con menos de 150 indígenas de la población total.

Asimismo, la **CDI** ha dividido al territorio mexicano en regiones indígenas, agrupando a los pueblos por sus características de cosmovisión, tal y como se aprecia en el siguiente mapa:

Figura III.2. Mapa de regiones indígenas de la CDI



Del análisis del mapa de regiones indígenas, se aprecia que en el estado de Yucatán si existen asentamientos humanos que por sus características de lingüística o cultura conformen una región indígena. En este sentido, la promovente, de forma previa al inicio del desarrollo del proyecto, realizó la Evaluación de Impacto Social en el área de influencia conforme a lo establecido en la Ley de la Industria Eléctrica, para determinar la existencia de grupos sociales vulnerables, entre ellos grupos indígenas, dentro de los anexos de documentación legal, se acompaña el acuse que así lo demuestra.

Por lo que hace al resto de los Tratados Internacionales suscritos por México, si bien no existen disposiciones puntuales que resulten aplicables al Proyecto, el Promovente estará atenta del cumplimiento de toda la normatividad que comprende el Sistema Jurídico Mexicano.

III.3. Leyes Federales.

III.3.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

La **LGEEPA**, se publicó en el **DOF** el 28 de enero de 1988 y es reglamentaria de las disposiciones de la **CPEUM** que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Tiene por objeto, entre otros, propiciar el desarrollo sustentable y sentar las bases para garantizar el

derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar; así como definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación.

El Proyecto, se vincula con los artículos 28 fracciones II, VII y 30, de dicho ordenamiento, ya que éste pertenece a la industria eléctrica e involucra el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por lo que para el cumplimiento de este precepto, se está presentado **DTU-BR**, cumpliendo con las formalidades señaladas en la Ley de manera previa para que sea autorizada por parte de esa Autoridad.

Tabla III.5. Vinculación con la LGEEPA

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
<p>ARTÍCULO 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:</p> <p>[...]</p> <p>II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y <u>eléctrica</u></p> <p>[...]</p> <p>VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas; [...].</p>	<p>El Proyecto, pretende la instalación de un Parque Eólico y su infraestructura asociada para la generación de energía eléctrica; para lo cual se requiere llevar a cabo el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) por una superficie de 10.30 has.</p> <p>En este sentido, la presentación de este DTU-BR representa el cumplimiento del Proyecto con lo dispuesto por las fracciones II y VII de este artículo.</p>
<p>ARTÍCULO 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.</p>	<p>Para la elaboración de este documento, se siguieron los lineamientos en cuanto a contenido y alcance de establecidos por este precepto, satisfaciendo así los requisitos formales y de fondo contemplados en el mismo. De igual forma, se observó lo establecido en la Guía para la elaboración del DTU-BR, elaborada por esa H. Dependencia.</p> <p>De este modo, el DTU-BR que se exhibe, cuenta con la descripción de los impactos ambientales, así como las medidas de mitigación y compensación a adoptar.</p>

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
<p>ARTÍCULO 35 BIS 3.- Cuando las obras o actividades señaladas en el artículo 28 de esta Ley requieran, además de la autorización en materia de impacto ambiental, contar con autorización de inicio de obra; se deberá verificar que el responsable cuente con la autorización de impacto ambiental expedida en términos de lo dispuesto en este ordenamiento.</p> <p>Asimismo, la Secretaría, a solicitud del promovente, integrará a la autorización en materia de impacto ambiental, los demás permisos, licencias y autorizaciones de su competencia, que se requieran para la realización de las obras y actividades a que se refiere este artículo.</p>	<p>Con fundamento en dichos artículos y el acuerdo del 22 de diciembre del 2010 en el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la SEMARNAT las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican, se presenta el dicho DTU-BR para su evaluación.</p>

III.3.2. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).

Esta Ley, se publicó en el **DOF** el 25 de febrero de 2003 y es reglamentaria del Artículo 27 de la **CPEUM**. Las disposiciones que la componen, son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene 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. Asimismo, prevé el como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los Estados, la Ciudad de México y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el *Artículo 73 Fracción XXIX inciso G de la CPEUM*. Esto, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable.

El Proyecto se vincula con los artículos 117 y 118 de la **LGDFS**, debido que en el sitio se tiene vegetación forestal sujeta a ser afectada o removida, por lo que para el cumplimiento de este precepto, se está presentando el **DTU-BR**, para obtener la autorización de Cambio de uso De Suelo en Terrenos Forestales (**CUSTF**) por excepción, cumpliendo con las formalidades señaladas en la Ley de manera previa, para que sea autorizada por parte de esa Autoridad.

Tabla III.6. Vinculación con la LGDFS

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
<p>ARTÍCULO 58. Corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones:</p> <p>I. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción; [...]</p>	<p>El Proyecto presenta un DTU-BR para evaluación en donde se pretende la obtención de una autorización en materia de impacto ambiental así como en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales para las áreas requeridas.</p>
<p>ARTÍCULO 117. 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</p>	<p>El Proyecto cumple con lo establecido por dicho precepto en el sentido que tal y como se demuestra en el DTU-BR, por medio de la autorización del CUSTF que se solicita no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución</p>

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
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.	en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.

III.3.3. Ley General de Vida Silvestre (LGVS).

Publicada en el **DOF** el 03 de julio del año 2000. Esta ley es de orden público y de interés social, reglamentaria del párrafo tercero de los artículos 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Regula lo relativo a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

El Proyecto, se vincula con este ordenamiento, en cuanto a que por medio de la implementación de los respectivos programas se reducirá el impacto tanto en la flora como en la fauna. Tal y como se puede ver en la siguiente tabla:

Tabla III.7. Vinculación con la LGVS

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 18. Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.</p> <p>Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.</p>	El Proyecto no contempla un aprovechamiento extractivo de la vida silvestre; sin embargo, reducirá en lo posible el impacto que pudiese generar a la flora y la fauna en el área de Proyecto, a través de los respectivos Programas de Manejo tanto de Flora como de Fauna.

III.3.4. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR).

Publicada en el **DOF** el 08 de octubre del año 2003. Es reglamentaria de las disposiciones de la **CPEUM** que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; así como establecer las bases para determinar, entre otros aspectos, los criterios que deberán de ser considerados en la generación y gestión integral de los residuos, para prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y la protección de la salud humana y establecer los mecanismos de coordinación que, en materia de prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de residuos, corresponden a la Federación, las entidades federativas y

los municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX-G de la **CPEUM**. A continuación, se realiza la vinculación del Proyecto con los preceptos aplicables de esta Ley.

El Proyecto, con la finalidad de garantizar un manejo ambiental adecuado y conforme lo señala la propia Ley, instrumentará un programa de manejo de residuos para identificar, clasificar, segregar y almacenar temporalmente los residuos generados, para su posterior envío a disposición final por empresas autorizadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (**SEMARNAT**). La vinculación con este ordenamiento se presenta a continuación:

Tabla III.8. Vinculación con la LGPGIR

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 16.- La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.	El Proyecto realizará el manejo y disposición final de los residuos peligrosos conforme a lo indicado en este dispositivo y las normas oficiales mexicanas. Así también, contará con un Programa para el Manejo Integral de Residuos.
Artículo 18.- Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.	Los residuos sólidos urbanos que se generen durante las etapas del Proyecto recibirán el tratamiento aquí indicado. Para ello se contará con un Programa para el Manejo Integral de Residuos.
Artículo 19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación: [...] VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general.	Los residuos de manejo especial que se generen con motivo del desarrollo del Proyecto serán manejados conforme a la normatividad y dispuestos a través de prestadores de servicio que cuenten con las autorizaciones locales conforme a lo establecido en el Programa para el Manejo Integral de Residuos.
Artículo 41.- Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.	El manejo de los residuos peligrosos que se generen se hará de conformidad con la normatividad aplicable y se entregarán a un proveedor autorizado por esa Secretaría para la disposición final conforme a lo establecido en el Programa para el Manejo Integral de Residuos.

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.</p> <p>La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.</p> <p>Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.</p>	<p>El Promovente, se cerciorará que las empresas que subcontrate para el manejo y disposición final de los residuos cuenten con las autorizaciones de esa Secretaría y está consciente de su responsabilidad en el proceso.</p>
<p>Artículo 54.- Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.</p>	<p>Los residuos peligrosos que se generen serán manejados y dispuestos conforme al Programa para el Manejo Integral de Residuos, evitando la mezcla de éstos 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.</p>

III.3.5. Ley de Aguas Nacionales (LAN).

Publicada el 1° de diciembre de 1992, la **LAN** tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. La vinculación con dicho ordenamiento se presenta a continuación:

Tabla III.9. Vinculación con la LAN

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 20.- De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal [...].</p>	<p>El Proyecto durante la etapa de construcción tendrá requerimientos mínimos de agua. Esto únicamente para el control de polvos y en ciertas actividades de compactación.</p> <p>En este sentido, el suministro de agua potable se hará a base de pipas que deberán llegar al lugar de la obra aproximadamente cada semana para llenar el tanque cisterna. . En el caso de que se requiera explotar agua a cargo de la federación se obtendrá la concesión correspondiente.</p>

III.3.6. Ley General de Cambio Climático (LGCC).

La **LGCC**, fue publicada en el **DOF** el 6 de junio de 2012, establece en su artículo 2, fracción VII el objetivo siguiente: *Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono.*

De la lectura de ésta, se desprende que una de las maneras para transitar hacia una economía que cumpla con estos requisitos es el desarrollo de Proyectos de Energía Renovable como el que somete en este acto a evaluación. En este sentido, cabe señalar que el Proyecto se vincula directamente con los preceptos contenidos en esta ley. Lo anterior, en virtud de que el Parque Eólico, se dará paso al desarrollo de energías renovables en la región. Bajo ese tenor, a continuación se formula la vinculación del proyecto con las principales disposición de la **LGCC** que desarrollan este objetivo.

Tabla III.10. Vinculación con la LGCC

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 33. Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación son:</p> <p>[...]</p> <p>III. Promover de manera gradual la sustitución del uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía, así como la generación de electricidad a través del uso de fuentes renovables de energía;</p> <p>IV. Promover prácticas de eficiencia energética, el desarrollo y uso de fuentes renovables de energía y la transferencia y desarrollo de tecnologías bajas en carbono, particularmente en bienes muebles e inmuebles de dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, de las entidades federativas y de los municipios;</p>	<p>El Proyecto que se somete a consideración implica la instalación y operación de un Parque Eólico Bajo lo anterior, al tratarse de un proyecto de generación de energía a través de tecnología limpia que coadyuvará a la consecución de las políticas públicas de mitigación que se indican en esta disposición legal.</p> <p>Cabe señalar que mediante la implementación de fuentes limpias para la obtención de energía eléctrica, se reduce el uso de combustibles fósiles y, por ende, se disminuye la emisión de gases de efecto invernadero que propician el calentamiento global.</p>
<p>Artículo 102. En materia de mitigación al cambio climático la evaluación se realizará respecto de los objetivos siguientes:</p> <p>[...]</p> <p>II. Reducir las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, y mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero mediante el fomento de patrones de producción y consumo sustentables en los sectores público, social y privado fundamentalmente en áreas como: la generación y consumo de energía, el transporte y la gestión integral de los residuos;</p> <p>III. Sustituir de manera gradual el uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía;</p>	<p>El desarrollo del Proyecto, representa el cumplimiento del objetivo de reducir emisiones y la transición hacia fuentes renovables de energía que se enmarcan en este artículo de la LGCC.</p>

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo Segundo. El país asume el objetivo indicativo o meta aspiracional de reducir al año 2020 un treinta por ciento de emisiones con respecto a la línea de base; así como un cincuenta por ciento de reducción de emisiones al 2050 en relación con las emitidas en el año 2000. Las metas mencionadas podrán alcanzarse si se establece un régimen internacional que disponga de mecanismos de apoyo financiero y tecnológico por parte de países desarrollados hacia países en desarrollo entre los que se incluye a los Estados Unidos Mexicanos. Estas metas se revisarán cuando se publique la siguiente Estrategia Nacional.</p>	<p>La realización del proyecto, abre paso a que se promueva el cumplimiento de este precepto. Lo anterior ya que éste es uno de los tantos Proyectos que se tienen que llevar a cabo en el país de aquí al 2020 y al 2050 para que México pueda llegar a la meta aspiracional que se fijó en esta disposición legal.</p>

III.3.7. Ley de Transición Energética (LTE).

El 24 de diciembre de 2015, se publicó en el **DOF** la **LTE**, misma que tiene por objeto *“regular el aprovechamiento sustentable de la energía así como las obligaciones en materia de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes de la Industria Eléctrica, manteniendo la competitividad de los sectores productivos.”*¹ La **LTE** establece que *“**los integrantes de la Industria Eléctrica en general, así como los Usuarios Calificados participantes del Mercado Eléctrico Mayorista, sean de carácter público o particular, y los titulares de los Contratos de Interconexión Legados estarán obligados a contribuir al cumplimiento de las Metas de Energías Limpias.**”*²

Además, la **LTE** señala que la **SENER** y la Comisión Reguladora de Energía (**CRE**) detallarán las modalidades específicas con las que deban contribuir los integrantes de la industria eléctrica para cumplir con las metas de energías limpias establecidas en la *“Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios”*³. A continuación se presenta la vinculación de dicho ordenamiento con el Proyecto:

Tabla III.11. Vinculación con la LTE

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 6.- Los integrantes de la Industria Eléctrica en general, así como los Usuarios Calificados participantes del Mercado Eléctrico Mayorista, sean de carácter público o particular, y los titulares de los Contratos de Interconexión Legados estarán obligados a contribuir al cumplimiento de las Metas de Energías Limpias en los términos establecidos en la legislación aplicable.</p>	<p>El Proyecto es coadyuvante con la meta nacional de energía limpia, ya que éste prevé la generación por medio de una fuente renovable. Asimismo, debe de mencionarse que éste se encuentra relacionado con un licitante ganador de la Segunda Subasta Eléctrica de Largo Plazo.</p>

III.3.8. Ley de la Industria Eléctrica (LIE).

Publicada en el **DOF** el 11 de agosto de 2014, la **LIE** determina como su objeto promover el desarrollo sustentable de la industria eléctrica y garantizar su operación continua, eficiente y segura en beneficio de

¹ Artículo 1° de la Ley de Transición Energética.

² Artículo 6° de la Ley de Transición Energética.

³ Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 19 de diciembre de 2014.

los usuarios, así como el cumplimiento de las obligaciones de servicio público y universal, de energías limpias y de reducción de emisiones contaminantes⁴.

Asimismo, la propia **LIE** define como energías limpias aquellas fuentes de energía y procesos de generación de electricidad cuando sus emisiones o residuos no rebasen los umbrales establecidos en las disposiciones reglamentarias. En ese sentido, se determinan como energías limpias las siguientes: **solar**, eólica, mini-hidráulica, cogeneración eficiente, nuclear y biomasa. En este sentido, mediante la implementación de fuentes limpias para la obtención de energía eléctrica, se reduce el uso de combustibles fósiles y, por ende, se disminuye la emisión de gases de efecto invernadero que propician el calentamiento global.

Tabla III.12. Vinculación con la LIE

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
Artículo 117.- Los proyectos de infraestructura de los sectores público y privado en la industria eléctrica atenderán los principios de sostenibilidad y respeto de los derechos humanos de las comunidades y pueblos de las regiones en los que se pretendan desarrollar.	El Promovente consciente del respeto a los derechos humanos de comunidades cercanas al proyecto, elaboró la Evaluación de Impacto Social. Tal y como ya fue mencionado como conclusión de ésta evaluación, no se identificaron comunidades indígenas en el área del Proyecto.
Artículo 118.- La Secretaría deberá informar a los interesados en la ejecución de proyectos de infraestructura en la industria eléctrica sobre la presencia de grupos sociales en situación de vulnerabilidad en las áreas en que se llevarán a cabo las actividades para la ejecución de los proyectos, con el fin de que se implementen las acciones necesarias para salvaguardar sus derechos.	Los resultados obtenidos en el análisis del área de influencia del Proyecto, se sometieron a consideración de la SENER , mediante la Evaluación de Impacto Social.
Artículo 119.- Con la finalidad de tomar en cuenta los intereses y derechos de las comunidades y pueblos indígenas en los que se desarrollen proyectos de la industria eléctrica, la Secretaría deberá llevar a cabo los procedimientos de consulta necesarios y cualquier otra actividad necesaria para su salvaguarda, en coordinación con la Secretaría de Gobernación y las dependencias que correspondan. En dichos procedimientos de consulta podrán participar la CRE, las empresas productivas del Estado y sus empresas subsidiarias y filiales, así como los particulares.	Como parte de los resultados de esta evaluación, la SENER no determinó la pertinencia de realizar la consulta a dichos pueblos indígenas.
Artículo 120.- Los interesados en obtener permisos o autorizaciones para desarrollar proyectos en la industria eléctrica deberán presentar a la Secretaría una evaluación de impacto social que deberá contener la identificación, caracterización, predicción y valoración de los impactos sociales que podrían derivarse de sus actividades, así como las medidas de mitigación correspondientes. La Secretaría emitirá el resolutive y recomendaciones que	Como se ha mencionado, la Evaluación de Impacto Social ya fue elaborada y sometida a consideración de la SENER , la cual emitió el resolutive correspondiente.

⁴ Artículo 1° de la Ley de la Industria Eléctrica.

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
correspondan, en los términos que señalen los reglamentos de esta Ley.	

Aunado a lo anterior, y de un análisis integral tanto de la **LGCC** y a la **LTE**, se determina, como meta nacional, que para el 2024 el 35% de la electricidad deberá producirse mediante la utilización de fuentes limpias. En este, sentido el Proyecto contribuirá al logro de la meta nacional establecida en la política energética y los instrumentos normativos aplicables para impulsar energías limpias y reducir la emisión de gases de efecto invernadero. Por último, tal y como ya fue apuntado, el Proyecto que nos ocupa, se encuentra relacionado con un licitante ganador de la Segunda Subasta Eléctrica de Largo Plazo. Así, en cumplimiento al mandato de la **LIE**, se busca asegurar la Confiabilidad del Sistema Eléctrico Nacional por medio de una fuente limpia como lo es el Parque Eólico.

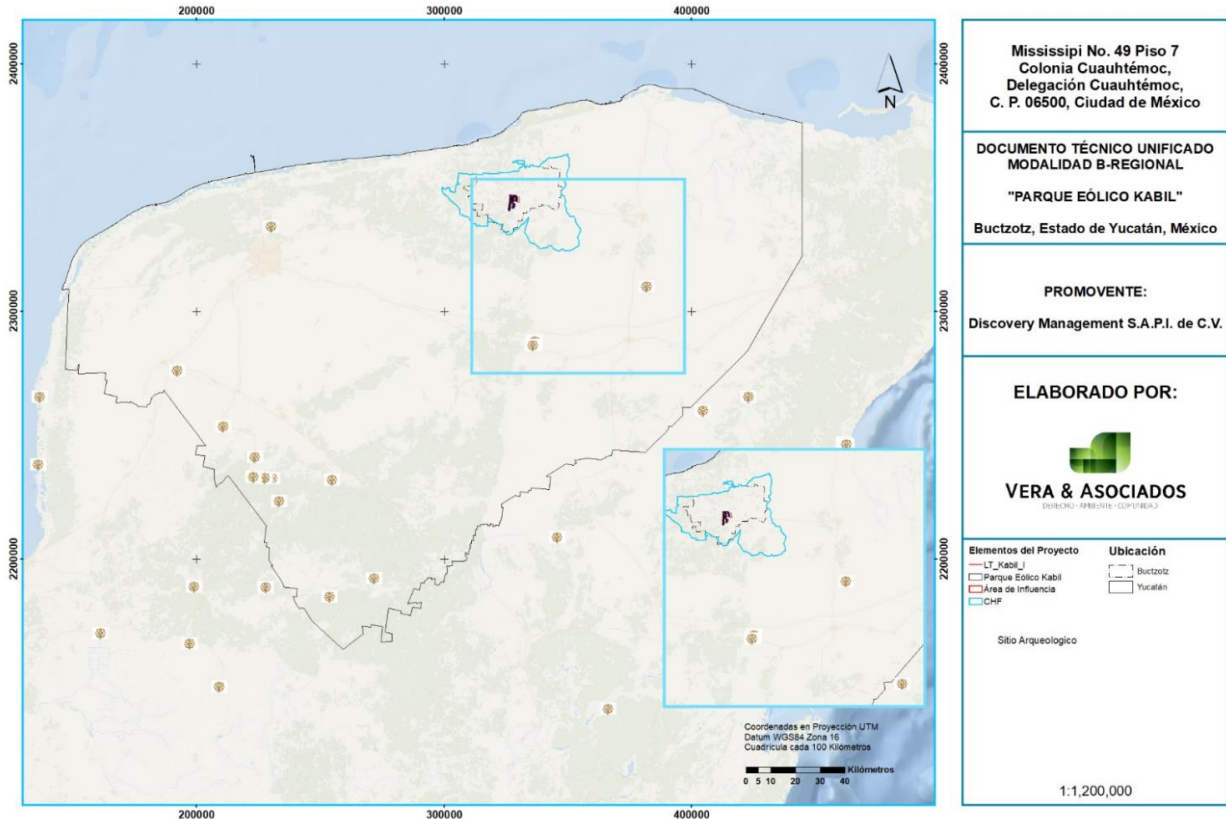
III.3.9. Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas (LFMZAH).

Publicada el 6 de mayo de 1972, esta Ley tiene por objeto regular la investigación, protección, conservación, restauración y recuperación de los monumentos arqueológicos, artísticos e históricos y de las zonas de monumentos.

De este modo, entre las acciones formuladas para la atención de estos temas, se formuló en primera instancia una revisión en el Registro Público de Monumentos y Zonas Arqueológicas del Instituto Nacional de Antropología e Historia (**INAH**), descartándose la existencia de éstas en el área del proyecto.

En este sentido, derivado de la información oficial revisada, se desprende que los sitios mas cercanos, se encuentran a una distancia considerable del Proyecto, tal y como se puede apreciar en la figura siguiente:.

Figura III.3. Ubicación zonas arqueológicas con respecto del Proyecto



Asimismo, mediante el oficio número 401.3S.17-2017/382 de fecha 27 de octubre de 2017, el INAH tuvo a bien informar la conclusión de los trabajos de inspección arqueológica con respecto del Proyecto. En síntesis y con fundamento en las razones y argumentos esgrimidos en el presente capítulo, es posible concluir que el Proyecto se ajusta al mandato de los ordenamientos jurídicos que le resultan aplicables y que aquí han sido vinculados.

III.4. Reglamentos Federales.

III.4.1. Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (RLGEEPA).

Publicado en **DOF** el 30 de mayo del 2000, tiene por objeto reglamentar la **LGEEPA**, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal y establece las obras o actividades que requieren autorización en materia de Impacto Ambiental.

En este sentido, el Proyecto se vincula con los artículos 5° inciso K fracciones I, III y O, fracción III, de este Reglamento. A continuación se presenta la respectiva vinculación:

Tabla III.13. Vinculación con el RLGEEPA

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 5o.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: [...]</p> <p>O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:</p> <p>III. Los demás cambios de uso del suelo, en terrenos o áreas con uso de suelo forestal, con excepción de la modificación de suelos agrícolas o pecuarios en forestales, agroforestales o silvopastoriles, mediante la utilización de especies nativas [...]</p> <p>K) INDUSTRIA ELÉCTRICA:</p> <p>I. Construcción de plantas nucleoelectricas, hidroelectricas, carboelectricas, geotermoelectricas, eoloelectricas o termoelctricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogas, con excepción de las plantas de generación con una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales; [...]</p> <p>III. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica, y [...]</p>	<p>La presentación de este documento representa el compromiso del Proyecto para cumplir con lo dispuesto en esta disposición.</p>
<p>Artículo 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:</p> <p>I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;</p> <p>II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo;</p> <p>III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;</p> <p>IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;</p> <p>V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;</p> <p>VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;</p> <p>VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y</p> <p>VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental</p>	<p>Cumpliendo con este precepto jurídico, el Promovente elaboró el DTU-BR acatando lo establecido en este precepto, observando las formalidades de información solicitada en los nueve capítulos que lo integran.</p> <p>En este sentido, el estudio que se somete a evaluación cumple con todos y cada uno de los apartados que indica esta norma jurídica.</p>

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 14.- Cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso del suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos.</p>	<p>Con fundamento es dichos artículos y en el acuerdo del 22 de diciembre del 2010 en el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la SEMARNAT las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican, se presenta el siguiente DTU-BR para su evaluación.</p>
<p>Artículo 47.- La ejecución de la obra o la realización de la actividad de que se trate, deberá sujetarse a lo previsto en la resolución respectiva, en las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan y en las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.</p>	
<p>En todo caso, el promovente podrá solicitar que se integren a la resolución los demás permisos, licencias y autorizaciones que sean necesarios para llevar a cabo la obra o actividad proyectada y cuyo otorgamiento corresponda a la Secretaría.</p>	

III.4.2. Reglamento de la LGDFS (RLGDFS).

Publicado el 21 de febrero de 2005, dicho ordenamiento tiene por objeto reglamentar la **LGDFS** en el ámbito de competencia federal, en materia de instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y de sus recursos, así como su conservación, protección y restauración.

De este modo, los artículos del **RLGDFS** que se relacionan con el Proyecto se presentan a continuación:

Tabla III.14. Vinculación con el RLGDFS

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 120. Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante; II. Lugar y fecha; III. Datos y ubicación del predio o conjunto de predios, y IV. Superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar. 	<p>En la elaboración del presente documento, se incluyen entre otros los requerimientos de este precepto.</p>
<p>Artículo 127. Los trámites de autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo en terrenos forestales podrán integrarse para seguir un solo trámite administrativo, conforme a las disposiciones que al efecto expida la Secretaría.</p>	<p>Con base en este artículo y en el acuerdo del 22 de diciembre del 2010 en el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la SEMARNAT las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican, se presenta el dicho DTU-BR para su evaluación.</p>

III.4.3. Reglamento de la LGVS (RLGVS).

Publicado en el **DOF** el 30 de noviembre de 2006. Tiene por objeto reglamentar la **LGVS**, por lo cual ofrece algunas definiciones adicionales a las ya enunciadas en la Ley, asimismo contiene disposiciones comunes para la conservación y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre. Los preceptos del **RLGVS** que se relacionan con el proyecto analizaron a continuación:

Tabla III.15. Vinculación con el RLGVS

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 12. Las personas que pretendan realizar cualquier actividad relacionada con hábitat, especies, partes o derivados de vida silvestre y que conforme a la Ley requieran licencia, permiso o autorización de la Secretaría, presentarán la solicitud correspondiente en los formatos que para tal efecto establezca la Secretaría [...].</p>	<p>El Proyecto no contempla un aprovechamiento extractivo de la vida silvestre; sin embargo, reducirá en lo posible el impacto que pudiese generar a la flora y la fauna en el área de Proyecto, a través de la instrumentación de los respectivos Programas Manejo.</p>

III.4.4. Reglamento de la LGPGIR (RLGPGIR).

Publicado en el **DOF** el 30 de noviembre de 2006. Tiene por objeto reglamentar la **LGPGIR** y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce soberanía y jurisdicción. Su aplicación le corresponde al Ejecutivo Federal por conducto de la **SEMARNAT**. A continuación se realiza la vinculación del Proyecto con los preceptos aplicables del **LGPGIR**.

Tabla III.16. Vinculación con el RLGPGIR

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
<p>ARTÍCULO 16.- Los planes de manejo para residuos se podrán establecer en una o más de las siguientes modalidades:</p> <p>I. Atendiendo a los sujetos que intervienen en ellos, podrán ser:</p> <p>a) Privados, los instrumentados por los particulares que conforme a la Ley se encuentran obligados a la elaboración, formulación en implementación de un plan de manejo de residuos;</p> <p>[...]</p> <p>II. Considerando la posibilidad de asociación de los sujetos obligados a su formulación y ejecución podrán ser:</p> <p>a) Individuales, aquellos en los cuales sólo un sujeto obligado establece en un único plan, el manejo integral que dará a uno, varios o todos los residuos que genere [...]</p>	<p>Para la gestión integral de los residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos, el Promovente elaborará los Planes y Programas de Manejo correspondientes.</p>
<p>ARTÍCULO 24. Las personas que conforme a lo dispuesto en la Ley deban registrar ante la Secretaría los planes de manejo de residuos peligrosos se sujetarán al procedimiento descrito en este artículo.</p>	<p>El Proyecto elaborará y registrará el plan de manejo para los residuos que genere conforme a esta disposición.</p>
<p>Artículo 82.- Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones de esta disposición, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular [...]</p>	<p>El Promovente cumplirá con las condiciones establecidas en este artículo y por las normas oficiales mexicanas para el almacenamiento de residuos peligrosos.</p>
<p>ARTÍCULO 91.- La disposición final de residuos peligrosos puede realizarse en:</p> <p>I. Confinamiento controlado, y</p> <p>II. Confinamiento en formaciones geológicamente estables.</p>	<p>El Promovente se asegurará de que el tercero que contrate para realizar la disposición final de los residuos esté autorizado por la Secretaría y se haga responsable de su parte en el proceso.</p>

III.4.5. Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica (RLIE).

Publicado en el **DOF** el 31 de octubre de 2014, tiene por objeto establecer las disposiciones que regulan la planeación y control operativo del Sistema Eléctrico Nacional, así como las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de la industria eléctrica; procurar el cumplimiento de las obligaciones de Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica y de servicio universal que propicien la operación continua, eficiente y segura de la Industria Eléctrica.

Tabla III.17. Vinculación con el RLIE

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
<p>Artículo 87.- La evaluación de impacto social deberá presentarse en un documento de acuerdo con la guía y el formato que establezca la Secretaría. La responsabilidad</p>	<p>En cumplimiento a este precepto, el Promovente elaboró la Evaluación de Impacto Social tomando en cuenta lo previsto por el mismo y también las disposiciones administrativas emitidas en este aspecto.</p>

Disposición Legal	Vinculación con el Proyecto
<p>respecto del contenido del documento corresponderá a los interesados para obtener permisos o autorizaciones.</p> <p>La evaluación de impacto social contendrá la identificación de los pueblos y comunidades indígenas que se ubican en el área de influencia directa e indirecta del proyecto. La Secretaría emitirá las disposiciones administrativas que contendrán la metodología para la definición del área de influencia directa e indirecta en los proyectos de desarrollo de la industria eléctrica.</p> <p>La evaluación de Impacto Social contendrá la identificación caracterización, predicción, y valoración de los impactos sociales positivos y negativos que podrían derivarse del proyecto. Deberán incluir las medidas de prevención y mitigación, así como los planes de gestión social, propuestos por los interesados en desarrollar el proyecto de la industria eléctrica.</p> <p>La Secretaría emitirá la resolución y las recomendaciones que correspondan a la evaluación del impacto social en un plazo de noventa días naturales, contado a partir de la presentación de dicha evaluación.</p> <p>La Secretaría emitirá un resolutivo y recomendaciones que corresponda en los términos que se hace referencia en el párrafo anterior.</p> <p>En el supuesto de que la evaluación de impacto social no satisfaga lo dispuesto en la guía a que se refiere este artículo, la Secretaría prevendrá al interesado para que en un plazo de veinte días hábiles, contado a partir del día siguiente al que reciba dicha prevención, subsane las omisiones. La prevención suspenderá el plazo a que se refiere el párrafo anterior, hasta en tanto no se subsane las omisiones.</p>	

III.5. Planes de ordenamiento ecológico del territorio.

III.5.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).

Expedido mediante Acuerdo Secretarial publicado en el **DOF** el 7 de septiembre de 2012. Tiene por objeto, en términos de lo establecido en el Artículo 20 de **LGEEPA**, determinar la regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las que la nación ejerce soberanía y jurisdicción, a partir del diagnóstico de las características, disponibilidad y demanda de los recursos naturales, así como de las actividades productivas que en ellas se desarrollen y, de la ubicación y situación de los asentamientos humanos existentes, determinando los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como para la localización de actividades productivas y de los asentamientos humanos.

En este sentido, el **POEGT** promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la Administración Pública Federal (**APF**), que es a quienes está dirigido, lo que permite generar sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional. Por su escala y alcance, el **POEGT** no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales.

Por lo que, dicho instrumento, en términos de los artículos segundo y tercero de su Acuerdo de expedición, es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y vincula las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática. Con lo que las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal deberán observar el **POEGT** en sus programas operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos de egresos y en sus programas de obra pública.

El **POEGT** se encuentra estructurado por IV apartados principales y 5 anexos. En el apartado II se encuentra la propuesta de **POEGT**. Este contiene la regionalización ecológica, los lineamientos ecológicos a cumplir y la definición y grupos de estrategias ecológicas establecidas. Encontrando en el apartado III las estrategias ecológicas a seguir por cada grupo definido, así como las acciones a realizar por cada una de ellas, quedando contenido en el apartado IV la tabla del **POEGT**.

En tal sentido, el **POEGT** está integrado por:

1. Regionalización ecológica, que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial,
2. Lineamientos ecológicos, y
3. Estrategias ecológicas

Estos dos últimos componentes aplicables a la regionalización ecológica, enfocados a la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

-Regionalización ecológica.

La base para la regionalización ecológica, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (**UAB**), representadas a escala 1:2,000,000 y empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, así como para construir la propuesta del **POEGT**.

Cada región ecológica se integra por un conjunto de **UAB** que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en ello a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas.

En este sentido, se consideran áreas de atención prioritaria aquellas donde se presentan o se puedan potencialmente presentar, conflictos ambientales o que por sus características ambientales requieren de atención inmediata para su preservación, conservación, protección, restauración o la mitigación de impactos ambientales adversos. Encontrando 5 niveles de prioridad: Muy alta, Alta, Media, Baja y Muy baja. El muy alto se aplicó a las **UAB** que requieren atención urgente por que su estado ambiental es crítico y porque presentan muy alto o alto nivel de conflicto ambiental. Muy bajo se aplicó a las **UAB** que presentan un estado del medio ambiente estable a medianamente estable y conflictos ambientales de medio a muy bajo.

Por su parte las áreas de aptitud sectorial se identificaron de manera integral en el territorio a través de las **UAB** en las que concurren atributos ambientales similares que favorecen el desarrollo de los programas, proyectos y acciones de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal. En función de ello se propuso el nivel de intervención sectorial en el territorio nacional, que refleja el grado de compromiso que cada sector adquiere en la conducción del desarrollo sustentable de cada **UAB**, por lo que serán promotores del desarrollo sustentable en la **UAB** y en la región a la que pertenecen, de conformidad con la clasificación que tengan en términos de aptitud sectorial y en concordancia con sus respectivas competencias. El grado de participación que los promotores del desarrollo adquieren para cada **UAB**, puede clasificar a los sectores como Rectores, Coadyuvantes, Asociados o Interesados.

La política ambiental (aprovechamiento, restauración, protección y preservación) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. Su aplicación promueve que los sectores del Gobierno Federal actúen y contribuyan en cada **UAB** hacia este modelo de desarrollo.

Así, tomando como base la política ambiental asignada para cada una de las 145 **UAB**, los sectores rectores del desarrollo que resultaron de la definición de los niveles de corresponsabilidad sectorial, y la prioridad de atención que los diferentes sectores deberán considerar para el desarrollo sustentable del territorio nacional, se obtuvieron 80 regiones ecológicas.

-Lineamientos ecológicos.

El **POEGT** cuenta con 10 lineamientos ecológicos. Estos reflejan el estado deseable de una región ecológica o **UAB**, se instrumentan a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberán promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional.

-Estrategias ecológicas.

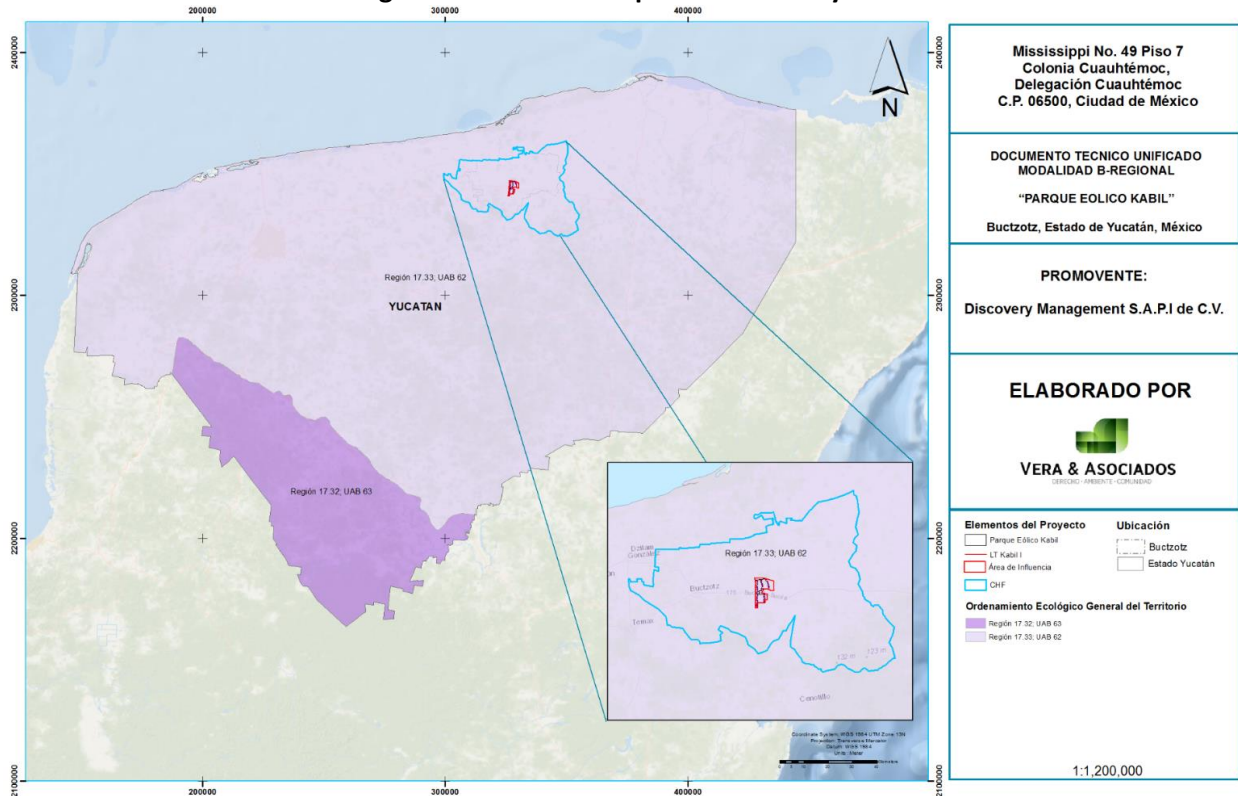
Se definen como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización, dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables al territorio nacional. Se implementan a través de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el compromiso que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersectorial para dar cumplimiento a los objetivos del **POEGT**. En este sentido se definieron tres grandes grupos de estrategias: 1. Las dirigidas a lograr la sustentabilidad

ambiental del territorio, 2. Las dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana, y 3. Las dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

Cabe señalar que por la escala en que se encuentra el **POEGT**, no es factible que su aplicación se concrete en el Proyecto que nos ocupa, dado las dimensiones del predio donde se realizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. No obstante a ello y con el ánimo de contribuir a los alcances de los objetivos de este programa, se ofrece un análisis de las coincidencias de los objetivos del Proyecto con las estrategias asignadas a la región en que incide.

Así, de conformidad con la regionalización ecológica establecidas en el **POEGT**, el Proyecto que nos ocupa se ubica en la Región Ecológica 17.33, UAB 62 denominada "Karst de Yucatán y Quintana Roo", tal y como se puede apreciar en la figura siguiente:

Figura III.4. UAB en la que incide el Proyecto



Las características de la **UAB** en comento se describen en la Tabla que se presenta a continuación:

Tabla III. 18 Tabla del POEGT para la UAB 62 en la que se ubica el Proyecto.

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
62	Preservación de Flora y Fauna-Turismo	Desarrollo Social-Forestal	Agricultura-Ganadería	Pueblos Indígenas	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44.

A partir de lo anterior, se identifica que las políticas ambientales que rigen el área de influencia son Aprovechamiento Sustentable y Preservación, las cuales son claramente impulsoras del desarrollo, de Proyectos.

Ahora bien, por lo que corresponde a las estrategias aplicables, se presenta el siguiente ejercicio de vinculación, que de naturaleza indicativa, a la luz de las características jurídicas y técnicas del **POEGT** que se han señalado antes:


Tabla III. 19. Vinculación con estrategias del POEGT

ESTRATEGIA. UAB 62	Vinculación con el Proyecto
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
a) Preservación	
1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad.	El proyecto consiste en la construcción de un parque eólico en el municipio de Bucutzotz en el Estado de Yucatán (México), es así que el mismo además de tratarse de un fuente de energías renovables, prevé una serie de medidas de compensación y mitigación que lo hacen viable para la conservación del área en donde se pretende emplazar
2. Recuperación de especies en riesgo.	Para el desarrollo del proyecto se implementará un Programa de Manejo de flora y fauna (rescate y reubicación) con la finalidad de preservar la biodiversidad de las especies silvestre de la región.
3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	Derivado de los resultados obtenidos en los estudios realizados, como datos acerca de la composición, estructura y diversidad de la vegetación y fauna silvestre imperante dentro del área pretendida, se implementarán el monitoreo los programas de manejo correspondientes, en específico dada la importancia de la conservación de las aves y quirópteros presentes en la región.
b) Aprovechamiento sustentable	
4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	El proyecto no pretende realizar en ningún momento el aprovechamiento de ecosistemas, especies, genes y recursos.
5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	Dada la naturaleza del proyecto, no se pretende realizar el aprovechamiento sustentable de suelos agrícolas ni pecuarios.
6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	La actividad del proyecto consiste en la generación de energía eléctrica mediante el uso del viento, por lo que no realizará infraestructura hidroagrícola ni agrícola.
7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	El proyecto no pretende realizar en ningún momento el aprovechamiento de los recursos forestales.

ESTRATEGIA. UAB 62	Vinculación con el Proyecto
8. Valoración de los servicios ambientales.	Dentro del presente estudio se hace un análisis de los servicios ambientales que serán afectados por motivo del proyecto pretendido. Como producto del análisis anterior se puede deducir que las afectaciones de los servicios ambientales por el proyecto serán mínimos con respecto a lo prestado en la cuenca hidrológica forestal.
9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	El proyecto no aprovechará acuíferos, no obstante reconoce la importancia de la captación de agua en cantidad y calidad, por lo que mantendrá la permanencia de estos, coadyuvando a su vez al equilibrio dinámico dentro del acuífero de la cuenca en donde se encuentra inmerso el proyecto.
10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	El proyecto no aprovechará los recursos hídricos.
11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.	Los terrenos donde se realiza el proyecto no cuentan con presas, además de que el proyecto consiste en la construcción de un Parque Eólico.
12. Protección de los ecosistemas.	El proyecto se construirá y desarrollará siguiendo estrictamente los mas altos estándares para compensar y mitigar los efectos causados por el mismo.
13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	Dadas la naturaleza del Proyecto, no se desarrollarán actividades agrícolas, por lo cual no se usarán agroquímicos.
14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El proyecto consiste la construcción de un Parque Eólico; no obstante, durante la construcción del Proyecto se implementará un Programa de Manejo de Flora y Fauna. La aplicación de este programa y las actividades descritas en la misma contribuirán a la restauración del ecosistema y del suelo de la región.
Restauración	
21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	El proyecto consiste en la construcción de un Parque Eólico; lo que contribuye al abastecimiento de energía eléctrica de manera sustentable, con lo cual se podrán satisfacer las necesidades de la región e incluso favorecer a otras industrias como el turismo.
22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	El proyecto consiste en la generación de energía eléctrica, por lo que esta estrategia no le aplica.
23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista)-beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	El proyecto consiste en la generación de energía eléctrica, no obstante, con la construcción y operación de este de beneficiará al desarrollo regional.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	
31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	El proyecto consiste en la construcción de un Parque Eólico, la cual coadyuvará a impulsar el desarrollo económico de las localidades cercanas al proyecto y el oriente del estado de Yucatán con lo que permitirá una región más competitiva y sustentable.
32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la	El proyecto consiste en un Parque Eólico la cual pretende generar energía eléctrica de manera sustentable, lo cual está intrínsecamente relacionado con la expansión ordenada de las ciudades.

ESTRATEGIA. UAB 62	Vinculación con el Proyecto
fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	
36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	Si bien el proyecto no pertenece a la industria de la alimentación, con la implementación de este se promoverá el desarrollo de la población, lo que permitirá una mejor calidad de vida en la región.
37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	Durante la construcción y operación del proyecto se generaran empleos, para los cuales se utilizarán personas de la región y de diversos sectores, permitiendo una mejora en la calidad de vida de la comunidad.
38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	Con la generación de empleos, se propiciará el desarrollo de las personas, asimismo se dará capacitación a los empleados lo que les permitirá la mejora en la economía familiar y el desarrollo de capacidades de la población cercana al predio del proyecto.
Desarrollo social	
39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	Para los empleos permanentes y temporales, se promoverá hacia los trabajadores el uso de los servicios de salud.
40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	No aplica, ya que el proyecto consiste en la construcción del proyecto de un Parque Eólico.
41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	No aplica, ya que el proyecto consiste en la construcción del proyecto de un Parque Eólico.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
Marco Jurídico	
42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El presente proyecto trabajara de manera conjunta, respetando los derechos de las propiedades rurales donde se implementara el proyecto, se cuenta con un contrato el cual beneficiará a ambas partes y fue votado por los ejidatarios en una asamblea pública.
Planeación del Ordenamiento Territorial	
43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	No aplica al presente proyecto, ya que este consiste en la construcción del proyecto de un Parque Eólico.
44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	Este proyecto incide en los tres ámbitos de gobierno, por lo que se desarrollará de manera coordinada con esos tres niveles, lo que permitirá el desarrollo adecuado del Proyecto, en beneficio de la sociedad civil.

Con base en lo anterior, se prevé para la Región Ecológica 17.33, UAB 62 denominada “Karst de Yucatán y Quintana Roo” el grupo de estrategias I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, en la que se prevé el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales, valorizando los servicios

Discovery Management S.A.P.I de C.V.	DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD B-REGIONAL “PARQUE EOLICO KABIL”	PREPARADO POR:  VERA & ASOCIADOS DERECHO • AMBIENTE • COMUNIDAD
---	---	--

ambientales que brindan, las del Grupo II. Dirigidas al mejoramiento social e infraestructura urbana y las del Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional, por lo que a la luz de las consideraciones realizadas en este apartado, es claro que el **Proyecto** se encuentra alineado con las políticas y estrategias del **POEGT**.

III.5.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyc).

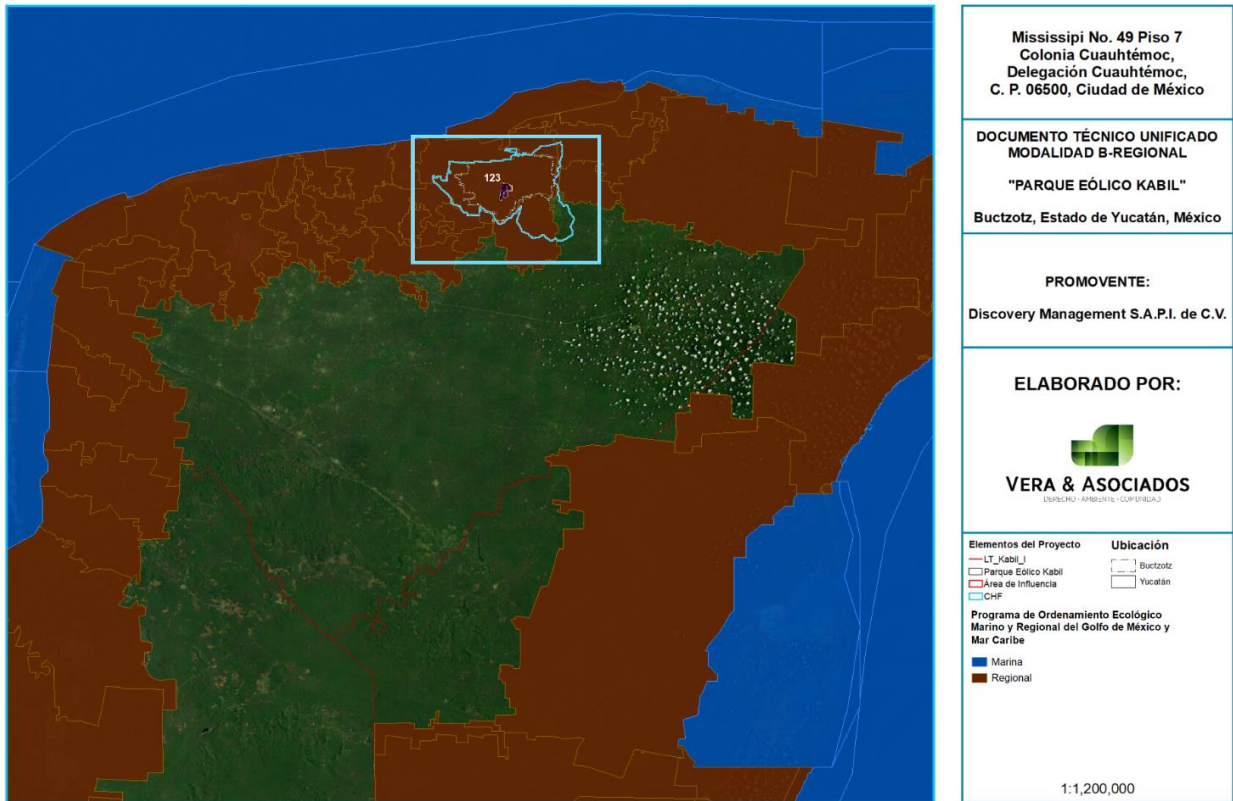
El POEMyRGMyc, es el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

El POEMyRGMyc identifica, orienta y enlaza las políticas, programas, proyectos y acciones de la administración pública que contribuyan a lograr las metas regionales que en él se plantean y optimizar el uso de los recursos públicos de acuerdo con la aptitud del territorio.

Por otro lado, el POEMyRGMyc como elemento integrador de políticas públicas permite además dar un marco coherente a las acciones que se ha comprometido México en materia de derecho marítimo, lucha contra la contaminación en los mares, protección de los recursos marinos, combate a la marginación y orientación del desarrollo hacia la sustentabilidad como signatario de gran cantidad de acuerdos internacionales.

Debido a la localización del proyecto, le aplican la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) número 123 tal y como se observa a continuación:

Figura III.5. UGA en la que incide el Proyecto



A esta UGA le aplican las Acciones Generales de este programa. También le aplica además Acciones Específicas, excepto en el área que cubre el Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán (POETCY), en la cual, por sus características particulares y por cubrir la franja costera del Estado de Yucatán, aplican las disposiciones de ese programa por lo que se describirán en el apartado correspondiente.

A continuación, se describen las Acciones Generales, así como la vinculación con el Proyecto:

Tabla III.20. Acciones Generales para la UGA 123 y su vinculación con el proyecto

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	Se considera no es aplicable, ya que el proyecto consiste en la construcción de un Parque Eólico · En este sentido, el suministro de agua potable se hará a base de pipas que deberán llegar al lugar de la obra aproximadamente cada semana para llenar el tanque cisterna.

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	Se considera no es aplicable, ya que el proyecto consiste en la construcción de un Parque Eólico Sin embargo, al hacer las gestiones en materia forestal (CUSTF) y posteriormente lograr la autorización de la misma por excepción se tendrán que hacer los pagos de compensación por el mismo ante el Fondo Forestal Mexicano. Estos montos de compensación servirán para emprender proyectos de reforestación y restauración de ecosistemas que al final de cuentas a futuro contribuirán a la captación y purificación del agua, entre otros servicios ambientales que se generaran; por lo que de este modo el proyecto estaría coadyuvando a los pagos por servicios hídricos que afectara por el CUSTF.
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	Se considera no es aplicable, ya que el proyecto consiste en la construcción de un Parque Eólico, por lo que no se pretende la creación o implementación de una UMA.
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	No aplica al presente proyecto; ya que consiste en la en la construcción de un Parque Eólico, este tiene planteado la aplicación de un Programa de Manejo escate y reubicación de estas especies de la vegetación a afectar para la protección de la fauna silvestre con la finalidad de preservar la biodiversidad de la región. Del mismo modo se implementará un programa de supervisión y vigilancia durante de las diferentes etapas del proyecto, el que procurará dar el debido cumplimiento de los dos programas antes mencionados.
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	No aplica; ya que no se pretende establecer bancos de germoplasma.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	Las fuentes móviles que existirán para el desarrollo del proyecto, esto por el flujo vehicular, serán monitoreadas, mediante la verificación de cada una de las fuentes móviles, implementando el mantenimiento preventivo adecuado y mediante el uso eficiente del flujo vehicular. Por otra parte cabe mencionar que el proyecto promueve la reducción de las emisiones de gas invernadero utilizando tecnología de primer nivel para la generación de energía eléctrica a través del viento, por lo que la emisión de emisiones derivadas del consumo de combustibles fósiles será reducida.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	El Proyecto consiste en la generación de energía mediante el uso del viento, con lo que se reducirán los gases efectos invernadero provenientes de los combustibles fósiles
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	El proyecto no pretende el uso de organismos genéticamente modificados.

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	Para evitar la fragmentación del hábitat, en la medida de lo posible, se utilizarán los caminos actuales utilizados por los pobladores para llegar a sus ranchos,
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	El presente proyecto no se encuentra dentro de un área natural; el proyecto busca en la medida de lo posible su adecuación y construcción en terrenos que actualmente son utilizados para el pastoreo y ganadería extensiva, así como con presencia de pastizales inducidos, para afectar en lo menor posible áreas o zonas con vegetación con mayor grado de conservación.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	El proyecto no se ubica dentro de algún ecosistema costero.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	No aplica, ya que el proyecto consiste en el desarrollo de un Parque Eólico.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	El proyecto en ningún momento realizará la introducción de especies invasoras o exóticas.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	En la medida de lo posible el proyecto realizará la reubicación de especies de plantas rescatadas (usando técnicas de reforestación) dentro del área del proyecto para aquellas zonas donde se realice el cambio de uso de suelo.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	Se considera que esta acción no resulta aplicable al proyecto.
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	En la geografía física del lugar seleccionado para el desarrollo del proyecto, no hay montañas, no obstante por lo que concierne a la vegetación de la región se realizará el rescate de especies a afectar por el proyecto para posteriormente reubicarlas (usando técnicas de reforestación) dentro de las áreas sin o con poca vegetación presentes dentro del predio del proyecto y donde se realicen actividades de pastoreo.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	No aplica; ya que el proyecto el proyecto consiste en la construcción de un Parque Eólico y no consiste en actividades agrícolas.
G018	Recuperar la vegetación que consolide los márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	En la medida de lo posible el proyecto realizará la reubicación de especies de plantas rescatadas (usando técnicas de reforestación) dentro del área del proyecto para aquellas zonas donde se realice el cambio de uso de suelo.
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	No aplica, ya que el proyecto consiste en la construcción de un Parque Eólico; y no un desarrollo urbano.

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	No aplica; ya que en esta región no hay ríos y zonas inundables.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	El presente proyecto consiste en instalación de tecnología innovadora para producción de energía eléctrica, y no se realizarán actividades extractivas.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	El presente proyecto consiste en instalación de tecnología innovadora para producción de energía eléctrica, y no se realizarán actividades de este tipo
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	No aplica; ya que el proyecto consiste en la construcción de un Parque Eólico y no consiste en actividades agrícolas, que requieran el empleo de campañas de control de especies.
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	En el presente proyecto se llevará a cabo en la medida de lo posible la reubicación de especies de plantas rescatadas (usando técnicas de reforestación) dentro del área del proyecto para aquellas zonas donde se realice el cambio de uso de suelo por lo que se realizarán acciones de forestación y reforestación. Asímismo se promoverá la formación de suelo con la trituración de la cobertura vegetal de aquellas zonas que requieran ser desmontadas y también por la recuperación de la pequeña capa de suelo de la superficie del proyecto; las cuales serán empleadas en las zonas con poca cobertura de suelo dentro del predio
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	En el presente proyecto se deberá llevar a cabo en la medida de lo posible una reubicación de especies de plantas rescatadas (usando técnicas de reforestación) dentro del área del proyecto para aquellas zonas donde se realice el cambio de uso de suelo. Por lo que se realizarán acciones de reforestación
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	Como se observa en el trazo del proyecto se promueve la ubicación de los aerogeneradores de la manera mas eficiente posible y también se promueve la interconexión de las zonas con vegetación que se conservarán
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	El proyecto en sí mismo promueve el uso del viento de la zona para la generación de energía eólica por lo que en alguna medida se dejarán de emplear combustibles de origen fósil como hidrocarburos para la generación de electricidad.
G028	Promover el uso de energías renovables.	El proyecto en sí mismo promueve el uso del viento de la zona para la generación de energía eólica.
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	El proyecto en sí mismo promueve el uso del viento de la zona para la generación de energía eólica.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	El proyecto se realizara con tecnología innovadora, empleando el potencial eólico de la región para la generación de energía eólica.
G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos	El proyecto en sí mismo promueve el uso del viento de la zona para la generación de energía eólica por lo que

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
	contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	se promueve de esta manera el empleo de energía renovables y aprovechamiento sustentable para la generación de electricidad en lugar de promover la emisión de contaminantes que contribuyen al calentamiento global
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	No aplica, el proyecto consiste en la generación de energía a partir del viento.
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	El proyecto se realizará con tecnología innovadora, empleando el potencial eólico de la región para la generación de energía eólica.
G034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	No aplica, no se trata de construcción de vivienda o edificios, aunque el proyecto en sí mismo promueve el uso de tecnología nueva para generación de energía para abastecimiento de viviendas y edificios.
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	No aplica, no se trata de un proyecto de construcción de viviendas, aunque si se promueve la eficiencia energética por el empleo de energía eólica
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	No aplica, no se trata de construcción instalaciones industriales, aunque el proyecto en sí mismo promueve el uso de tecnología nueva para generación de energía para abastecimiento de este tipo de instalaciones.
G037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	No aplica; ya que el proyecto el proyecto consiste en la construcción de un Parque Eólico y no un proyecto agrícola.
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	No aplica; ya que el proyecto consiste en la construcción de un Parque Eólico y no un proyecto de captura de carbono en suelo.
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	Se realiza más adelante la vinculación de los instrumentos y ordenamientos ecológicos locales para la superficie que ocupa el predio del proyecto.
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	En su momento se realizara la solicitud de certificado como calidad ambiental para esta actividad.
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	No se trata de un proyecto de construcción de infraestructura urbana, sin embargo se promoverá el cumplimiento de los PDU en caso de que se cuenten en el municipio.
G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	Durante la puesta en marcha del proyecto se realizara la reducción de los gases de efecto invernadero, por lo que el abastecimiento de la energía generada promoverá de esa manera datos más favorables del RETC, al emplear el viento como recurso y no emplear combustibles se evitara la afectación de suelos.
G043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.	No se trata de un proyecto acuícola, ni en zona costera por lo que el criterio no le aplica.

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	No se trata de un proyecto acuícola, ni en zona costera por lo que el criterio no le aplica.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	No se trata de un proyecto de infraestructura carretera, por lo que el criterio no le aplica.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	No se trata de un proyecto de infraestructura carretera, por lo que el criterio no le aplica.
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	El proyecto coadyuvará en el suministro de energía eléctrica a diferentes sectores productivos promoverá la diversificación de los mismos y del uso de energía renovable para garantizar la eficiencia de su producción.
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	Se promoverá la realización de un programa de atención de emergencia generados por desastre naturales, ya que la zona es propensa al paso de fenómenos meteorológicos adversos durante la operación del proyecto.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	El proyecto cumplirá con la normatividad en materia de protección civil durante las diversas etapas que lo componen.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	No se trata de un proyecto de casa habitación por lo que este criterio no es aplicable.
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	Se promoverá el uso adecuado de los residuos sólidos urbanos generados durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto, promoviendo la separación en fracciones orgánicas e inorgánicas.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	No se trata de un proyecto de asentamiento urbano o suburbano por lo que este criterio no es aplicable.
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	Se promoverá que las aguas residuales generadas durante la construcción sean manejadas por un prestador de servicio con autorizaciones vigentes y se estima que durante la operación la generación sea mínima.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	No se trata de un proyecto de infraestructura industrial por lo que este criterio no es aplicable.
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley	Se trata de un proyecto de construcción de un Parque Eólico que requerirá realizar el Cambio de uso de suelo, por lo que la remoción parcial o total de vegetación forestal se llevara a cabo conforme a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Por lo que se promueve realizar las gestiones en materia forestal (CUSTF) y

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
	General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	posteriormente lograr la autorización de la misma por excepción se tendrá que hacer los pagos de compensación por CUSTF en el Fondo Forestal Mexicano. Estos montos de compensación servirán para emprender proyectos de reforestación y restauración de ecosistemas que al final de cuentas a futuro contribuirán a la captación y purificación del agua, entre otros servicios ambientales que se generaran; por lo que de este modo el proyecto estaría coadyuvando a los pagos por servicios hídricos que afectara por el CUSTF.
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	No se trata de un proyecto de construcción y operación de sitios de disposición final por lo que este criterio no es aplicable.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	No se trata de un proyecto de construcción y operación que afecte la salud de la población por lo que este criterio no es aplicable.
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	No se trata de un proyecto de construcción y operación de sitios de disposición final para residuos peligrosos por lo que este criterio no es aplicable.
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	No se trata de un proyecto que se localice dentro de un ANP por lo que este criterio no es aplicable.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	No se trata de un proyecto que implique la construcción de infraestructura costera por lo que este criterio no es aplicable.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	No se trata de un proyecto que implique la construcción de infraestructura costera por lo que este criterio no es aplicable.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	No se trata de un proyecto que implique actividades agropecuarias por lo que este criterio no es aplicable.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	No se trata de un proyecto que implique actividades pesqueras y/o acuícolas por lo que este criterio no es aplicable.
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	No se trata de un proyecto de infraestructura carretera, por lo que el criterio no le aplica,.
G065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	No se trata de un proyecto que se localice dentro de un ANP por lo que este criterio no es aplicable

En virtud de lo anterior, se advierte que el Proyecto es acorde y consistente con lo establecido en este Programa, además de que beneficiará a la economía de la región, preservará y conservará recursos naturales y dotará de energía limpia a esa región del país.

Tabla III.21. Acciones Específicas para la UGA 123 y su vinculación con el proyecto

Clave	Acciones específicas	Vinculación con el proyecto
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	No es aplicable al proyecto
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	No es aplicable al proyecto
A003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	No es aplicable al proyecto
A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	No es aplicable al proyecto, se trata de un Parque Eólico
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	No es aplicable al proyecto, en la mayor parte de la superficie del proyecto, se conservará la vegetación natural presente, lo que conserva los mecanismos de infiltración.
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	Se considera no es aplicable al proyecto, por su naturaleza
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	No es aplicable al proyecto, en la mayor parte de la superficie del proyecto, se conservará la vegetación natural presente.
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	No es aplicable al proyecto, en la mayor parte de la superficie del proyecto, se conservará la vegetación natural presente.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	No es aplicable al proyecto, en la mayor parte de la superficie del proyecto, se conservará la vegetación natural presente, así mismo establecerá un programa de reforestación en ciertas áreas del predio.
A018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	No es aplicable al proyecto, en la mayor parte de la superficie del proyecto, se conservará la vegetación natural presente, asimismo establecerá un programa de reforestación

Clave	Acciones específicas	Vinculación con el proyecto
A019	Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.	En su caso, se presentará a la DGGIMAR el Programa de manejo de residuos peligrosos, siempre que la categoría así lo señale.
A020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.	No es aplicable al proyecto, se trata de un Parque Eólico.
A021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.	No es aplicable al proyecto, se trata de un Parque Eólico.
A023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	No es aplicable al proyecto, se trata de un Parque Eólico.
A024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.	La naturaleza propia del proyecto, al tratarse de Parque Eólico, es compatible.
A025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	En su caso, se presentará a la DGGIMAR el Programa de manejo de residuos peligrosos, siempre que la categoría así lo señale.
A026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	La naturaleza propia del proyecto, al tratarse de un Parque Eólico, es compatible.
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	La naturaleza propia del proyecto, al tratarse de un Parque Eólico, es compatible al realizar los monitoreos de avifauna previa y durante la operación de la misma.
A037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	No es aplicable al proyecto, se trata de un Parque Eólico.
A038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	No es aplicable al proyecto, se trata de un Parque Eólico.

Clave	Acciones específicas	Vinculación con el proyecto
A039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	No es aplicable al proyecto, se trata de un Parque Eólico.
A050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	No es aplicable al proyecto, se trata de un Parque Eólico.
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	No es aplicable al proyecto, se trata de un Parque Eólico.
A052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	No es aplicable al proyecto, se trata de un Parque Eólico.
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	No es aplicable al proyecto, se trata de un Parque Eólico.
A054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	No es aplicable al proyecto, se trata de un Parque Eólico.
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	No es aplicable al proyecto, se trata de un Parque Eólico.
A056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	No es aplicable al proyecto, se trata de un Parque Eólico.
A057	Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.	No es aplicable al proyecto, se trata de un Parque Eólico.
A058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	No es aplicable al proyecto, se trata de un Parque Eólico.
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	No es aplicable al proyecto, se trata de un Parque Eólico.
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	No es aplicable al proyecto, se trata de un Parque Eólico.
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	No es aplicable al proyecto, se trata de un Parque Eólico.
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	No es aplicable al proyecto, se trata de un Parque Eólico.
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	No es aplicable al proyecto, se trata de un Parque Eólico.

Clave	Acciones específicas	Vinculación con el proyecto
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	No es aplicable al proyecto, se trata de un Parque Eólico.
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	No es aplicable al proyecto, se trata de un Parque Eólico.
A068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	Si bien el proyecto no se localiza dentro de una zona costera, este cumplirá en todo momento con la normatividad aplicable en materia de residuos..
A069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	
A071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	Si bien el proyecto no es de corte turístico, este en todo momento verificará en cumplimiento de las medidas de compensación y mitigación propuestos para minimizar los efectos del mismo. Respetando los criterios de sustentabilidad, de conformidad con la normativa vigente
A072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	

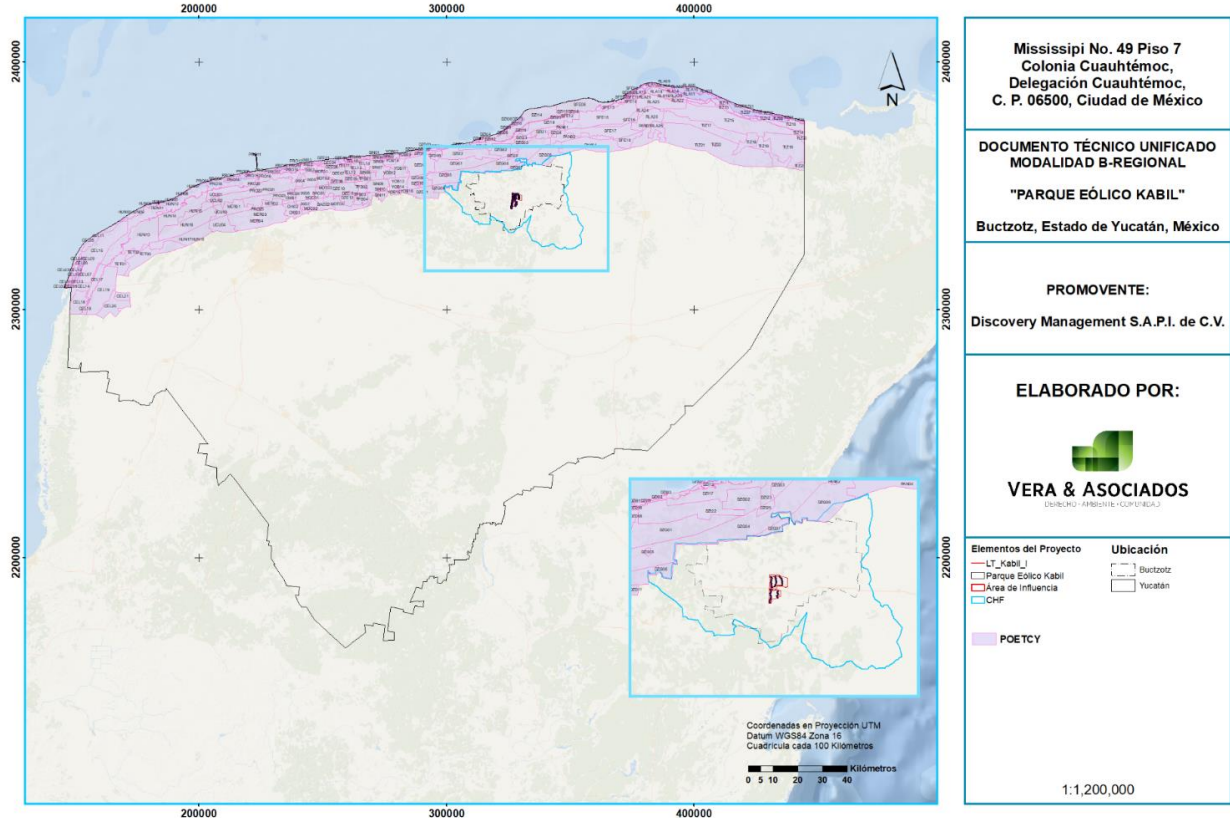
III.5.3. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Costero de Yucatán (POETCY)

El **POETCY** programa fue publicado el 20 de marzo de 2014 en el periódico oficial del Gobierno del Estado de Yucatán. Tiene por objeto llevar a cabo la regionalización ecológica del territorio costero del estado de Yucatán, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial, conforme a las disposiciones contenidas en la legislación.

Este ordenamiento ecológico comprende un área total de 6,428.64 km², en el norte de la península de Yucatán. De acuerdo con la publicación del **POETCY**, su ámbito de aplicación, incluye la totalidad del territorio de los municipios de Celestún, Dzilam de Bravo, Dzemul, Dzidzantún, Ixil, Progreso, Río Lagartos, San Felipe, Sinanché, Telchac Puerto, Yobaín; y la parte comprendida en la franja paralela al litoral de 20 km de ancho tierra adentro, de los municipios de: Baca, Chicxulub Pueblo, Dzilam, González, Hunucmá, Mérida, Mocochoá, Motul, Panabá, Telchac Pueblo, Tetiz, Tizimín, y Ucú.

Derivado de lo anterior, es posible afirmar que el Proyecto no se encuentra dentro de la zonificación del **POETCY**, esto tal y como se observa de la siguiente imagen:

Figura III.6. Ubicación del Proyecto con respecto del POETCY



En este sentido, se estima que el proyecto "Parque Eólico Kabil", es congruente con el mismo.

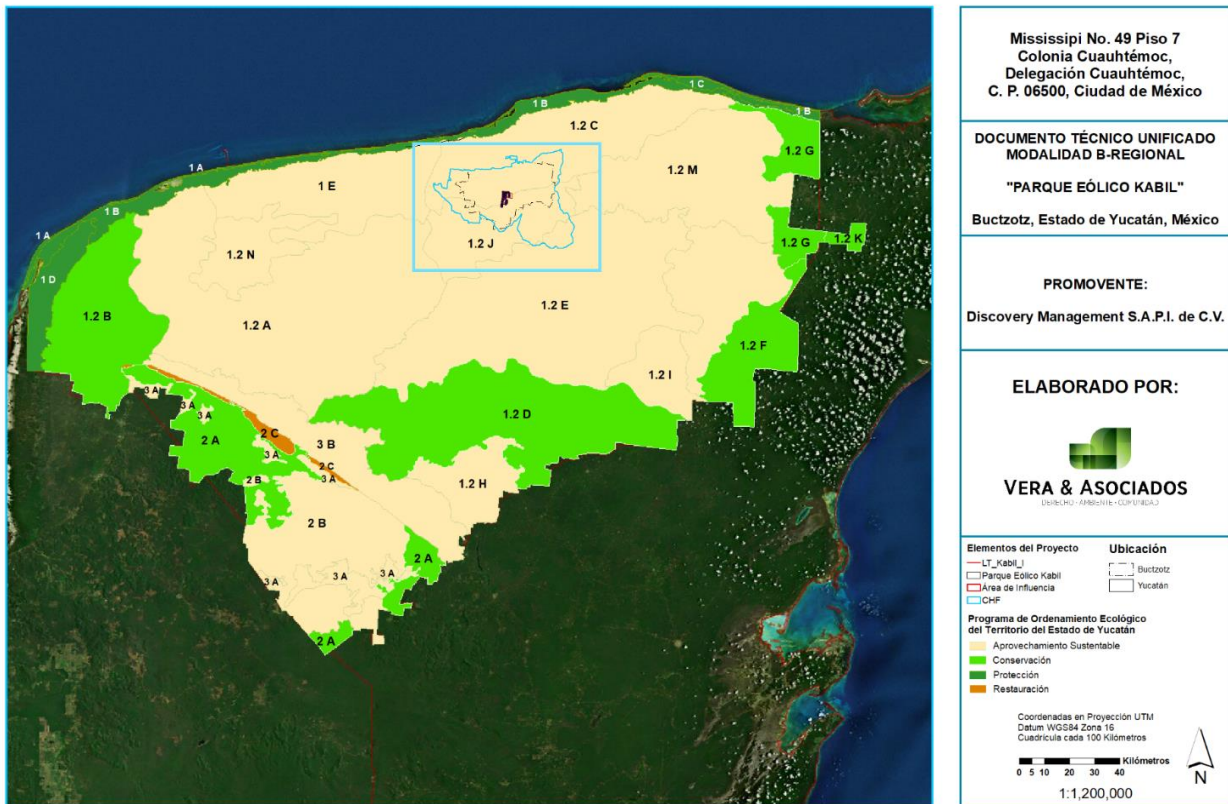
III.5.4. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado De Yucatán (POETY)

El **POETY** fue publicado en el periódico oficial del estado el 26 de julio de 2007. Dicho programa tiene por objeto regular los usos del 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 pretendan ejecutar en el territorio estatal.

Para la consecución de lo anterior, el **POETY** prevé la división del territorio en **UGAs**, en las que se tienen asignadas políticas ambientales, criterios de regulación ecológica y actividades y usos de suelo. En este sentido, dicho programa incluye la propuesta de usos para el territorio, acorde con sus potencialidades y limitantes y el establecimiento de un sistema de políticas y criterios ambientales de aprovechamiento, protección, conservación y restauración que garanticen la explotación racional y la conservación a mediano y largo plazo de los recursos naturales y humanos del Estado.

En ese tenor, el Proyecto se encuentra dentro de 2 UGAs del POETY, con las sub-clasificaciones **1.2C. y 1.2J**. Tal y como se aprecia en la siguiente figura:

Figura III.7. Ubicación del Proyecto con respecto del POETY



En este sentido, las políticas, usos y criterios establecidos para las UGA anteriormente señaladas son los siguientes:

Tabla. III.22. Políticas, usos y criterios establecidos para la UGA 1.2C del POETY

Unidad de Gestión Ambiental (UGA)									
1.2C									
Política Ambiental	Aptitud Principal	Aptitud Secundaria	Uso actual principal y tipo de vegetación	Conflicto	Predominante	Compatible	Incompatible	Condicionado	Criterios de regulación ecológica
Aprovechamiento	Ganadería semi-extensiva	Agricultura	Pastizal cultivado	Compatible con restricciones	Ganadería semi-extensiva.	Agricultura, ovinocultura y agroforestería, turismo alternativo y actividades cinegéticas.	Porcicultura	Industria, extracción de materiales petreos	P – 1, 2, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16, C – 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13. A – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14,16, 17, 20, 21. R- 1, 2, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17,18, 19, 20, 21.
Criterios									
Política	Descripción				Descripción				
Protección	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.				Se trata de un proyecto de construcción de un Parque Eólico que requerirá realizar el Cambio de uso de suelo, por lo que la remoción parcial o total de vegetación forestal se llevara a cabo conforme a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Por lo que se promueve realizar las gestiones en materia forestal y posteriormente al lograr la autorización de la misma por excepción se tendrá que hacer los pagos de compensación ante el Fondo Forestal Mexicano. Estos montos de compensación servirán para emprender proyectos de reforestación y restauración				
	2 - Crear las condiciones que generen el desarrollo socioeconómico de las comunidades locales, que sea compatible con la protección.				El proyecto en si mismo, es benefico para el medio ambiente ya que se trata de una fuente renovable de energía, ademas promoverá al crecimiento económico de la región y el fomento al empleo. Tambien, se considerará contribuirá a la disminución de grado de marginación rural, así como el consumo y dependencia de combustibles fosiles.				

	6- No se permite la construcción a menos de 20 mts., de cuerpos de agua salvo autorización de la autoridad competente.	La implementación del proyecto no afectará cuerpos de agua, no obstante en caso de actualizarse el supuesto se solicitará el permiso/autorización correspondiente
	8-No se permite la construcción de edificaciones en áreas bajas inundables, pantanos, dunas costeras y zonas de manglares que estén reconocidas dentro de las áreas de alto riesgo en los Ordenamientos Ecológicos locales y regionales.	El proyecto no prevé edificaciones cerca de ninguna de las descritas en este criterio
	9- No se permite la quema de vegetación, de desechos sólidos ni la aplicación de herbicidas y defoliantes.	El proyecto no prevé la quema de vegetación, de desechos sólidos ni la aplicación de herbicidas y defoliantes
	10. Los depósitos de combustible deben someterse a supervisión y control, incluyendo la transportación marítima y terrestre de estas sustancias, de acuerdo a las normas vigentes.	El combustible requerido por la maquinaria será abastecido en la estación mas cercana, en caso de utilizarse de acondicionará un almacen temporal de combustibles de acuerdo con la legislación vigente
	12. La exploración y explotación de recursos no renovables por parte de la industria debe garantizar el control de la calidad del agua utilizada, la protección del suelo y de la flora y fauna silvestres.	En el proyecto se implementarán las mas estrictas medidas de mitigación y compensación, ademas se han realizado monitoreos previos con la intención de adoptar las medidas necesarias para respetar el paso de la fauna existente
	13- No se permiten las actividades que degraden la naturaleza en las zonas que forman parte de los corredores biológicos.	
	14- Mantener y proteger las áreas de vegetación que permitan la recarga de acuíferos.	El proyecto conlleva una serie de medidas compensatorias y de mitigación que buscarán minimizar los efectos del mismo, asimismo, en el caso del CUSTF se harán os pagos correspondiente de compensación ante el Fondo Forestal Mexicano. Estos montos de compensación servirán para emprender proyectos de reforestación y restauración de ecosistemas que al final de cuentas a futuro contribuirán a la captación y purificación del agua, entre otros servicios ambientales que se generaran; por lo que de este modo el proyecto estaría coadyuvando a los pagos por servicios hídricos que afectara por el CUSTF.
	16. No se permite el pastoreo en áreas de corte forestal que se encuentren en regeneración.	El proyecto no prevé actividades de pastoreo.
Conservación	1. Los proyectos de desarrollo deben considerar técnicas que disminuyan la pérdida de la cobertura vegetal y de la biodiversidad.	El proyecto conlleva una seria de medidas compensatorias y de mitigación que buscarán minimizar los efectos del mismo.
	3-Controlar y/o restringir el uso de especies exóticas	El proyecto no prevé el uso de especies exoticas

	4-En el desarrollo de proyectos, se debe proteger 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	El proyecto no se emplaza dentro de áreas consideradas como ecosistemas excepcionales de acuerdo a este criterio, y el numero de especies identificadas como de protección especial es minimo, de cualquier forma se llevará a cabo la relocalización de estas de forma tal que se garantice su cuidado,
	5. No se permite la instalación de bancos de préstamo de material en unidades localizadas en ANP's, cerca de cuerpos de agua y/o dunas costeras.	El proyecto prevé zonas específicas para el deposito de material, los cuales no se encuentran cercanos a cuerpos de agua.
	6- Los proyectos turísticos deben de contar con estudios de capacidad de carga.	El proyecto no es de índole turística.
	7-Se debe establecer programas de manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos en las áreas destinadas al ecoturismo.	Si bien el proyecto no se encuentra en áreas de ecoturismo, seguirá las disposiciones aplicables en materia de residuos.
	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.	Los materiales producto de excavaciones que se lleguen a realizar, se les dará tratamiento y disposición conforme a la normatividad vigente
	9- Las vías de comunicación deberán contar con drenajes suficientes que permitan el libre flujo de agua, evitando su represamiento.	Se prevé implementar el correcto mantenimiento a los caminos con el objeto de evitar sus obstrucciones y/o mal funcionamiento
	10- El sistema de drenaje de las vías de comunicación debe sujetarse a mantenimiento periódico para evitar su obstrucción y mal funcionamiento.	
	13. Los proyectos de desarrollo deben identificar y conservar los ecosistemas cuyos servicios ambientales son de relevancia para la región.	El emplazamiento del proyecto se ha buscado hacerlo de la manera mas eficiente posible, además se implementarán las medidas de mitigación y compensación necesarias para minimizar los efectos del mismo en el area
Aprovechamiento	1- Mantener las fertilidades de los suelos mediante técnicas de conservación y/o agroecológicas.	Se considera que este criterio no es aplicable al proyecto, no obstante esto en todo momento se buscará la preservación de los suelos presentes en el área.
	2- Considerar prácticas y técnicas para la prevención de incendios.	Se considera que este criterio no es aplicable al proyecto

3. Reducir la utilización de agroquímicos en los sistemas de producción, favoreciendo técnicas ecológicas y de control biológico.	Se considera que este criterio no es aplicable al proyecto
4. Impulsar el control integrado para el manejo de plagas y enfermedades.	Se considera que este criterio no es aplicable al proyecto
5- Promover el uso de especies productivas nativas adecuadas a los suelos considerando su potencial.	Dentro del programa de manejo de flora se dará prioridad a las especies nativas y aquellas protegidas por la legislación
6- Regular las emisiones y fuentes de contaminación de las granjas porcícolas, acuícolas o avícolas, de acuerdo a lo estipulado por la autoridad competente.	Se considera que este criterio no es aplicable al proyecto
7. Permitir el ecoturismo de baja densidad en las modalidades de contemplación y senderismo.	Se considera que este criterio no es aplicable al proyecto
8- En las actividades pecuarias debe fomentarse la rotación de potreros y el uso de cercos vivos con plantas nativas.	Se considera que este criterio no es aplicable al 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.	Si bien el proyecto no es de un corte turístico, ya que prevé el desarrollo de un Parque Eólico éste implementará una serie de medidas compensatorias y de mitigación para minimizar los efectos del mismo y se le dará un correcto tratamiento a los residuos
11- Promover la creación de corredores de vegetación entre las zonas urbanas e industriales.	Como se observa en el trazo del proyecto se promueve la ubicación de los aerogeneradores de la manera mas eficiente posible y también se promueve la interconexión de las zonas con vegetación que se conservarán
12- Utilizar materiales naturales de la región en la construcción de instalaciones ecoturísticas.	Se considera que este criterio no es aplicable al proyecto por no tratarse de actividades ecoturísticas
13. En áreas agrícolas productivas debe promoverse la rotación de cultivos.	Se considera que este criterio no es aplicable al 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.	Se considera que este criterio no es aplicable al proyecto
16- Restringir el crecimiento de la frontera agropecuaria en zonas de aptitud forestal o ANP's.	Se considera que este criterio no es aplicable al proyecto
17. No se permite la ganadería extensiva en dunas, sabanas, selvas inundables, manglares salvo previa autorización de la autoridad competente.	Se considera que este criterio no es aplicable al proyecto

	20. No se permiten áreas de cultivo a menos de 100 mts. de zonas de protección y pastizales naturales.	Se considera que este criterio no es aplicable al proyecto ya que no prevé zonas de cultivo, no obstante esto se tomará en cuenta este criterio en la serie de actividades del proyecto
	21. Promover las actividades cinegéticas en las zonas de pastizales inducidos.	Se considera que este criterio no es aplicable al proyecto
Restauración	1- Recuperarse las tierras no productivas y degradadas.	Se trata de un proyecto de construcción de un Parque Eólico que requerirá realizar el Cambio de uso de suelo, por lo que la remoción parcial o total de vegetación forestal se llevara a cabo conforme a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Por lo que se promueve realizar las gestiones en materia forestal (CUSTF) y posteriormente lograr la autorización de la misma por excepción se tendrá que hacer los pagos de compensación por CUSTF en el Fondo Forestal Mexicano.
	2- Restaurarse las áreas de extracción de materiales pétreos.	Se considera que este criterio no es aplicable al proyecto
	5- Recuperar la cobertura vegetal en zonas con proceso de erosión y perturbadas.	Se emprenderán proyectos de reforestación y restauración de ecosistemas que al final de cuentas a futuro contribuirán a la captación y purificación del agua, entre otros servicios ambientales que se generaran
	6- Promover la recuperación de poblaciones silvestres.	El proyecto prevé la elaboración de un programa de manejo fauna en el cual se privilegie el cuidado y recuperación de las especies del área
	8- Promover la restauración del área sujeta a aprovechamiento turístico.	Se considera que este criterio no es aplicable al proyecto
	9- Restablecer y protegerse los flujos naturales de agua.	Se considera que este criterio no es aplicable al proyecto
	11. Restaurar superficies dañadas con especies nativas.	Dentro del programa de manejo de flora se dará prioridad a las especies nativas y aquellas protegidas por la legislación
	12. Restaurar zonas cercanas a los sitios de extracción para la protección del acuífero.	Se considera que este criterio no es aplicable al proyecto ya que no prevé actividades de extracción
	13. En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo, la reforestación debe llevarse a cabo con una densidad mínima de 1000 árboles por ha.	Se considera que este criterio no es aplicable al proyecto ya que no prevé bancos de préstamo de material petreo. De cualquier forma en el CUSTF que se promueve en caso de ser autorizado se prevé emprender proyectos de

<p>14. En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo se debe asegurar el desarrollo de la vegetación plantada y en su caso se repondrán los ejemplares que no sobrevivan.</p>	<p>reforestación y restauración de ecosistemas que al final de cuentas a futuro contribuirán a la captación y purificación del agua, entre otros servicios ambientales que se generaran; por lo que de este modo el proyecto estaría coadyuvando a los pagos por servicios hídricos que afectara por el CUSTF.</p>
<p>15. En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo la reforestación debe incorporar ejemplares obtenidos del rescate de vegetación en caso de desplante de los desarrollos turísticos, industriales o urbanos.</p>	
<p>16. Establecer programas de monitoreo ambiental</p>	<p>El proyecto prevé la implementación de un programa de vigilancia ambiental en el cual se incluya el seguimeitno de las medidas propuestas y en su caso las impuestas.</p>
<p>17. En áreas de restauración se debe restituir al suelo del sitio la capa vegetal que se retiró, para promover los procesos de infiltración y regulación de escurrimientos.</p>	<p>Se trata de un proyecto de construcción de un Parque Eólico que requerirá realizar el Cambio de uso de suelo, por lo que la remoción parcial o total de vegetación forestal se llevara a cabo conforme a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Por lo que se promueve realizar las gestiones en materia forestal y posteriormente lograr la autorización de la misma por excepción se tendrá que hacer los pagos de compensación por CUSTF en el Fondo Forestal Mexicano.</p> <p>Estos montos de compensación servirán para emprender proyectos de reforestación y restauración de ecosistemas que al final de cuentas a futuro contribuirán a la captación y purificación del agua, entre otros servicios ambientales que se generaran; por lo que de este modo el proyecto estaría coadyuvando a los pagos por servicios hídricos que afectara por el CUSTF.</p>
<p>18. En la fase de restauración del área de extracción de materiales pétreos, el piso del banco debe estar cubierto en su totalidad por una capa de suelo fértil de un espesor igual al que originalmente tenía.</p>	<p>No aplica; ya que el proyecto el proyecto no prevé la extracción extracción de materiales pétreos</p>
<p>19. Los troncos, tocones, copas, ramas, raíces y matorrales deben 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.</p>	<p>Este criterio será tomado en cuenta para el desarrollo del proyecto.</p>

<p>20. En el banco de extracción el suelo fértil debe retirarse en su totalidad, evitando que se mezcle con otro tipo de material. La tierra vegetal o capa edáfica producto del despalme debe 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.</p>	<p>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.</p>	<p>El material producto del despalme, se evitará mezclar con otro tipo de material y tendrá un tratamiento conforme a la normatividad vigente, asimismo se dará un tratamiento conforme al pie de la letra a las medidas de reforestación que en su caso se implementen</p>
---	---	---

Tabla III.23. Políticas, usos y criterios establecidos para la UGA 1.2j del POETY

Unidad de Gestión Ambiental (UGA)									
1.2j									
Política Ambiental	Aptitud Principal	Aptitud Secundaria	Uso actual principal y tipo de vegetación	Conflicto	Predominante	Compatible	Incompatible	Condicionad o	Criterios de regulación ecológica
Aprovechamiento	Ganadería semi-extensiva	Apicultura	Ganadería, Pastizal cultivado	Compatible	Ganadería	Agricultura, silvicultura, turismo alternativo, actividades cinegéticas, apicultura, agroforestería..	Porcicultura	Avicultura, extracción de materiales pétreos.	P 1, 2, 5, 6, 9, 12, 13, 14, 16. C – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13. A – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14,16, 21, 22. R- 1, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17,18, 19, 20, 21.
Criterios									
Política	Descripción				Descripción				

Protección	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.	Se trata de un proyecto de construcción de un Parque Eólico que requerirá realizar el Cambio de uso de suelo, por lo que la remoción parcial o total de vegetación forestal se llevara a cabo conforme a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Por lo que se promueve realizar las gestiones en materia forestal (CUSTF) y posteriormente lograr la autorización de la misma por excepción se tendrá que hacer los pagos de compensación por CUSTF en el Fondo Forestal Mexicano. Estos montos de compensación servirán para emprender proyectos de reforestación y restauración de ecosistemas que al final de cuentas a futuro contribuirán a la captación y purificación del agua, entre otros servicios ambientales que se generaran; por lo que de este modo el proyecto estaría coadyuvando a los pagos por servicios hídricos que afectara por el CUSTF.
	2 - Crear las condiciones que generen el desarrollo socioeconómico de las comunidades locales, que sea compatible con la protección.	El proyecto en si mismo, es benefico para el medio ambiente ya que se trata de una fuente renovable de energía, ademas promoverá al crecimiento económico de la región y el fomento al empleo. De igual modo se considerará contribuirá a la disminución de grado de marginación rural, así como el consumo y dependencia de combustibles fosiles.
	5- No se permite el confinamiento de desechos industriales, tóxicos y biológico-infecciosos.	El proyecto no prevé el confinamiento de desechos industriales, nos obstante en caso de generarse residuos peligrosos se les dará tratamiento conforme a la normatividad vigente
	6- No se permite la construcción a menos de 20 mts., de cuerpos de agua salvo autorización de la autoridad competente.	Se prevé que implementación del proyecto no afectará cuerpos de agua, no obstante en caso de actualizarse el supuesto se soicitará el permiso/autorización correspondiente
	9- No se permite la quema de vegetación, de desechos sólidos ni la aplicación de herbicidas y defoliantes.	El proyecto no prevé la quema de vegetación, de desechos sólidos ni 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.	Como se observa en el trazo del proyecto se promueve la ubicación de los aerogeneradores de la manera mas eficiente posible y también se promueve la interconexión de las zonas con vegetación que se conservarán.
	13- No se permiten las actividades que degraden la naturaleza en las zonas que forman parte de los corredores biológicos.	De igual forma.en el proyecto se implementarán las mas estrcitas medidas de mitigación y compensación, ademas se han realizado monitoreos previos con la intención de adoptar las medidas necesarias para respetar el paso de la fauna existente

	14- Mantener y proteger las áreas de vegetación que permitan la recarga de acuíferos.	El proyecto conlleva una serie de medidas compensatorias y de mitigación que buscarán minimizar los efectos del mismo, asimismo, en el caso del CUSTF se harán os pagos correspondiente de compensación ante el Fondo Forestal Mexicano. Estos montos de compensación servirán para emprender proyectos de reforestación y restauración de ecosistemas que al final de cuentas a futuro contribuirán a la captación y purificación del agua, entre otros servicios ambientales que se generaran; por lo que de este modo el proyecto estaría coadyuvando a los pagos por servicios hídricos que afectara por el CUSTF
	16- No se permite el pastoreo en áreas de corte forestal que se encuentren en regeneración.	El proyecto no prevé actividades de pastoreo.
Conservación	1. Los proyectos de desarrollo deben considerar técnicas que disminuyan la pérdida de la cobertura vegetal y de la biodiversidad.	El proyecto conlleva una seria de medidas compensatorias y de mitigación que buscarán minimizar los efectos del mismo, asimismo, en el caso del CUSTF se harán os pagos correspondiente de compensación ante el Fondo Forestal Mexicano. Estos montos de compensación servirán para emprender proyectos de reforestación y restauración de ecosistemas que al final de cuentas a futuro contribuirán a la captación y purificación del agua, entre otros servicios ambientales que se generaran; por lo que de este modo el proyecto estaría coadyuvando a los pagos por servicios hídricos que afectara por el CUSTF.
	2. Prevenir la erosión inducida por las actividades antropogénicas.	En la implementación del proyecto, se prevén diversas medidas de mitigación y compensación con base en las cuales se busca disminuir al máximo los efectos del proyecto en el área durante las distintas etapas que lo componen
	3- Controlar y/o restringir el uso de especies exóticas	El proyecto no prevé el uso de especies exóticas
	4- En el desarrollo de proyectos, se debe proteger 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	El proyecto no se emplaza dentro de áreas consideradas como ecosistemas excepcionales de acuerdo a este criterio, y el numero de especies identificadas como de protección especial es minimo, de cualquier forma se llevará a cabo la relocalización de estas de forma tal que se garantice su cuidado,
	5. No se permite la instalación de bancos de préstamo de material en unidades localizadas en ANP's, cerca de cuerpos de agua y/o dunas costeras.	El proyecto no se encuentra dentro de algún ANP, asimismo prevé zonas especificas para el deposito de material, los cuales no se encuentran cercanos a cuerpos de agua.y/o dunas consteras
	6- Los proyectos turísticos deben de contar con estudios de capacidad de carga.	El proyecto no es de indole turisitica

	7-Se debe establecer programas de manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos en las áreas destinadas al ecoturismo.	Si bien el proyecto no se encuentra en áreas de ecoturismo, seguirá las disposiciones aplicables en materia de residuos.
	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.	Los materiales producto de excavaciones que se lleguen a realizar, se les dará tratamiento y disposición conforme a la normatividad vigente
	9- Las vías de comunicación deberán contar con drenajes suficientes que permitan el libre flujo de agua, evitando su represamiento.	Se prevé le dará correcto mantenimiento a los caminos con el objeto de evitar sus obstrucciones y/o mal funcionamiento
	10- El sistema de drenaje de las vías de comunicación debe sujetarse a mantenimiento periódico para evitar su obstrucción y mal funcionamiento.	
	13. Los proyectos de desarrollo deben identificar y conservar los ecosistemas cuyos servicios ambientales son de relevancia para la región.	El emplazamiento del proyecto se ha buscado hacerlo de la manera mas eficiente posible, además se implementarán las medidas de mitigación y compensación necesarias para minimizar los efectos del mismo en el area
Aprovechamiento	1- Mantener las fertilidades de los suelos mediante técnicas de conservación y/o agroecológicas	Se considera que este criterio no es aplicable al proyecto, no obstante esto se cuidará de la vegetación presente en el área.
	2- Considerar prácticas y técnicas para la prevención de incendios.	Se considera que este criterio no es aplicable al proyecto
	3. Reducir la utilización de agroquímicos en los sistemas de producción, favoreciendo técnicas ecológicas y de control biológico.	Se considera que este criterio no es aplicable al proyecto
	4. Impulsar el control integrado para el manejo de plagas y enfermedades	Se considera que este criterio no es aplicable al proyecto
	5- Promover el uso de especies productivas nativas adecuadas a los suelos considerando su potencial.	Dentro del programa de manejo de flora se dará prioridad a las especies nativas y aquellas protegidas por la legislación
	6- Regular las emisiones y fuentes de contaminación de las granjas porcícolas, acuícolas o avícolas, de acuerdo a lo estipulado por la autoridad competente.	Se considera que este criterio no es aplicable al proyecto
	7. Permitir el ecoturismo de baja densidad en las modalidades de contemplación y senderismo.	Se considera que este criterio no es aplicable al proyecto

	8- En las actividades pecuarias debe fomentarse la rotación de potreros y el uso de cercos vivos con plantas nativas.	Se considera que este criterio no es aplicable al 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.	Si bien el proyecto no es de un corte turístico, ya que prevé el desarrollo de un Parque Eólico éste implementará una serie de medidas compensatorias y de mitigación para minimizar los efectos del mismo y se le dará un correcto tratamiento a los residuos
	11- Promover la creación de corredores de vegetación entre las zonas urbanas e industriales.	Como se observa en el trazo del proyecto se promueve la ubicación de los aerogeneradores de la manera mas eficiente posible y también se promueve la interconexión de las zonas con vegetación que se conservarán
	12- Utilizar materiales naturales de la región en la construcción de instalaciones ecoturísticas.	Se considera que este criterio no es aplicable al proyecto por no tratarse de actividades ecoturísticas
	13. En áreas agrícolas productivas debe promoverse la rotación de cultivos.	Se considera que este criterio no es aplicable al 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.	Se considera que este criterio no es aplicable al proyecto
	16- Restringir el crecimiento de la frontera agropecuaria en zonas de aptitud forestal o ANP's.	Se considera que este criterio no es aplicable al proyecto por no tratarse de actividades ecoturísticas
	21. Promover las actividades cinegéticas en las zonas de pastizales inducidos.	Se considera que este criterio no es aplicable al proyecto
	22. En la superficie destinada a la actividad ganadera debe establecerse vegetación	Se considera que este criterio no es aplicable al proyecto
Restauración	1- Recuperarse las tierras no productivas y degradadas.	Se trata de un proyecto de construcción de un Parque Eólico que requerirá realizar el Cambio de uso de suelo, por lo que la remoción parcial o total de vegetación forestal se llevara a cabo conforme a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Por lo que se promueve realizar las gestiones en materia forestal (CUSTF) y posteriormente lograr la autorización de la misma por excepción se tendrá que hacer los pagos de compensación por CUSTF en el Fondo Forestal Mexicano
	5- Recuperar la cobertura vegetal en zonas con proceso de erosión y perturbadas.	Se emprenderán proyectos de reforestación y restauración de ecosistemas que al final de cuentas a futuro contribuirán a la captación y purificación del agua, entre otros servicios ambientales que se generaran

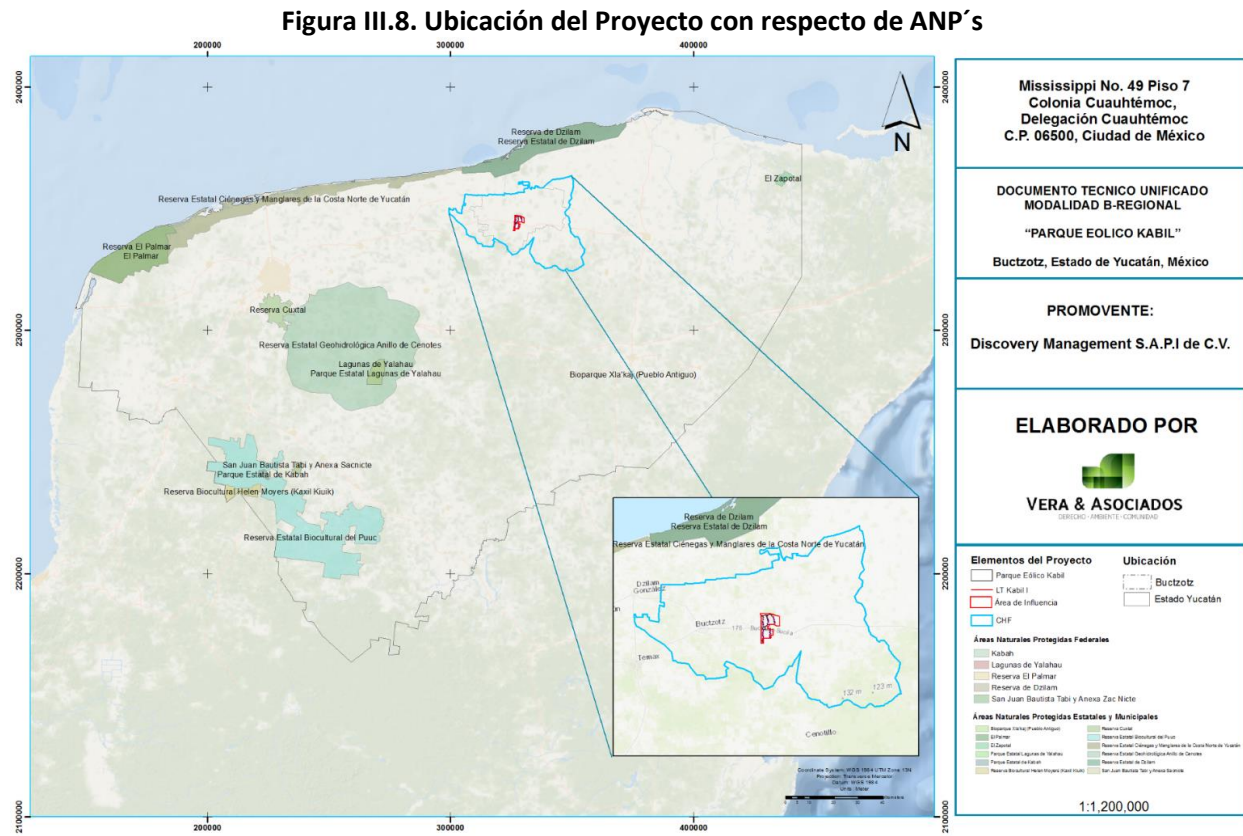
6- Promover la recuperación de poblaciones silvestres.	El proyecto prevé la elaboración de un programa de fauna en el cual se privilegie el cuidado y recuperación de las especies del área
8- Promover la restauración del área sujeta a aprovechamiento turístico.	Se considera que este criterio no es aplicable al proyecto
9- Restablecer y protegerse los flujos naturales de agua.	Se considera que este criterio no es aplicable al proyecto
11. Restaurar superficies dañadas con especies nativas. 12. Restaurar zonas cercanas a los sitios de extracción para la protección del acuífero.	Dentro del programa de manejo de flora se dará prioridad a las especies nativas y aquellas protegidas por la legislación
12. Restaurar zonas cercanas a los sitios de extracción para la protección del acuífero.	Se considera que este criterio no es aplicable al proyecto ya que no prevé actividades de extracción
13. En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo, la reforestación debe llevarse a cabo con una densidad mínima de 1000 árboles por ha.	Se considera que este criterio no es aplicable al proyecto ya que no prevé bancos de préstamo de material petreo. De cualquier forma en el CUSTF que se promueve en caso de ser autorizado se prevé emprender proyectos de reforestación y restauración de ecosistemas que al final de cuentas a futuro contribuirán a la captación y purificación del agua, entre otros servicios ambientales que se generaran; por lo que de este modo el proyecto estaría coadyuvando a los pagos por servicios hídricos que afectara por el CUSTF.
14. En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo se debe asegurar el desarrollo de la vegetación plantada y en su caso se repondrán los ejemplares que no sobrevivan.	
15. En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo la reforestación debe incorporar ejemplares obtenidos del rescate de vegetación en caso de desplante de los desarrollos turísticos, industriales o urbanos.	
16. Establecer programas de monitoreo ambiental.	El proyecto prevé la implementación de un programa de vigilancia ambiental en el cual se incluya el seguimeitno de las medidas propuestas y en su caso las impuestas.
17. En áreas de restauración se debe restituir al suelo del sitio la capa vegetal que se retiró, para promover los procesos de infiltración y regulación de escurrimientos.	Se trata de un proyecto de construcción de un Parque Eólico que requerirá realizar el Cambio de uso de suelo, por lo que la remoción parcial o total de vegetación forestal se llevara a cabo conforme a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Por lo que se promueve realizar las gestiones en materia forestal y posteriormente lograr la autorización de la misma por excepción se tendrá que hacer los pagos de compensación por CUSTF en el Fondo Forestal Mexicano.

		Estos montos de compensación servirán para emprender proyectos de reforestación y restauración de ecosistemas que al final de cuentas a futuro contribuirán a la captación y purificación del agua, entre otros servicios ambientales que se generaran; por lo que de este modo el proyecto estaría coadyuvando a los pagos por servicios hídricos que afectara por el CUSTF
	18. En la fase de restauración del área de extracción de materiales pétreos, el piso del banco debe estar cubierto en su totalidad por una capa de suelo fértil de un espesor igual al que originalmente tenía.	No aplica; ya que el proyecto el proyecto consiste en la construcción de un Parque Eólico y no un proyecto de extracción.
	19. Los troncos, tocones, copas, ramas, raíces y matorrales deben 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.	Este criterio será tomado en cuenta para el desarrollo del proyecto
	20. En el banco de extracción el suelo fértil debe retirarse en su totalidad, evitando que se mezcle con otro tipo de material. La tierra vegetal o capa edáfica producto del despalme debe 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.	El material producto del despalme, se evtará mezclar con otro tipo de material tendrá un tratamiento conforme a la normatividad vigente, asimismo se dará un tratamiento conforme al pie de la letra a las medidas de reforestación que en su caso se implementen
	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.	

III. 6. Decretos y programas de Conservación y Manejo de las Áreas Naturales Protegidas.

III.6.1. Áreas Naturales Protegidas (ANP).

De conformidad con lo dispuesto por la **LGEPA**, las **ANP**, se definen como aquellas zonas dentro del territorio nacional cuyas condiciones originales no han sido alteradas significativamente. De igual forma el artículo 46 de este mismo ordenamiento, establece que los gobiernos de los Estados y la Ciudad de México, podrán establecer parques, reservas estatales y demás categorías de manejo conforme a la legislación local en la materia. Bajo ese tenor, tales áreas fueron creadas con la intención de monitorear que los recursos naturales presentes tuvieran una protección adicional a la ya otorgada por el marco legal. En este caso el proyecto no se encuentra dentro de algún Área Natural Protegida de competencia Federal, estatal y/o municipal, tal y como se aprecia en la siguiente figura:



En ese sentido, se desprende que no resulta aplicable la regulación derivada de este instrumento de Política Ambiental que el **Proyecto** deba observar en este aspecto.

III.6.2. Instrumentos de Planeación para la Conservación.

La conservación de la biodiversidad es una prioridad nacional ante la crisis ambiental (cambio de uso del suelo, deforestación, degradación ambiental y cambio climático global, entre otros factores) que enfrenta el país, la cual se ha incrementado durante las últimas décadas. Para lograr este objetivo, se requieren nuevas metodologías que permitan medir los cambios espaciales y temporales en la integridad de los ecosistemas naturales, lo que implica que se disponga de un marco de referencia para realizar los análisis espaciales y temporales de la cobertura, de la diversidad biológica, de la estructura y función de los ecosistemas, así como de su respuesta a distintas intensidades de disturbio o modificación.

Por lo anterior, diversas instituciones tanto gubernamentales como no gubernamentales, nacionales e internacionales, como la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (**CONABIO**), la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (**CONANP**), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (**FMCN**), Pronatura, A. C., la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (**CIPAMEX**), la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte (**CCA**), la Fundación David y Lucile Packard, el Fondo Mundial para la Naturaleza (**WWF**), la Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional (**USAID**), The Nature Conservancy (**TNC**) y BirdLife International, identificaron diversas regiones prioritarias en México. En este sentido, en el siguiente apartado se analizaron cada una de ellas a la luz del Proyecto, realizándose en aquellas que resulten aplicables, la vinculación respectiva.

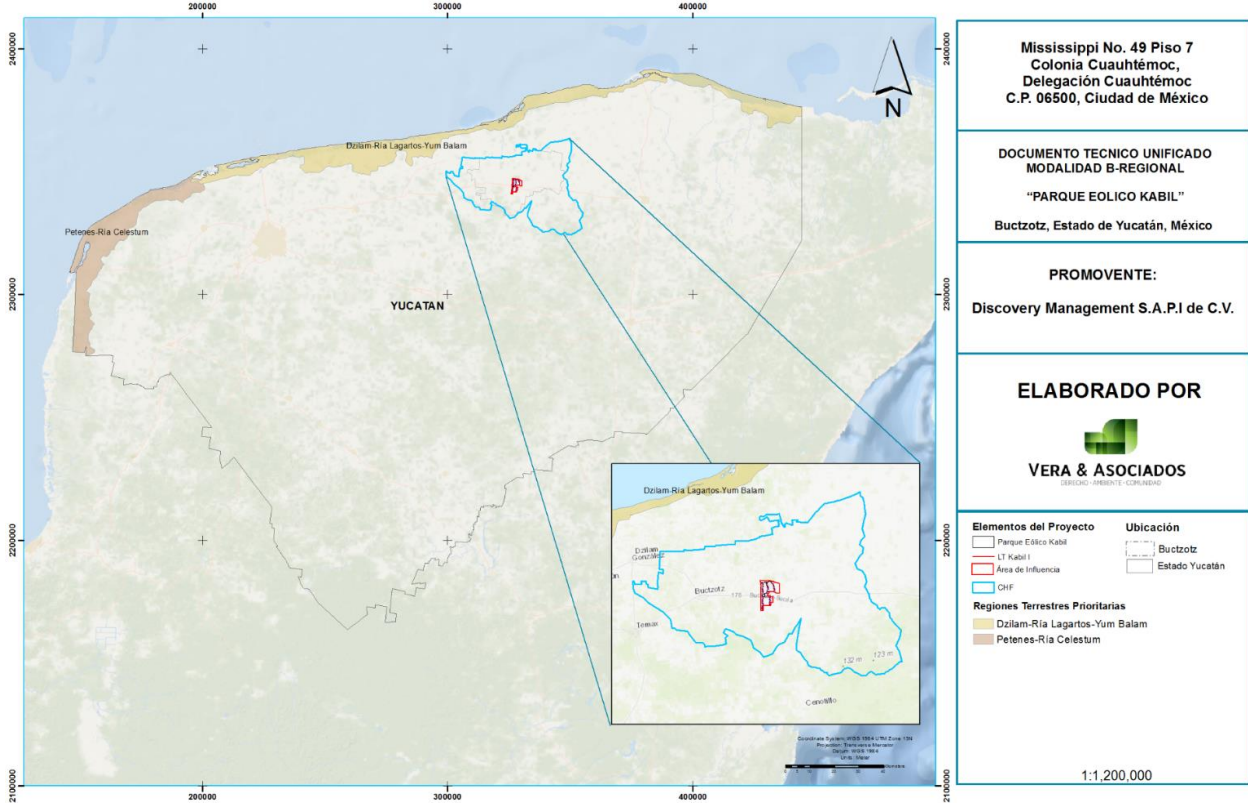
III.6.2.1. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

El proyecto de **RTP** se circunscribe al Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la **CONABIO**, que se orienta a la detección de áreas cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad en diferentes ámbitos ecológicos.

En el país se identifican 152 **RTP** para la conservación de la biodiversidad en México que cubren una superficie de 515,558 km² y que están delimitadas espacialmente en función de su correspondencia con rasgos topográficos, ecorregiones, cuencas hidrológicas, áreas naturales protegidas, tipos de sustrato y de vegetación y del área de distribución de algunas especies clave.

Más del 95% de la superficie de las ANP decretadas está correlacionada espacialmente con las **RTP**. En el caso concreto del Proyecto que nos ocupa, en la figura siguiente, podemos notar que ninguna de las **RTP** intersectan con el Proyecto:

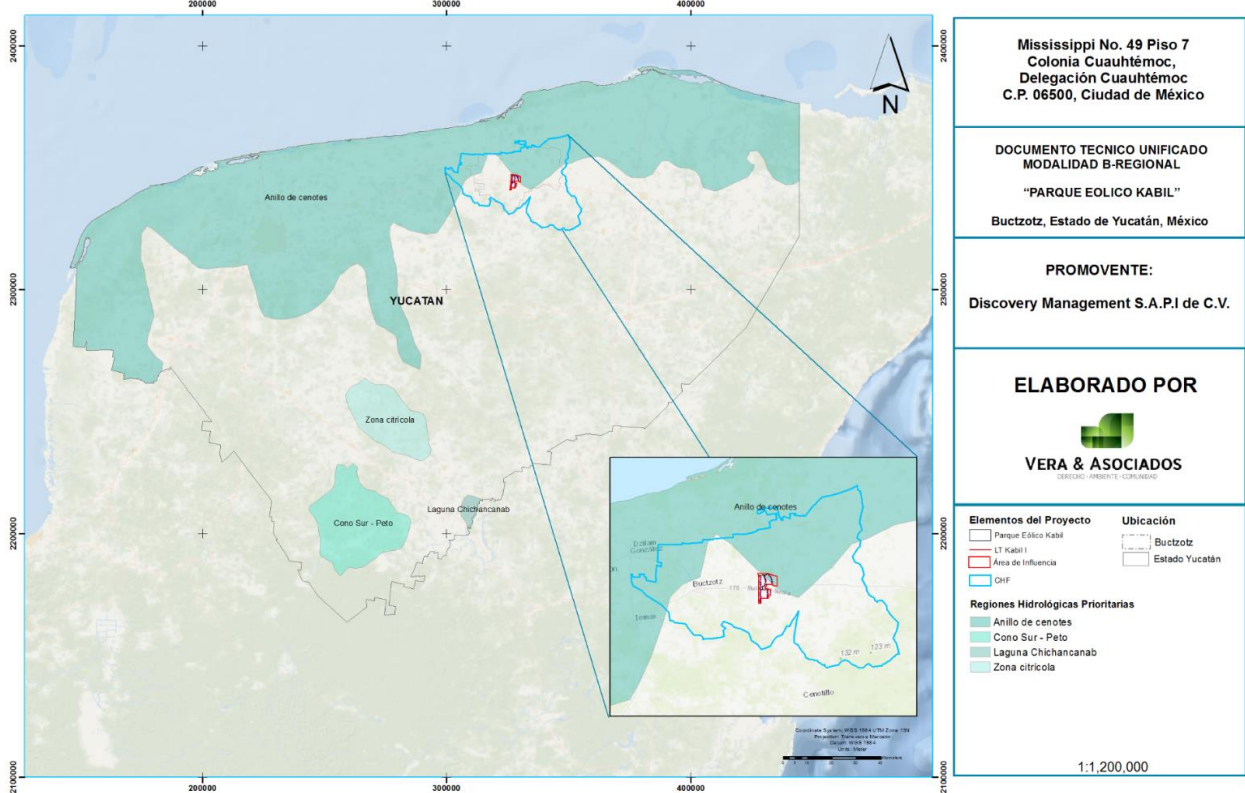
Figura III.9. Ubicación del Proyecto con respecto de RTP's



III.6.2.2.Región Hidrológica Prioritaria (RHP).

En el país se identifican 110 RHP por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación. En el caso concreto, tenemos que la numero 102 "Anillo de Cenotes" incide con el Proyecto hay alguna que incida con los predios bajo análisis. Esto tal y como se puede observar en la figura siguiente:

Figura III.10. Ubicación del Proyecto con respecto de RHP's



Ahora bien, a continuación se presenta la vinculación con la RHP:

Tabla III.24.RHP Anillo de Cenotes

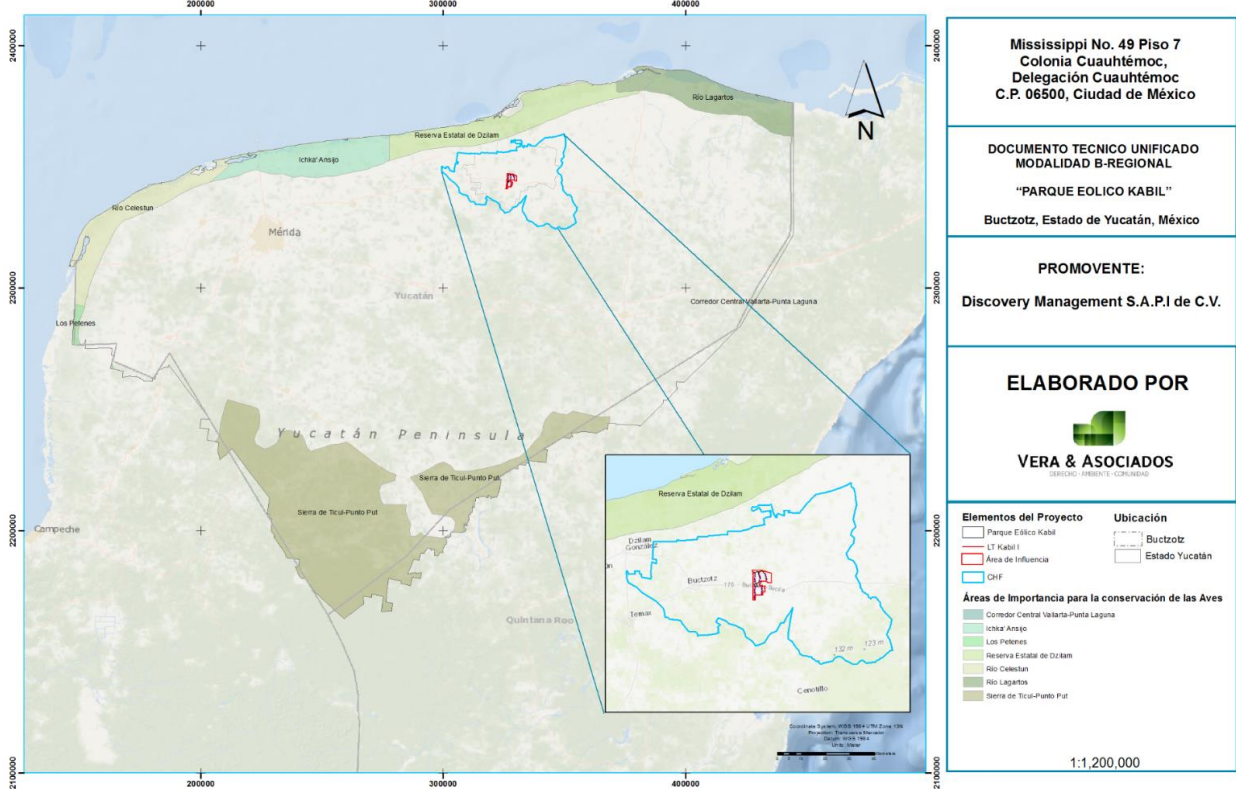
Problemática	Medidas preventivas y compensatorias adoptadas en el Proyecto para no acrecentar la problemática
a- Modificación del entorno: extracción inmoderada de agua y deforestación. Pérdida de la vegetación, sobrepastoreo, destrucción de dunas costeras por efecto de la industria salinera, construcción de carreteras, bordos y diques, azolve, desecación y desarrollo de infraestructura portuaria. Incendios producidos por prácticas de tumba, roza y quema y actividad ganadera. Crecimiento urbano que ocasiona relleno de zonas inundables y destrucción del manglar.	Con el desarrollo del Proyecto, se implementarán las medidas de mitigación y compensación señaladas en el presente DTU-BR. Esto con el objeto minimizar los efectos del cambio de uso de suelo, de igual forma no se realizarán extracción de agua, deforestación, sobrepastoreo, destrucción de dunas costeras, incendios, actividad ganadera, relleno de zonas inundables o destrucción de manglar
- Contaminación: por materia orgánica y metales pesados. Esgurrimientos agrícolas con	En el capitulado del presente DTU-BR se presentan todas las medidas que conllevan el desarrollo del proyecto, con base

<p>agroquímicos y aguas negras. Contaminación del manto freático. En Mérida: residuos orgánicos y patógenos (contaminación urbana e industrial).</p>	<p>en las cuales se demuestra que pra la construcción, operación y mantenimiento del proyecto no habrá contaminación por materia orgánica o metales pesados. Ni se preé el uso de agroquímicos o aguas negras..</p>
<p>Uso de recursos: petróleo, termoeléctrica, cacería furtiva, pesca ribereña y artesanal de camarón, bagre Arius melanopus, mojarra Calamus campechanus, jurel Caranx sp., robalo Centropomus undecimalis, corvinas Cynoscion arenarius y C. nebulosus, mero Epinephelus morio, huachinango Lutjanus campechanus, lisa Mugil sp., pulpo Octopus maya y O. vulgaris, langosta Panulirus argus, carito Scomberomorus cavalla, S. maculatus, Seriola sp. y caracol Strombus gigas; acuicultura, agricultura, ganadería, apicultura y ecoturismo. Producción de sal y cultivos de palma de coco.</p>	<p>El Proyecto es ajeno a las actividades señaladas y no prevé la introducción de especies exóticas.</p>

III.6.2.3. Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA).

La **CONABIO** tiene registradas 230 **AICA**, las cuales se clasifican en 20 categorías definidas con base en criterios de la importancia de las áreas en la conservación de las aves. En el caso que nos ocupa, el Proyecto no intersecta con ninguna **AICA**, tal y como se observa en la figura siguiente:.

Figura III.11. Ubicación del Proyecto con respecto de las AICA



III.6.2.4. Sitios Prioritarios.

De conformidad con la **CONABIO**, uno de los objetivos de las **ANP** es la protección de la biodiversidad, por lo que es necesario revisar su funcionamiento, conectividad y representatividad, ya que a pesar de que la red de **ANP** ha crecido en los últimos años y ha aumentado la capacidad de gestión de las mismas, la pérdida de diversidad biológica continúa.

En este sentido, con el objetivo de crear y mantener sistemas de **ANP** nacionales y regionales completos, eficazmente gestionados y ecológicamente representativos, México adoptó el Programa de Trabajo sobre Áreas Protegidas, en el marco del Convenio sobre la Diversidad Biológica, en el que se decidió realizar los análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad para los ambientes terrestres, marinos y acuáticos epicontinentales de todo el país, a diversas escalas, con el objeto de orientar estrategias para la conservación, como el establecimiento de nuevas áreas protegidas y de otros instrumentos de conservación *in situ*.

Por lo que, éstas, funcionan más como una herramienta para la planeación ambiental a cargo de la administración pública, que un instrumento jurídico de cumplimiento obligatorio para los particulares. Ideado para identificar vacíos y omisiones en materia de conservación y en esa medida constituir un marco

de referencia para orientar el establecimiento, a través de ordenamientos jurídicos específicos, de sitios que dado sus características requieren ser preservados y restaurados, siguiendo para tal efecto procedimientos administrativos que concluyen en Decretos de Áreas Naturales Protegidas.

No obstante a ello y, dado que son instrumentos orientativos, se tomaron como base para la elaboración del presente Estudio con el objeto de identificar aquellos sitios prioritarios con los que podría haber cierta interacción y, en su caso, reforzar las medidas de prevención, mitigación y compensación que aseguren la minimización de los impactos ambientales que se ocasionen por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

En el caso particular la **CONABIO** ha determinado cuatro tipos de SP: 1) Terrestres, 2) Marinos, 3) Acuáticos continentales y 4) Primates. En tal sentido, la incidencia del Proyecto con respecto de estas, se analiza en los siguientes apartados:

III.6.2.4.1. Sitios Prioritarios Terrestres (SPT).

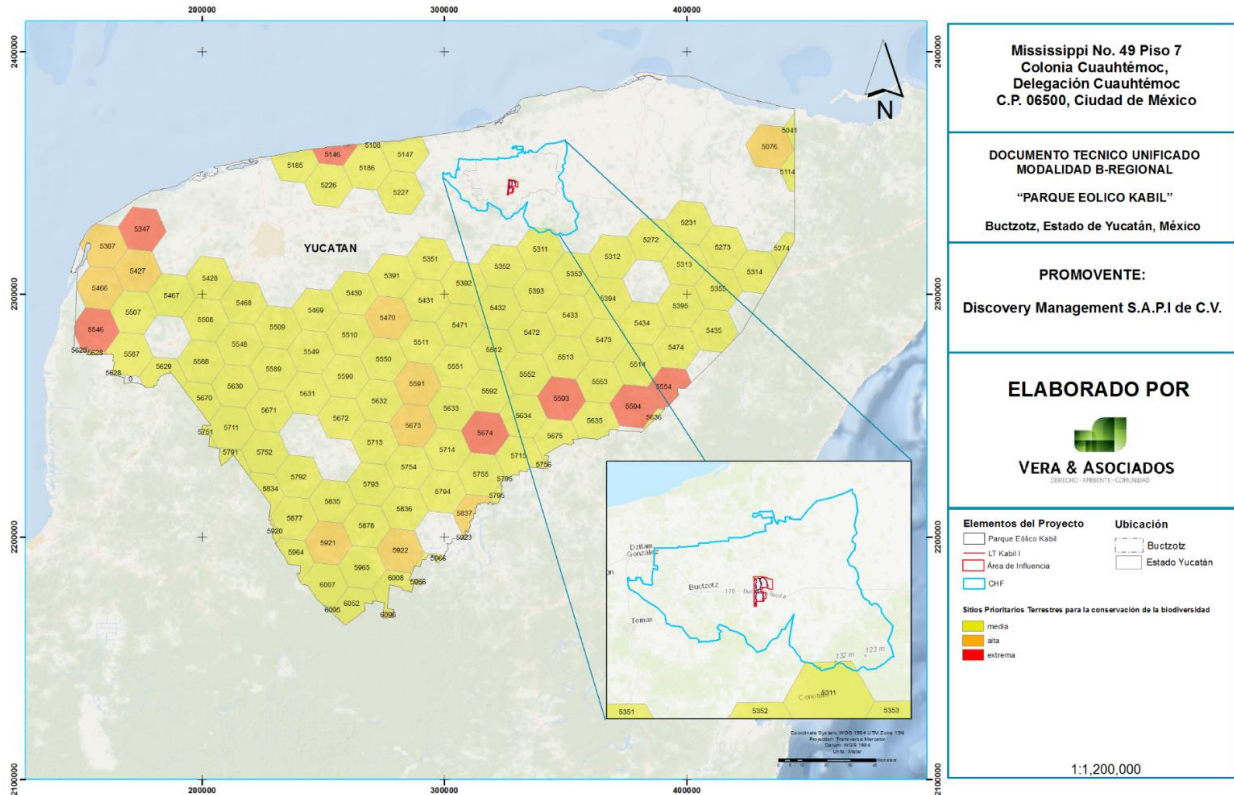
La planeación sistemática surgió como una de las ramas de la biología de la conservación para brindar una guía clara y completa en el proceso de creación de sistemas representativos de áreas para la conservación. En este esquema, los **SPT** para la conservación detectados en el análisis de optimización cubren 594 894 km² (30.36% de la superficie), 12.9% de esta superficie se localiza en algún **ANP** (que equivale a 3.9 % de la superficie continental del país)⁵.

Para identificar los **SPT** se dividió la superficie terrestre del país en 8,045 hexágonos de 256 km² cada uno y, se evaluaron 1,450 elementos de la biodiversidad de interés para la conservación, así como 19 capas de diversos factores de amenaza. Para reducir el sesgo en la información sobre la distribución de las especies se utilizaron modelos de nicho ecológico editados por especialistas.

Los sitios prioritarios son aquellos hexágonos que permiten cumplir con las metas de conservación establecidas para los distintos elementos de la biodiversidad seleccionados en la menor área posible. En el caso particular al sobreponer y hacer las intersecciones correspondientes de la ubicación del Proyecto con respecto de los **SPT**, tenemos que ninguno de los sitios incide con este. Tal y como se aprecia en la figura.

⁵ <http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/vaciosyom.html>

Figura III.12. Ubicación del Proyecto con respecto de SPT's



III.6.2.4.2. Sitios Prioritarios Marinos (SPM).

Si bien la principal estrategia para la conservación en México ha sido el establecimiento de áreas protegidas, en el caso de los ecosistemas marinos existe un sesgo, que es más evidente cuando se considera toda la Zona Económica Exclusiva, ya que sólo 1.38% de los ambientes oceánicos está protegida bajo algún decreto de área protegida, por lo que resulta fundamental la expansión de los sistemas de áreas protegidas de una forma estratégica, en aquellos sitios con mayor diversidad que enfrentan las mayores amenazas⁶.

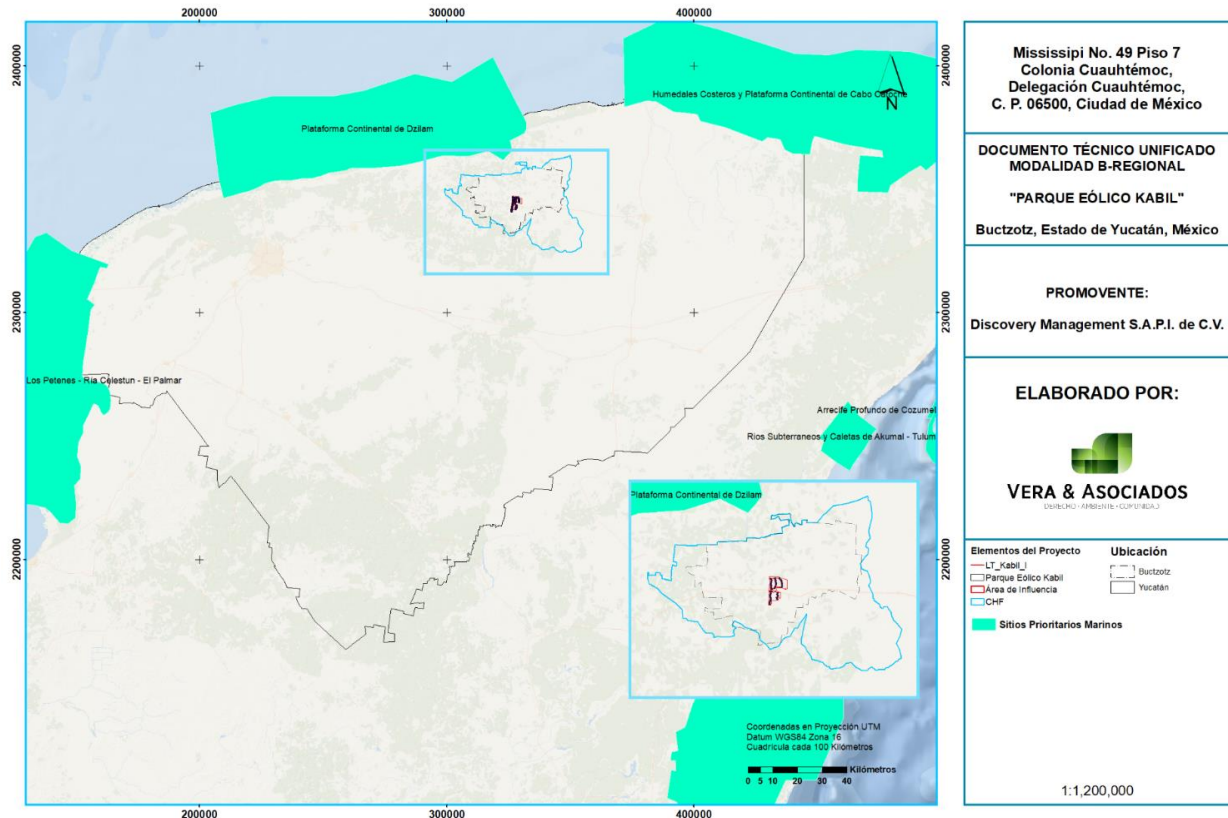
Se han identificado 105 **SPM** (costas, océanos y elementos insulares) utilizando cartografía temática digital, bases de datos de ejemplares georreferenciados de especies de flora y fauna y otros elementos de la biodiversidad marina. Alrededor de 18% de la superficie de los sitios prioritarios está decretada como área protegida; 78 se encuentran representados en menos del 20% de su superficie en el sistema de **AP**, destacando el hecho de que por primera vez se identificaron 29 sitios ubicados en aguas profundas⁷.

⁶ http://www.conabio.gob.mx/gap/index.php/gap_marino

⁷ <http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/vaciosyom.html>

Con esto, el análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina representa una referencia para la toma de decisiones e identificación de prioridades relacionadas con los ecosistemas marinos para el conocimiento, conservación y manejo sustentable de estos recursos. En el caso de este Proyecto debido a su localización, es claro que no incide en algún SPM.

Figura III.13. Ubicación del Proyecto con respecto de SPM's




III.6.2.4.3. Sitios Prioritarios Acuáticos Continentales (SPAC).

Los sistemas acuáticos son de los primeros en recibir los impactos de las actividades antropogénicas, entre los factores que contribuyen a la destrucción y modificación de estos sistemas son el cambio de uso de suelo, la sobreexplotación del recurso hídrico, la contaminación de cuerpos de agua, la alteración de los flujos de agua por presas, bordos y canales y, la introducción accidental o deliberada de especies exóticas.

La pérdida de biodiversidad acuática epicontinental y de los recursos hídricos tiene como consecuencia la pérdida de servicios ambientales necesarios para el bienestar humano⁸.

⁸ <http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/vaciosyom.html>

<p>Discovery Management S.A.P.I de C.V.</p>	<p>DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD B-REGIONAL “PARQUE EOLICO KABIL”</p>	<p>PREPARADO POR:  VERA & ASOCIADOS <small>DERECHO • AMBIENTE • COMUNIDAD</small></p>
--	--	--

En razón de ello, la identificación de sitios prioritarios para la conservación de los ecosistemas acuáticos epicontinentales es una herramienta valiosa y útil para dirigir los esfuerzos de conservación, rehabilitación y manejo sustentable.

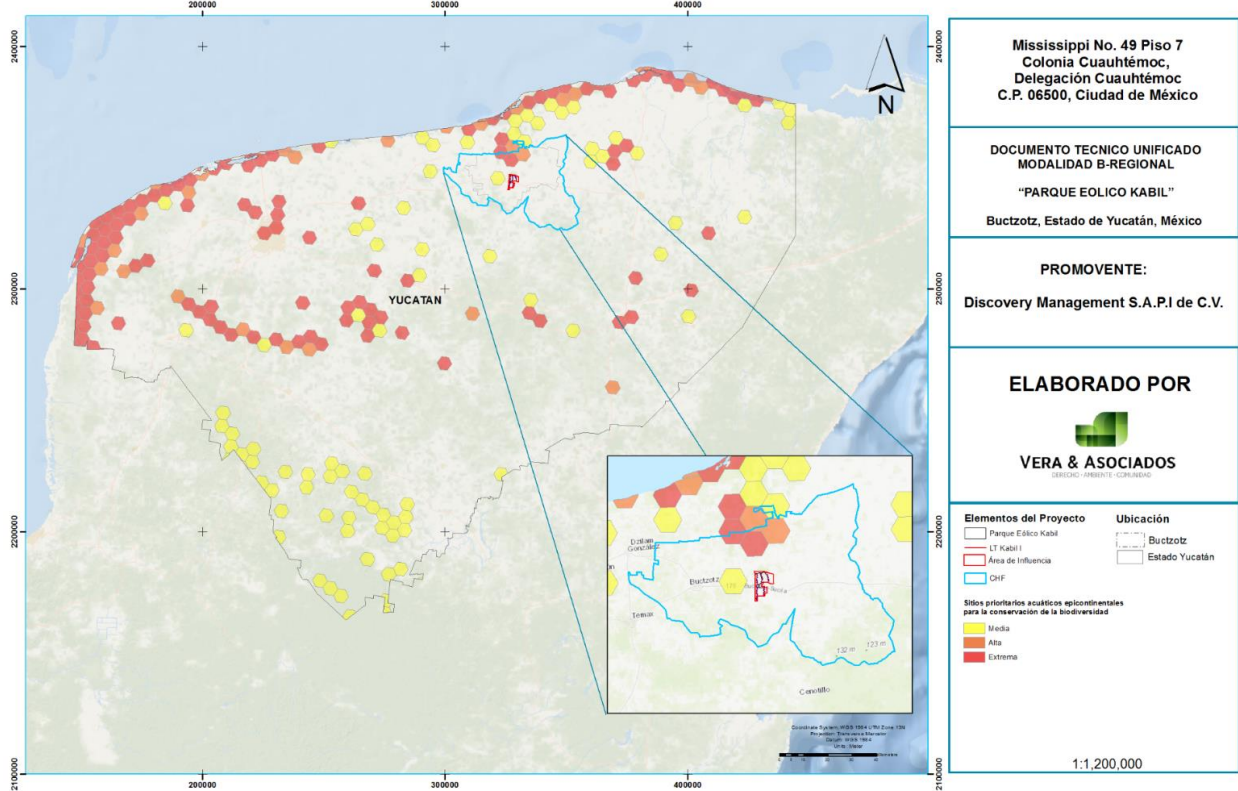
En este contexto la identificación de los sitios se hizo en siete grandes regiones hidrográficas para asignar valores a las diferencias ecológicas existentes entre las regiones semiáridas y húmedas de México, así como para reconocer las particularidades de los impactos humanos que representan las mayores amenazas a la biodiversidad, resultando un conjunto de SP para la conservación acotados a los ambientes acuáticos epicontinentales que abarcan 598 875 km² (28.8% de la superficie del país), de los cuales 15.8% están representados en ANP y 21.7% son sitios de extrema prioridad.

Las siete regiones hidrográficas son: 1) Península de Baja California, 2) Noroeste, 3) Altiplano, 4) Centro, 5) Golfo de México, 6) Pacífico Tropical, y 7) Península de Yucatán. Asimismo, se identificaron los sitios prioritarios con el algoritmo de optimización MARXAN versión 1.8, con el uso de una rejilla de 83,091 hexágonos de 25 km² en la que se incorporaron todos los elementos de análisis. El algoritmo permite identificar una combinación de unidades de análisis que cumple con las metas de conservación asignadas en un área mínima y con los valores más bajos de impacto⁹

En el caso del Proyecto, tal y como se puede observar en la figura siguiente, este no incide con ningún **SPAC**.

⁹ http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/GAPepicontinental_Imprenta.pdf

Figura III.14. Ubicación del Proyecto con respecto de los SPAC



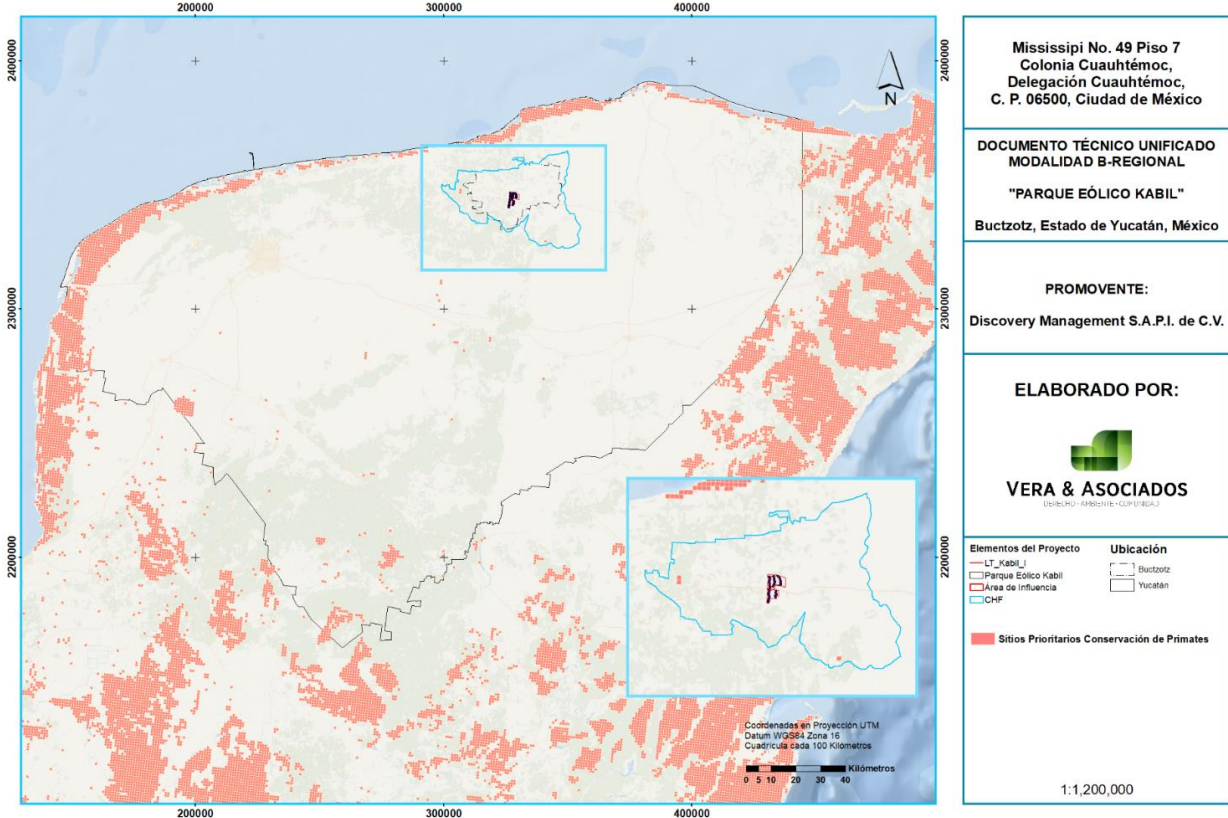
III.6.2.4.4. Sitios Prioritarios Primates (SPP).

En México habitan tres especies de primates no humanos, el mono aullador negro (*Alouatta pigra*), el mono aullador de manto o mono aullador pardo (*Alouatta palliata mexicana*) y el mono araña (representado por dos subespecies *Ateles geoffroyi vellerosus* y *A. geoffroyi yucatanensis*)¹⁰.

Dada la ubicación del proyecto y que el área de distribución de estas especies se circunscribe a las selvas tropicales húmedas del sureste del país, por lo que si bien el proyecto se localiza en la región de Yucatan, este no incide con ningún SPP. Esto como se puede apreciar en la siguiente figura.

¹⁰ <http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/vaciosyom.html>

Figura III.15. Ubicación de los SPP con respecto del proyecto



III.7. Normas Oficiales Mexicanas (NOM's).

Con base en la diversidad de acciones que con lleva la instrumentación de un Proyecto de la naturaleza y alcances como el aquí propuesto, se hace necesario su análisis a partir de la normatividad aplicable con respecto de las **NOM's**. Este se presenta a continuación:

III.7.1. Aire.

En este rubro, se identificaron las siguientes:

Tabla III.25. NOM's en materia de aire

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA (EMISIÓN DE FUENTES MÓVILES)		
Nombre	Rubro	Vinculación
NOM-041-SEMARNAT-2006 y acuerdo de modificación de 28 de diciembre de 2011	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores	El promovedor se asegurará que, el Proyecto cumpla con las disposiciones aplicables en materia

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA (EMISIÓN DE FUENTES MÓVILES)		
Nombre	Rubro	Vinculación
	en circulación que usan gasolina como combustible.	de emisión de contaminantes de fuentes móviles.
NOM-044-SEMARNAT-1993	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kg.	En este sentido, se asegurará que toda la maquinaria y equipo que utilice gasolina se encuentre en buenas condiciones y que se cuente con programas periódicos de mantenimiento preventivo. En caso de que se utilicen vehículos de transporte federal en las obras, o bien vehículos a diésel, propiedad o no de la promovente estos deberán cumplir con el programa de verificación vehicular SEMARNAT/SCT.
NOM-045-SEMARNAT-2006	Vehículos en circulación que usan diesel como combustible límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición	

III.7.2. Residuos.

Para este componente, se identificaron las siguientes:

Tabla III.26. NOM's en materia de residuos

RESIDUOS PELIGROSOS, SÓLIDOS URBANOS Y DE MANEJO ESPECIAL		
Nombre	Rubro	Vinculación
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos	Los residuos peligrosos que se generen serán depositados en un almacén temporal, bajo los lineamientos que señala la normatividad aplicable y posteriormente en un plazo menor a seis meses se entregarán a un proveedor autorizado. Los procedimientos para el manejo se contendrán en el Programa de Manejo Integral de Residuos.
NOM-054-SEMARNAT-1993,	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.	En las distintas etapas del Proyecto, se prestará especial atención en evitar la mezcla de residuos (peligrosos, de manejo especial o sólidos urbanos). Asimismo, se tendrán recipientes con etiquetas en los que se identificarán aquellos que cumplan con las características CRETIB.

RESIDUOS PELIGROSOS, SÓLIDOS URBANOS Y DE MANEJO ESPECIAL		
Nombre	Rubro	Vinculación
NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012	Que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación	Durante las distintas etapas del Proyecto, se dará estricto cumplimiento a la normatividad aplicable. No obstante lo anterior, en el caso extraordinario de que se causen derrames de residuos peligrosos, se implementará el programa de remediación del suelo.
NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004	Que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio	
NOM-161-SEMARNAT-2011	Que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.	El Programa de Manejo Integral de Residuos toma en cuenta dentro de sus objetivos los criterios que se establecen en esta Norma Oficial para la determinación de sus protocolos.

III.7.3. Flora y Fauna.

En lo que respecta a este elemento, se identificaron las siguientes:

Tabla III.27. NOM's en materia de flora y fauna

FLORA Y FAUNA		
Nombre	Rubro	Vinculación
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.	La categorización establecida en esta norma constituye la base del diseño del respectivo Programa de Programa de Manejo de Flora y Fauna. De igual forma, se observarán los lineamientos establecidos en esta norma para dar la protección ambiental adecuada a las especies que en su caso se encuentren en el sitio y estén catalogadas en esta norma.

III.7.4. Ruido.

Para este rubro, se identificaron las siguientes

Tabla III.28. NOM's en materia de ruido

RUIDO		
Nombre	Rubro	Vinculación
NOM-080-SEMARNAT-1994	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.	El Proyecto verificará que los equipos que participen en las labores de las distintas etapas del Proyecto cumplan con los parámetros establecidos en la Norma en cuestión.
NOM-081-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	El Proyecto durante sus diversas etapas, cumplirá cabalmente con los límites establecidos. Para lo anterior, el promovente llevará a cabo estudios en materia de ruido.

III.8. Planes o Programas de Desarrollo Urbano.

III.8.1. Programa Estatal de Desarrollo Urbano de Yucatán (PEDUY)

Publicado en el diario oficial del gobierno del estado de Yucatan el 26 de agosto de 2016. Dicho programa, tiene como objetivo general establecer las disposiciones y lineamientos para avanzar en la distribución equilibrada de la población y de las actividades económicas en la entidad.

En este sentido, por medio del mismo se pretende tener un instrumento de planeación sectorial. Así, se permitió detectar no sólo los problemas y fenómenos fundamentales del desarrollo en la entidad, sino que dio pauta a profundizar en sus causas y sus encadenamientos a fin de orientar las propuestas a la solución de los problemas y a la puesta en valor de las oportunidades. Por ello, se identificaron los Ámbitos de Atención Estratégica (AAE) que representan los grandes fenómenos que son causa de otros y que por ello deben ser atendidos y resueltos con prioridad; así como las Zonas de Atención Estratégica (ZAE), caracterizados como espacios en los que hay que actuar prioritariamente de acuerdo con la investigación del diagnóstico y los AAE.

Sobre la base de estos elementos las estrategias establecidas son: 1. Estrategia regional de desarrollo a partir de la regionalización estatal existente. 2. Estrategias territoriales para ciudades metropolitanas, con base en vocaciones de desarrollo y políticas generales de crecimiento urbano. 3. Estrategia para las áreas de protección y preservación ecológica. 4. Estrategias de desarrollo habitacional para la entidad, que incluye políticas para el ordenamiento de suelo urbano y periurbano. 5. Estrategias de movilidad sustentable, medio ambiente, infraestructura hidráulica, entre otros, conforme lo marca la ley para el desarrollo urbano del estado de Yucatán.

Derivado de esta configuración espacial, el Programa se aplica al sistema de ciudades de toda la entidad bajo una perspectiva intra e interregional que permita atender los principales problemas urbanos de Yucatán y aprovechar las ventajas de la consolidación urbana de la ZMM y del papel funcional de los centros urbanos localizados en Acanceh, Izamal, Maxcanú, Motul, Oxkutzcab, Peto, Progreso Tekax, Ticul, Tizimín, Umán y Valladolid., dividiéndose en siete regiones, tal y como se observa a continuación:

-Región I. Poniente. (Diez municipios) Celestún, Chocholá, Halachó, Hunucmá, Kinchil, Kopomá, Maxcanú, Opichén, Samahil y Tetiz. Cabecera: Maxcanú.

-Región II. Noroeste. (Diecinueve municipios) Abalá, Acanceh, Baca, Ixil, Chicxulub Pueblo, Conkal, Kanasín, Mérida, Mocochoá, Progreso, Seyé, Tahmek, Tecoh, Timucuy, Tixkokob, Tixpehual, Ucú, Umán y Yaxkukul. Cabecera: Mérida.

-Región III. Centro. (Quince municipios) Cuzamá, Hocabá, Hochtún, Homún, Huhí, Izamal, Kantunil, Sanahcat, Sudzal, Tekal de Venegas, Tekantó, Tepakán, Teya, Tunkás y Xocchel. Cabecera: Izamal.

-Región IV. Litoral Centro. (Dieciséis municipios) Bokobá, Cacalchén, Cansahcab, Dzemul, Dzidzantún, Dzilam de Bravo, Dzilam González, Dzoncauich, Motul, Muxupip, Sinanché, Suma, Telchac Pueblo, Telchac Puerto, Temax y Yobaín. Cabecera: Motul.

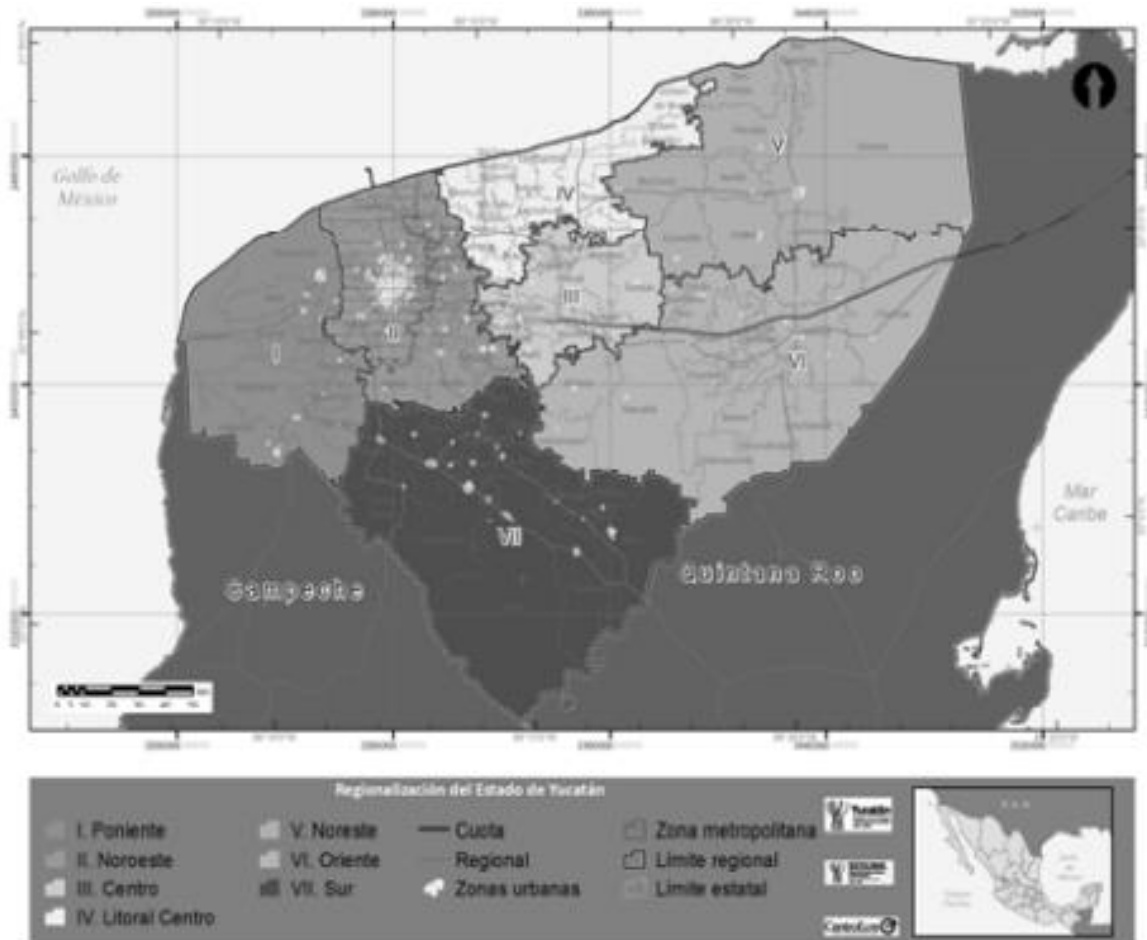
-Región V. Noreste. (Nueve municipios) Buctzotz, Calotmul, Cenotillo, Espita, Panabá, Río Lagartos, San Felipe, Sucilá y Tizimín. Cabecera: Tizimín.

-Región VI. Oriente. (Veinte municipios) Chankom, Cantamayec, Chacsinkín, Chemax, Chichimilá, Chikindzonot, Cuncunul, Dzitás, Kaua, Peto, Quintana Roo, Sotuta, Tahdziú, Tekom, Temozón, Tinum, Tixcacalcupul, Uayma, Valladolid y Yaxcabá. Cabecera: Valladolid.

-Región VII. Sur. (Diecisiete municipios) Akil, Chapab, Chumayel, Dzán, Mama, Maní, Mayapán, Muna, Oxxutzcab, Sacalum, Santa Elena, Teabo, Tekax, Tekit, Ticul, Tixméhuac y Tzucacab. Cabecera: Ticul

Esto tal y como se observa en la siguiente imagen:

Figura III.16. Regionalización del PEDUY



Bajo este contexto, el estado de Yucatán se ha caracterizado por la elevada concentración demográfica en prácticamente un sólo centro urbano, producto de los flujos migratorios que optaron por buscar en estas concentraciones demográficas, alternativas de mejores empleos e ingresos y por lo tanto más elevados niveles de calidad de vida que los que sostenían en el área rural:

- a) AAEs. Debido a que el estado de Yucatán se ha convertido en un espacio geográfico estratégico en el área de la Península. Además de su reconocimiento como un estado megadiverso y con amplio potencial para el desarrollo turístico, también ha destacado por su producción agropecuaria, por la configuración de una importante zona metropolitana y por ser receptora de importantes proyectos del gobierno federal que además de beneficiar a los yucatecos, genera y refuerza relaciones económicas con los estados de Campeche y Quintana Roo. No obstante este panorama, hay situaciones socioeconómicas y ambientales que persisten y que afectan a una proporción significativa de la población yucateca como lo es la marginación, la falta de empleo,

los bajos ingresos, los cambios de usos del suelo y la contaminación del agua. Bajo estas consideraciones se han identificado seis Ámbitos de Atención Estratégica con el propósito de enfocar esfuerzos hacia fenómenos, situaciones o problemas que pueden modificar ciertas tendencias negativas que se presentan en el territorio yucateco y son:

- AAE1. Sostenibilidad económica, empleo e ingresos
- AAE2. Desequilibrio espacial de los asentamientos humanos y segregación urbana
- AAE3. Vulnerabilidad del acuífero, suelo y agua
- AAE4. Desigualdad, rezago social y grupos vulnerables
- AAE5. Institucionalidad de la planeación territorial

b) Las ZAE’s son porciones del territorio que por sus características y problemáticas particulares, requieren de una atención integrada. Son zonas de la entidad consideradas como estratégicas, ya sea para potenciar el desarrollo o para resolver los problemas más relevantes. Su delimitación está en función de la focalización de uno o más fenómenos en el territorio, vinculados con los AAEs. Derivan de una visión estratégica del desarrollo y son la expresión espacial de problemas y soluciones complejas, por lo que si se atiende el desarrollo de estas zonas, se pueden detonar cambios importantes.

- ZAE1. Óvalo de pobreza extrema
- ZAE2. Zonas de uso intensivo agrícola y agropecuario
- ZAE3. Corredor del caribe mexicano
- ZAE4. Subsistema policéntrico de Mérida
- ZAE5. Corredores urbano-metropolitanos
- ZAE6. Zona costera
- ZAE7. Zonas para la preservación ecológica

Bajo este contexto, a continuación se presenta la vinculación con los objetivos, estrategias y ámbitos de atención estratégica previstos en el PEDUY:

Tabla III.29. Vinculación del proyecto con el PEDUY

Objetivo General	Objetivo Específico/Meta	Vinculación
Objetivo general 1: Descentralizar la provisión de infraestructura, servicios y empleo.	AAE1. Sostenibilidad económica, empleo e ingresos.	Por medio de la implementación del proyecto se generará inversión y nuevos empleos a al región contribuyendo así al cumplimiento de los objetivos del PEDUY
Objetivo general 7. Crear nuevos esquemas de movilidad sustentable urbana y rural, favoreciendo la accesibilidad, conectividad y baja emisión contaminante a la atmósfera.	AAE2. Concentración urbana, dispersión y segregación socio-espacial AAE5. Institucionalidad para la planeación territorial.	Por medio de la implementación del proyecto, se favorecerá la instalación de fuentes de energía no contaminantes a la atmosfera como lo es la energía eólica

En cuanto a la zonificación, el crecimiento y consolidación de las ciudades yucatecas atenderá los criterios de conservación, preservación y protección de los bienes y servicios ambientales, así como el aprovechamiento y consolidación de las funciones económicas urbanas, por lo tanto los criterios generales en la definición de zonificación primaria de los municipios, zonas metropolitanas y regiones del estado de Yucatán contemplará los siguientes criterios generales:

-Área urbana actual. • Vacíos urbanos. • Zonas con vegetación secundaria. • Áreas que cuentan con servicios y el equipamiento, dentro de los límites urbanos actuales. Área urbanizable • Primera periferia contigua al área urbana consolidada. • Control del proceso expansión-dispersión urbana. 212 • Estricto apego a las disposiciones del POETY y POETCY, así como a la normativa y restricciones que se indican en el apartado V.7 Las reservas, los usos y los destinos de áreas, de este Programa. • Zonas con posibilidades de expansión y continuidad de la estructura urbana actual para evitar el colapso de redes de servicios básicos (agua, drenaje, alcantarillado, energía eléctrica) y la saturación de vialidades primarias o secundarias. • Predios con certeza jurídica. • La superficie para este tipo de área deberá estar sustentada en un estudio formal respecto de los requerimientos calculados a largo plazo en función de lotes promedio por tipo de uso.

-Área no urbanizable • Los ecosistemas de selva zona centro y sur y el manglar de la zona costera. • Estricto apego a las disposiciones del POETY y POETCY, así como a la normativa y restricciones que se indican en el apartado V.7 Las reservas, los usos y los destinos de áreas, de este Programa. • Áreas Naturales Protegidas. • Superficie agropecuaria de alto valor productivo. • Zonas de riesgos hidrometeorológicos: inundaciones, colapsos o hundimientos. • Derechos de vía de gasoductos y oleoductos. • Ex bancos de materiales

Con los argumentos señalados se advierte que el Programa es congruente con las líneas estratégicas de acción establecidas en este Proyecto, además de que este es un agente coadyuvante en el fortalecimiento de la economía de la región.

III.8.2. Planes Municipales de desarrollo urbano.

De la revisión de practicada al diario oficial del gobierno del estado de Yucatan, el sitio web de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente el municipio de Buctzotz; no se desprende que a la fecha se haya expedido algún plan de desarrollo urbano.

II.9. Otros Instrumentos.

III.9.1. Plan Nacional de Desarrollo.

El Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (**PND**), publicado el 20 de mayo de 2013 en el **DOF**, establece el programa de gobierno a seguirse en el presente sexenio, conviniendo acciones que buscan fomentar el desarrollo integral y sustentable del país.

Este Plan articula un conjunto de objetivos, estrategias y líneas de acción en torno a cinco metas para el desarrollo nacional:

1. México en Paz.
2. México Incluyente.
3. México con Educación y Calidad.
4. México Próspero.
5. México con Responsabilidad Global.

El **PND** también considera tres estrategias transversales que se integran explícita o implícitamente en cada una de las metas descritas:

- i) Democratizar la Productividad.
- ii) Gobierno Cercano y Moderno.
- iii) Perspectiva de Género.

En este análisis se vinculará el **Proyecto** con el **PND**, pues como se aprecia a continuación, el Proyecto contribuirá a la consecución de su contenido y en particular a lograr la cuarta meta relativa a un México Próspero. El **PND** se encuentra dividido en siete capítulos y ofrece como presentación una reflexión acerca de las fuentes del desarrollo en la que se abordan los siguientes temas: desarrollo nacional en el contexto actual, diagnóstico general, estrategia general y desarrollo como una responsabilidad compartida.

Los primeros cinco capítulos corresponden a cada Meta fijada y exponen un diagnóstico y un plan de acción para cada una de ellas. Posteriormente, el Capítulo VI detalla estrategias y líneas de acción para alcanzar cada una de las cinco metas. Finalmente, el Capítulo VII establece indicadores para dar seguimiento a su cumplimiento y conocer el avance en su realización.

En ese sentido, por lo que hace a la cuarta meta denominada **México próspero**, el **diagnóstico** del **PND** incluye un rubro de **Desarrollo sustentable**. En esta sección se expone que los efectos del cambio climático y la degradación ambiental se han agravado en nuestro país: *“Las sequías, inundaciones y ciclones entre 2000 y 2010 han ocasionado alrededor de 5,000 muertes, 13 millones de afectados y pérdidas económicas por 250,000 millones de pesos (mmp) [...] El costo económico del agotamiento y la degradación ambiental en México en 2011 representó 6.9% del PIB, según el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).”*

A pesar de lo anterior, el diagnóstico también nos dice que el impulso del uso de fuentes de energía alternativas, como la energía eólica, han comenzado a reducir la dependencia a los combustibles fósiles. Por lo anterior, se ha fomentado la innovación y el mercado de tecnologías, tanto en el campo de la energía como en el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Bajo esas premisas, es claro que con el Proyecto, se contribuiría a aumentar la experiencia y desarrollo de la producción de energía por medio de fuentes renovables, mejorando la situación detectada actualmente.

En este apartado también se detectó que el crecimiento económico del país se encuentra muy vinculado a la emisión de compuestos de efecto invernadero que son contaminantes a la atmósfera que podrían disminuirse con proyectos como el que nos ocupa.

Dentro del mismo diagnóstico de la cuarta estrategia existe un rubro de **Energía**. En este se señala que en 2011 la mitad de la electricidad fue generada a partir de gas natural, debido a que este combustible tiene el menor precio por unidad energética. Sin embargo, se enuncia que las tecnologías de generación que utilicen fuentes renovables de energía, como la del Proyecto, son indispensables para la diversificación y seguridad energética.

El **PND** señala que a pesar del potencial y rápido crecimiento las energías renovables su aportación al suministro energético mexicano es solo del 2% del total. Para poder incrementar en nuestro país, el Proyecto “PARQUE EÓLICO KABIL” y otros deben convertirse en una realidad.

En el **Plan de acción** que se establece para esta cuarta meta, se incluye el impulso y orientación de un crecimiento verde compuesto por la generación de riqueza, competitividad y empleo a la par que se preserva el patrimonio natural del país. Además se plantea: *“abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva [...] fortalecer el abastecimiento racional de energía eléctrica; promover el uso eficiente de la energía, así como el aprovechamiento de fuentes renovables, mediante la adopción de nuevas tecnologías y la implementación de mejores prácticas; además de fortalecer el desarrollo de la ciencia y la tecnología en temas prioritarios para el sector energético.”*

El Proyecto, además de que constituirá una fuente de empleo y mejorará el papel de la región sustancialmente, cumple precisamente con lo que prevé este plan de acción pues constituirá un medio para aprovechar el recurso eólico a través de tecnología limpia en beneficio de sus habitantes.

En el capítulo VI del **PND**, en que se describen a detalle las estrategias que seguirá México para cumplir con cada una de las metas del **PND**, se establecen once objetivos para la consecución de la cuarta meta un **México Próspero**. El cuarto objetivo de esta sección es **“4.4. Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo.”** Para alcanzar este objetivo la primera estrategia que se plantea es la **4.4.1 Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad”** a través de las siguientes líneas de acción: *“Promover el uso y consumo de productos amigables con el medio ambiente y de tecnologías limpias, eficientes y de bajo carbono. Promover [...] inversiones de diversas fuentes que multipliquen los recursos para la protección ambiental y de recursos naturales.”*

En este orden de ideas, el Proyecto proveerá al país con energía eléctrica sin generar emisiones de gases de efecto invernadero.

La estrategia **4.4.3** también considera **fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo**

carbón para lo que establece dentro de sus líneas de acción: *“Promover el uso de sistemas y tecnologías avanzadas, de alta eficiencia energética y de baja o nula generación de contaminantes o compuestos de efecto invernadero.”*

En relación a esta estrategia, se debe destacar que las únicas emisiones que generará el proyecto serán las derivadas del equipo utilizado durante la construcción, la operación y el mantenimiento. Lo anterior coadyuvará en el bienestar de los ciudadanos de nuestro país, pues estas emisiones son inevitables en el desarrollo de infraestructura y mínimas comparadas con las de otro tipo de proyectos de generación de energía.

Por otro lado, el sexto objetivo que se plantea en relación con un México próspero es el 4.6. consistente en *“Abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva.”* En relación con lo anterior se estableció la estrategia **4.6.2**, que prevé **asegurar el abastecimiento racional de energía eléctrica a lo largo del país**, para lo cual propone, entre otras líneas de acción: *“Diversificar la composición del parque de generación de electricidad considerando las expectativas de precios de los energéticos a mediano y largo plazo. Promover el uso eficiente de la energía, así como el aprovechamiento de fuentes renovables, mediante la adopción de nuevas tecnologías y la implementación de mejores prácticas.”*

El Proyecto diversificará la matriz energética disminuyendo el peso de los combustibles fósiles y coadyuvando a un uso más eficiente de la energía.

En congruencia con lo que plantea el **PND**, el promovente busca concretar un proyecto de aprovechamiento sustentable de energía consciente de que la tarea del desarrollo y el crecimiento corresponde a todos los actores de la sociedad. De esta forma se busca cooperar con el Estado a que el crecimiento y el desarrollo surjan de abajo hacia arriba. El promovente busca hacer así una contribución al desarrollo sustentable del país, que como se ha expuesto en este apartado es plenamente compatible con los objetivos, estrategias y planes de acción del **PND**.

III.9.2. Programas de desarrollo regional sustentable.

III.9.2.1 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Derivado del PND, según la letra del artículo 22 de la LP se deben desprender programas sectoriales. Por la naturaleza **del Proyecto**, en este capítulo se analizarán el de medio ambiente y recursos naturales y el de energía.

Así, el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT) fue publicado en el DOF el 12 de diciembre de 2013. En el diagnóstico que se realiza a escala general, se señala que México tiene importantes oportunidades para mitigar sus emisiones de gases efecto invernadero, entre ellas, a partir de reducir las del sector energético a través del impulso a las energías renovables.

En ese tenor, se establecen seis objetivos que van acompañados de estrategias y líneas de acción. De manera directa, conviene destacar las relacionadas con el crecimiento sustentable de bajo carbono-socialmente incluyente y la disminución de gases efecto invernadero.

A partir de ellos, de los objetivos 1 y 2 se destacan los siguientes elementos:

Objetivo 1. Promover y facilitar el crecimiento sostenido y sustentable de bajo carbono con equidad y socialmente incluyente.
Estrategia 1.2 Propiciar una gestión ambiental integral para promover el desarrollo de proyectos de inversión que cumplan con criterios de sustentabilidad
<i>Líneas de acción</i>
1.2.1. Normar, regular y fomentar energías renovables y tecnologías limpias para consolidar al país como una economía de bajo carbono.
Estrategia 1.5 Consolidar las medidas para la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero.
<i>Líneas de acción</i>
2.3.1. Desarrollar, promover y operar instrumentos de política, de fomento y normativos para la prevención y mitigación de emisiones a la atmósfera.

Fuente: Elaboración propia a partir del PROMARNAT.

Objetivo 2. Incrementar la resiliencia a efectos del cambio climático y disminuir las emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero.
Estrategia 2.3 Consolidar las medidas para la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero.
<i>Líneas de acción</i>
2.3.1. Desarrollar, promover y operar instrumentos de política, de fomento y normativos para la prevención y mitigación de emisiones a la atmósfera.

Fuente: Elaboración propia a partir del PROMARNAT.

Para conducir estos objetivos, estrategias y líneas de acción, México ha asumido compromisos voluntarios que obran en el marco jurídico nacional e internacional de reducir de emisiones para los años 2020, 2025 y 2050, por lo que tanto en el PND analizado previamente como en diversos programas sectoriales, se mantiene como tema prioritario la estrategia de fortalecer la política nacional de cambio climático que tiene dentro de sus ejes torales la relación generación de energía-cambio climático-emisiones a la atmósfera. Para ilustra el punto, a continuación se muestra una imagen tomada directamente del PROMARNAT para el apartado de acciones del objetivo 2.

ACCIONES



Fuente: PROMARANT

En este sentido, resulta primordial la consolidación de Proyectos como el que hoy nos ocupa coadyuvan a diversificar las fuentes de energía y abonan a honrar los compromisos que México ha establecido.

En ese orden de ideas, es posible concluir que el proyecto es además de congruente un elemento fundamental en el cumplimiento de los objetivos, estrategias y líneas de acción establecidas en este programa, a partir de la transición a fuentes de generación de energía sin emisiones de gases de efecto invernadero que pueden y deben soportar el desarrollo sustentable del país.

III.9.3. Programa Sectorial de Energía

El Programa Sectorial de Energía (PSE), fue publicado en el DOF el 13 de diciembre de 2013, en él se diagnostica que la composición de la matriz de energía nacional que el país dispone es de fuentes de energía, tanto fósiles como limpias, con un amplio portafolio de recursos renovables (eólico, solar, geotérmico, biomasa e hídrico).

Por ello, se advierte que es indispensable reforzar y continuar impulsando acciones concretas para el logro de una mayor diversificación de la matriz. En este sentido, deben impulsarse tecnologías que permitan un

mayor aprovechamiento de los recursos naturales libres de carbono que tengan la cualidad de acompañar beneficios económicos, sociales y medio ambientales significativos.

En este contexto, el PSE reitera a lo largo de su contenido que es necesario promover la diversificación de las tecnologías utilizadas para la generación de energía, no solo para estar en vanguardia y garantizar el abasto energético, sino para la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero, y en consecuencia la mitigación del cambio climático.

Tomando en cuenta esas directrices generales que guardan una resonancia directa con **el Proyecto** que se somete evaluación, a continuación conviene retomar la manera en la que se alinea el Programa al PND:

Figura III.17. Ubicación del Proyecto con el PND

Alineación de los objetivos del Programa al PND			
Meta Nacional	Objetivo de la Meta Nacional	Estrategias del Objetivo de la Meta Nacional	Objetivo del Programa
IV. México Próspero	4.6 Abastecer de Energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva.	4.6.1 Asegurar el abastecimiento de petróleo crudo, gas natural y petrolíferos que demanda el país.	Objetivo 1: Optimizar la capacidad productiva y de transformación de hidrocarburos, asegurando procesos eficientes y competitivos. Objetivo 3: Desarrollar la infraestructura de transporte que permita fortalecer la seguridad de provisión de energéticos, contribuyendo al crecimiento económico. Objetivo 4: Incrementar la cobertura de usuarios de combustibles y electricidad en las distintas zonas del país. Objetivo 5: Ampliar la utilización de fuentes de energía limpias y renovables, promoviendo la eficiencia energética y la responsabilidad social y ambiental. Objetivo 6: Fortalecer la seguridad operativa, actividades de apoyo, conocimiento, capacitación, financiamiento y proveeduría en las distintas industrias energéticas nacionales.
		4.6.2 Asegurar el abastecimiento racional de energía eléctrica a lo largo del país.	Objetivo 2: Optimizar la operación y expansión de infraestructura eléctrica nacional. Objetivo 3: Desarrollar la infraestructura de transporte que permita fortalecer la seguridad de provisión de energéticos, contribuyendo al crecimiento económico. Objetivo 4: Incrementar la cobertura de usuarios de combustibles y electricidad en las distintas zonas del país. Objetivo 5: Ampliar la utilización de fuentes de energía limpias y renovables, promoviendo la eficiencia energética y la responsabilidad social y ambiental. Objetivo 6: Fortalecer la seguridad operativa, actividades de apoyo, conocimiento, capacitación, financiamiento y proveeduría en las distintas industrias energéticas nacionales.

Fuente: PSE.

Del análisis del cuadro de interacciones, se advierte que para lograr un México próspero que ofrezca a sus habitantes un suministro de energía de calidad, eficiente y con precios adecuados, es necesario entre otros aspectos la ampliación de la generación de electricidad a partir de fuentes limpias y renovables. Es así como **el Proyecto** se convierte en un vehículo para abonar a que el enunciado fijado en este objetivo número 5 del PSE de energía y en consecuencia el camino para la meta IV del PND se cumplan.

A mayor abundamiento sobre las implicaciones del Objetivo 5, a continuación se muestran los beneficios que se persiguen y las estrategias principales para alcanzarlo:

OBJETIVO 5 AMPLIAR LA UTILIZACIÓN DE FUENTES DE ENERGÍA LIMPIAS Y RENOVABLES, PROMOVRIENDO LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y LA RESPONSABILIDAD SOCIAL Y AMBIENTAL.
<p>Beneficios:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Compromiso con el medio ambiente · Economía baja en carbono · Reducción de la intensidad energética de la economía
<p>Estrategia 5.1 Incrementar la participación de energías limpias y renovables en la generación de electricidad. Línea de acción 5.1.4 Instrumentar mecanismos de mercado y regulaciones que aceleren la incorporación de energías limpias y renovables apoyados en inversiones públicas y privadas.</p>
<p>Estrategia 5.2 Promover el aprovechamiento sustentable de la energía en todos sus procesos y actividades desde la exploración hasta el consumo. Línea de acción 5.2.1 Fortalecer la normalización en materia de eficiencia energética y su cumplimiento. Línea de acción 5.2.2 Desarrollar y establecer programas, proyectos y actividades de transición y eficiencia energética, para ahorrar energía y reducir emisiones. Línea de acción 5.2.6 Promover la responsabilidad de los proyectos energéticos en el marco de la sustentabilidad respecto a la posible afectación de ecosistemas.</p>
<p>Estrategia 5.4 Instrumentar programas de responsabilidad ambiental y social relacionados con el sector energía Línea de acción 5.4.3 Implementar programas de reducción de emisiones contaminantes en el sector eléctrico.</p>

Fuente: Elaboración propia a partir del PSE.

En este contexto, el Promovente consiente de la relevancia de generar transición energética, ha tomado la decisión de canalizar sus esfuerzos económicos y humanos para desarrollar **el Proyecto** que como se ha dicho coadyuvará a la consecución de las estrategias en análisis del PSE.

De igual forma, conviene subrayar que la ejecución de un parque eólico como el que hoy se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental apunta directa e inmediatamente a alcanzar la línea de acción 5.2.2. y el beneficio de generar una economía baja en carbono.

En síntesis, es posible pues afirmar que **el Proyecto** es acorde a los objetivos y estrategias aquí establecidas lo que permite el desarrollo sostenible del país y la disminución de gases de efecto invernadero, así como el cumplimiento de los compromisos internacionales a los que el Gobierno Mexicano se ha adherido.

III.9.4. Programa Especial de Cambio Climático

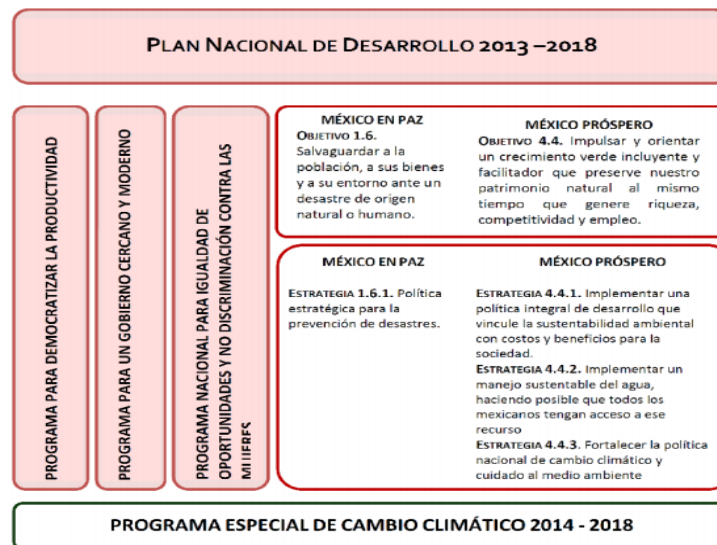
El Programa Especial de Cambio Climático (PECC) se publicó en el DOF el 28 de abril de 2014. La obligación de emitir el PECC emana de la Ley General de Cambio Climático (LGCC) que en su artículo 66 dispone que

el Programa será elaborado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, y que en él se establecerán los objetivos, estrategias, acciones y metas para enfrentar el cambio climático mediante la definición de prioridades en materia de adaptación, mitigación, investigación, así como la asignación de responsabilidades, tiempos de ejecución, coordinación de acciones y de resultados y estimación de costos. Así también, es oportuno destacar que el PECC entonces es un instrumento complementario al PROMARNAT y al PSE.

Así las cosas, en el diagnóstico que se realiza se evalúa la vulnerabilidad de diversos sectores bajo escenarios de cambio climático para México, tales como: la agricultura, el recurso hídrico, los ecosistemas costeros y su biodiversidad, los fenómenos meteorológicos ordinarios y extraordinarios (i.e. tormentas, clima severo, etc.), así como en infraestructura estratégica.

Como se ha mencionado, el PECC tiene como objetivo coadyuvar a otros planes sectoriales, y como finalidad principal alinearse con el Plan Nacional de Desarrollo, como se observa en el siguiente esquema:

Figura III.18. Alineación del Proyecto con el PECC



Fuente: PECC.

La alineación del PECC con el PND se encuentra fundamentalmente en las metas de un México en Paz y un México próspero de la mano de un crecimiento verde y la planeación para asegurar la salvaguarda de la población. De manera específica, el objetivo del PECC que encuentra mayor resonancia con **el Proyecto** y en consecuencia con el PND, es el número 3 que se muestra a continuación:

Objetivo 3. Reducir emisiones de gases de efecto invernadero para transitar a una economía competitiva y a un desarrollo bajo en emisiones.

Estrategia 3.1. Ejecutar proyectos y acciones de eficiencia energética

Línea de acción 3.1.3 Instrumentar prácticas agrícolas sustentables, aprovechamiento, generación y uso de energías renovables, eficiencia energética, y generación y aprovechamiento de biomasa

Estrategia 3.2. Acelerar la transición energética a fuentes de energía menos intensivas en carbono

Línea de acción 3.2.1 Impulsar la diversificación de la matriz energética con inversión pública y privada en la generación mediante energías limpias

Línea de acción 3.2.2 Desplazar el uso de diésel y combustóleo en la matriz energética, por fuentes menos intensivas en carbono

Fuente: Elaboración propia a partir del PECC.

Del análisis de los objetivos, estrategias y líneas de acción se deriva que **el Proyecto** de aprovechamiento sustentable de energía que el promovente pretende desarrollar es sin lugar a duda una pieza que suma para alcanzar las metas de reducción de gases de efecto invernadero que provocan el cambio climático y que por esa razón, genera una cooperación automática con el logro de los objetivos establecidos en el PCC por la Administración Pública Federal.

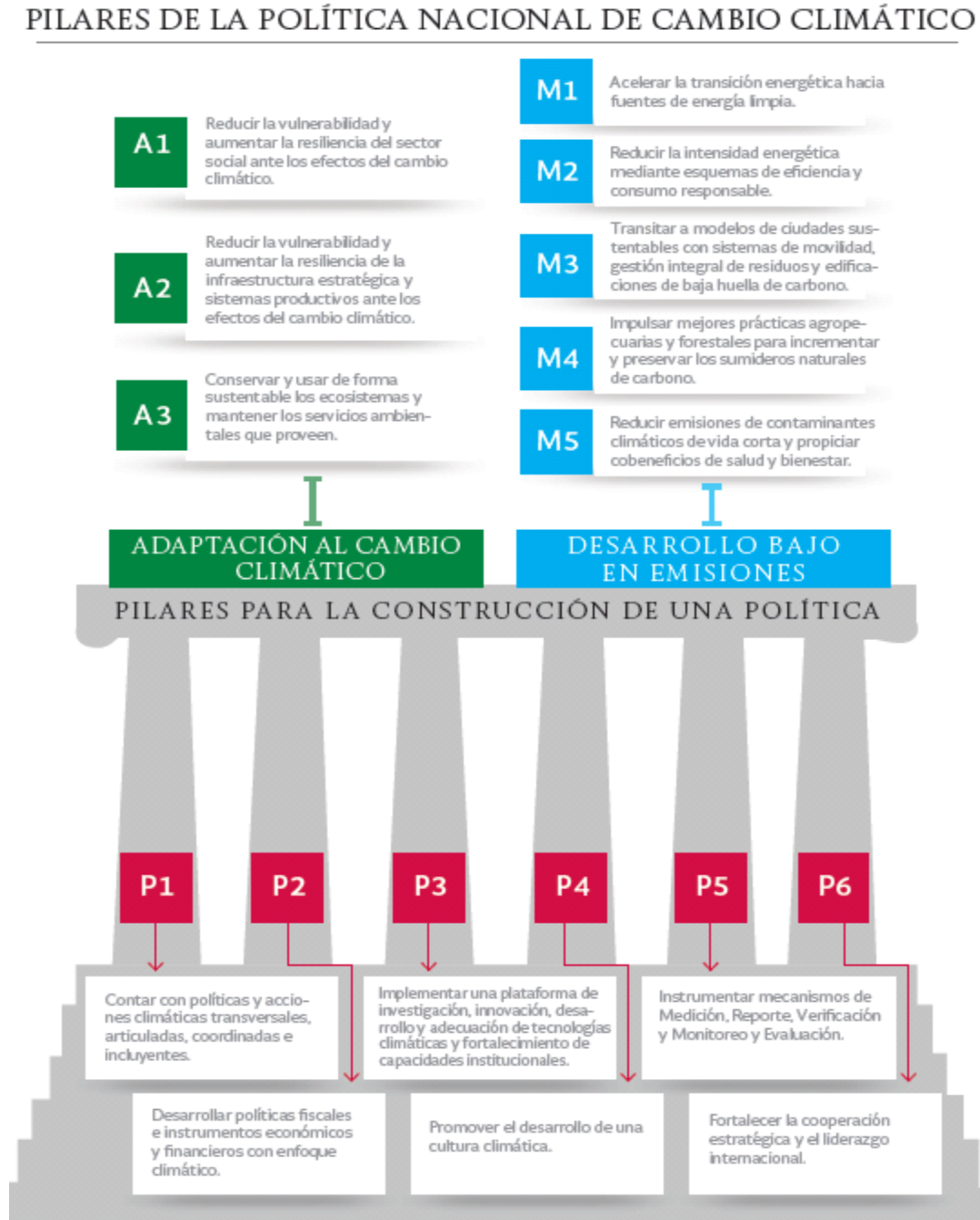
III.9.5. Estrategia Nacional de Cambio Climático

Dentro de los instrumentos de política pública a revisar que emanan del sistema jurídico se encuentra la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC), la cual funge como el elemento rector de la política nacional en el mediano y largo plazo para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y baja en carbono.

En la ENCC se describen los ejes estratégicos y líneas de acción a seguir con base en la información disponible del entorno presente y futuro, para así orientar las políticas de los tres órdenes de gobierno, al mismo tiempo que fomentar la corresponsabilidad con los diversos sectores de la sociedad. Esto con el objetivo de atender las prioridades nacionales y alcanzar el horizonte deseable para el país en el largo plazo.

Es así que se determinan como pilares de la política nacional de cambio climático los siguientes:

Figura III.19. Ubicación del Proyecto con respecto del ENCC



Fuente: ENCC.

Para la consecución de lo anterior se han establecido metas para plazos de 10, 20 y 40 años, en los que se ha establecido para los renglones de energía y emisiones lo siguiente:

RUBRO	10 AÑOS	20 AÑOS	40 AÑOS
ENERGÍA	Tecnologías limpias integradas al desarrollo productivo nacional. Esquemas socioeconómicos incentivan el uso de energías limpias. Sistema de incentivos promueve las mayores ventajas del uso de combustibles no fósiles, la eficiencia energética, el ahorro de energía y el transporte público sustentable con relación al uso de los combustibles fósiles. Cerca de alcanzar el 35% de la generación eléctrica proveniente de fuentes limpias.	Al menos 40% de la generación de energía eléctrica proviene de fuentes limpias. La generación de electricidad mediante fuentes limpias crea empleos, incluyendo en sectores vulnerables. Los sectores residencial, turístico e industrial utilizan fuentes diversas de energía limpia, esquemas de eficiencia energética y ahorro de energía.	La generación de energía limpia soporta el desarrollo económico de todos los sectores productivos de forma equitativa y sustentable. Al menos el 50% de la generación de energía eléctrica proviene de fuentes limpias.
Vinculación con el Proyecto	El Proyecto a través de la plataforma diseñada por el CENACE para la primera subasta del mercado eléctrico mayorista, presentó una de las ofertas mas competitivas que le permitieron ser una de las opciones seleccionadas de este esquema socioeconómico diseñado.		
EMISIONES	Reducción de 30% de emisiones respecto a línea base. México reduce sustancialmente las emisiones de Contaminantes Climáticos de Vida Corta. La industria paraestatal energética implementa esquemas de eficiencia energética en todas sus operaciones y aumentan el uso de energías renovables. Los centros urbanos con más de cincuenta mil habitantes cuentan con infraestructura para el manejo de residuos que evita emisiones de metano a la atmósfera.	Crecimiento económico desacoplado de la dependencia a combustibles fósiles y sus impactos ambientales. Se minimizan las emisiones de Contaminantes Climáticos de Vida Corta.	Reducción del 50% de emisiones respecto a las emisiones del año 2000.
Vinculación con el Proyecto	Tal y como se ha venido señalando a lo largo de la presente MIA-R y el Capítulo III que no ocupa, la tecnología del Proyecto consiste en el uso del viento como insumo para producción de energía eléctrica libre de emisiones de gases de efecto invernadero.		

En cuanto a los ejes estratégicos y líneas de acción, se destacan:

7.4 Ejes estratégicos y líneas de acción

M1. Acelerar la transición energética hacia fuentes de energía limpia

México tiene un gran potencial de generación de energía a través de fuentes renovables, y si bien se han abierto posibilidades de aprovechamiento para la participación del sector privado, los mecanismos no han sido suficientes. Las siguientes líneas de acción buscan enfocar esfuerzos en superar las barreras principales que han impedido la completa inmersión de las energías renovables en el sistema energético nacional.

M1.5 Fomentar la participación del sector privado y paraestatal en la generación de energía eléctrica con fuentes renovables de energía y la cogeneración eficiente.

Eólico

7.4 Ejes estratégicos y líneas de acción

M1.7 Fomentar la generación de energía eoloeléctrica y aprovechar su potencial terrestre y marino para asegurar la compatibilidad tecnológica, social y ambiental.

Fuente: Elaboración propia a partir de la ENCC.

En atención a las líneas de acción y ejes estratégicos en análisis, con la entrada en operación **del proyecto** se estaría reduciendo las emisiones de gases efecto invernadero y se fomenta el crecimiento de la industria eólica de nuestro país, situación que abona a la consecución de la ECC.

III.9.6. Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2016 – 2030

Por su parte, el Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) contiene la planeación del sistema eléctrico nacional, además se contempla la instalación y retiro de centrales eléctricas, ampliación y modernización de la Red Nacional de Transmisión y las Redes Generales de Distribución. En ese Programa se señala que en el año 2015, se tenían registradas 32 centrales eólicas, lo que representa que el 2.8% de la generación total de energía proviene de parques eólicos, los cuales están distribuidos principalmente en los estados de Baja California, Baja California Sur, Chiapas, Jalisco, Nuevo León, Oaxaca, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas y Quintana Roo.

Figura III.20. Ubicación del Proyecto con respecto del PRODESEN



Fuente: Elaborado por SENER con datos de CFE y CRE. Los totales pueden no coincidir por redondeo.

Se estima también en el PRODESEN que el potencial máximo eólico en México es de 50,000 MW, y que el mayor volumen del recursos aprovechable se ubica principalmente en Oaxaca, la Península de Baja California, Sonora y Tamaulipas. En dichas regiones el viento alcanza hasta las 12 m/s durante los meses de enero, febrero, noviembre y diciembre.

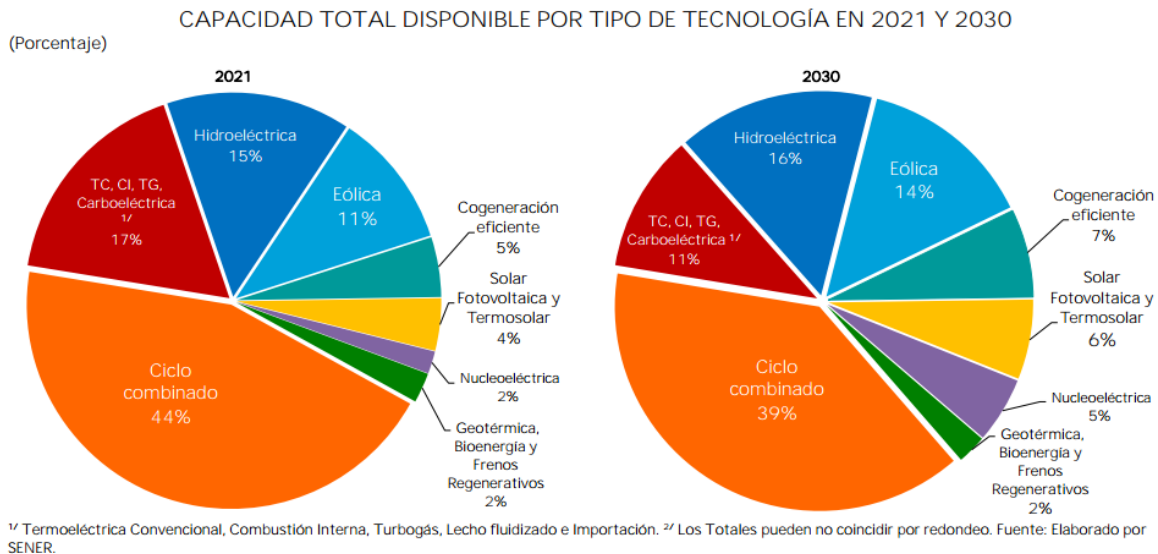
Con base en ello, en el PRONASE se establece un programa indicativo para la instalación de centrales eléctricas durante el período 2016-2030, en el que se contemplan diversos proyectos eólicos en Yucatán. En la siguiente imagen, se representan los principales proyectos a instalarse en el estado de Yucatán:

Figura III.21. Ubicación del Proyecto



Fuente: PRODESEN.

En esa perspectiva, se advierte que si se implementan los proyectos eólicos en el territorio nacional la capacidad de generación por medio de energía eólica se incrementaría para el 2021 en un porcentaje del 11%, mientras que para el 2030 se tendría proyectada una capacidad de 14%, lo anterior de conformidad con el siguiente gráfico:



Fuente: PRODESEN.

De este modo, se puede advertir que la realización del **Proyecto** no solo se refleja en un beneficio en cuanto a la disminución de los gases efecto invernadero, sino que además se estaría mejorando la capacidad de generación de energía mediante el uso del viento, lo que conlleva al logro de las metas nacionales.

III.9.7. Plan Estatal de Desarrollo 2012-2018 Yucatán.

El Plan Estatal de Desarrollo 2012-2018 Yucatán (**PEDY**), es un instrumento de gobierno que refleja los desafíos y retos del estado, proponiendo la construcción de resultados por medio de un estado basado en el cumplimiento de cinco ejes principales de desarrollo:

- Yucatán Competitivo
- Yucatán Incluyente
- Yucatán con Educación de Calidad
- Yucatán con Crecimiento Ordenado
- Yucatán Seguro

A los cuales se agregaron 2 ejes de corte transversal que deben estar presentes en los grandes temas, y se denominan:

- Gestión y Administración Pública
- Enfoque para el Desarrollo Regional

El ejercicio de integración documental y análisis técnico transformó la problemática estatal en objetivos y estrategias, donde la dinámica de cada uno de los sectores con mayor relevancia para la población se identifica con la visión anhelada en ellos:

- El **Sector Economía** para lograr un Yucatán **Competitivo**
- El **Sector Social** en la búsqueda de un Yucatán **Incluyente**
- El **Sector Educación** con la finalidad de lograr un Yucatán con **Educación de Calidad**
- El **Sector Territorio** que desarrolle un Yucatán con **Crecimiento Ordenado**
- El **Sector Seguridad** para preservar un Yucatán **Seguro**
- Finalmente, los **Ejes Transversales, Gestión Pública y Desarrollo Regional**, son los pilares para la consecución de los objetivos y metas contenidos en los ejes de desarrollo.

Nacional-Ejes (Políticas Públicas)	Estatal-Ejes/Temas
México en Paz	Yucatán Seguro <ul style="list-style-type: none"> ▪ Seguridad Pública ▪ Procuración de Justicia ▪ Certeza Jurídica y Patrimonial ▪ Gobernabilidad
México Incluyente	Yucatán Incluyente <ul style="list-style-type: none"> ▪ Superación del Rezago ▪ Grupos Vulnerables ▪ Salud ▪ Igualdad de Género ▪ Pueblo Maya ▪ Juventud
México con Educación de Calidad para Todos	Yucatán con Educación de Calidad <ul style="list-style-type: none"> ▪ Educación Básica ▪ Educación Media Superior ▪ Educación Superior e Investigación ▪ Cultura ▪ Deporte
México Próspero	Yucatán Competitivo <ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarrollo Rural y Agroindustrial ▪ Empleo y Desarrollo Empresarial ▪ Inversiones y Desarrollo Industrial ▪ Innovación y Economía del Conocimiento ▪ Turismo Yucatán con Crecimiento Ordenado <ul style="list-style-type: none"> ▪ Infraestructura para el Desarrollo ▪ Desarrollo Urbano y Metropolitano ▪ Vivienda ▪ Medio Ambiente

Fuente: PEDY.

Una vez identificada la problemática del estado que de manera sucinta es la creación de empleo formal y el fortalecimiento de la industria en el estado se plantean diversos objetivos con las estrategias a implementarse. Para el caso que nos ocupa, resulta relevante vincular con el Proyecto los objetivos y las estrategias aplicables:

Tabla III.30. Vinculación con el PEDY

Eje	Objetivo	Estrategia	Vinculación con el Proyecto
Yucatán Competitivo	Empleo y desarrollo empresarial 3. Mejorar la calidad del empleo en el estado	-Desarrollar el capital humano especializado en el fin de lograr su incorporación en los sectores de alto impacto para el desarrollo estatal	Con la implementación del Proyecto se prevé modernizar la industria y dotarla de energía eléctrica para incrementarán la productividad de la industria, crearán empleos y mejorarán la economía de la región.
	Inversiones y desarrollo industrial 1. Incrementar la competitividad del estado . 2. Incrementar la inversión productiva en el estado	-Fomentar el desarrollo de las condiciones de negocio que permitarn el acceso a mas y mejores mercados -Promover la creación de nuevos agrupamiento en torno a sectores estratégicos -Crear esquemas integrales de atracción de inversiones con opciones de negocio que impulsen el desarrollo de los sectores economicos	Este proyecto es acorde con el Objetivo y la estrategia planteada debido a que se prevé el desarrollo del sector de energía modernizando la industria y aumentando la productividad. Asimismo, este proyecto se someterá a consideración de todas las autoridades federales competentes e implementará todas las medidas de seguridad y disposición de protección ambiental que aseguren las buenas prácticas garantizando con ello el sano desarrollo social y económico de la población.
Yucatan Incluyente e	Superación del rezago 1. Dsminuir el nivel de marginación en el estado	-Integrar la política social con una estrategia de superación del rezago social desde una perspectiva multidimensional con enfoque transversa integral y territorial	Tal y como ya fue apuntado, el desarrollo del proyecto generará meyores y mejores fuentes de empleo, contribuyendo así a la superación del rezago.
Yucatan con crecimiento ordenado	Infraestructura para el desarrollo 2. Incrementar la cobertura de infraestructura básica en el estado	-Promover sistemas de energí alternativa que mejor se adpten a las condiciones de la región	El proyecto implica la generación de energía por medio una fuente renovable como lo es el viento. Dando paso así a un suministro eléctrico confiable y sin emisiones

Con los argumentos anteriormente señalados, es evidente que la implementación del Proyecto se ajusta a las estrategias establecidas en el **PEDY**

III.9.4. Plan Municipal de desarrollo 2015-2018.

El Plan Municipal de desarrollo 2015-2018 (PMDB), Éste Plan, se encuentra basado en cinco ejes fundamentales:

-Eje I. Fomento económico. Esta tiene por objetivo general reactivar la económica del municipio detonando el fomento agropecuario como actividad empresarial, interconectando a las comisarias, como sector de la población en desventaja social y económica.

-Eje II.Seguridad para el bienestar social. Esta tiene por objetivo general mantener el estado de bienestar y seguridad del municipio, como premisa fundamental para el desarrollo económico, la convivencia social en armonía y el desarrollo humano.

-Eje III Desarrollo social para todos. Esta tiene por objetivo general implantar, consolidar y coordinar una política social incluyente de desarrollo social y humano, centrada en un enfoque de garantizar los derechos y considerando que todos son parte del municipio.

-Eje IV Desarrollo integral sustentable. Esta tiene por objetivo general dotar de una imagen urbana limpia, constituyendo al municipio, en un lugar funcional, donde los servicios públicos municipales sean prestados con calidad, eficiencia, responsabilidad, con un ambiente limpio.

-Eje V Gobierno transparente y eficiente.Consolidar un municipio eficiente, incluyente, financieramente solido, responsable en todos lo ámbitos de su competencia, trasparente y con amplio compromiso en la rendición de cuentas.

Con base en lo anterior, tenemos que cada uno de los ejes anteriormente descritos fueron dotados de uno específico, una estrategia y su respectiva línea de acción, se vincula con el Proyecto del siguiente modo:

Tabla III.31. PMDB

EJE	DESCRIPCIÓN	OBJETIVO ESPECIFICO	LINEA DE ACCIÓN	ESTRATEGIA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Eje I. Fomento económico	1. Proyectos estratégicos	Sentar las bases para la implementación de una gestión basada en resultados incorporando la planeación estratégica u participación ciudadana.	Asesorar y dar seguimiento de los proyectos estratégicos haciendo partícipes a los organismos públicos y privados Eleva el porcentaje de asesoría técnica y capacitación que permita la generación de nuevas fuentes de	Brindar a los empresarios locales, nacionales y extranjeros las condiciones optimas de legalidad, seguridad y capacidad de invertir en el municipio.	Con la implementación del Proyecto se prevé modernizar la industria y dotarla de energía eléctrica para incrementar la productividad de la industria, crearán empleos y mejorarán la economía del municipio
Eje III Desarrollo social para todos	2. Desarrollo comercial				
	3. Comisarias				

EJE	DESCRIPCIÓN	OBJETIVO ESPECIFICO	LINEA DE ACCIÓN	ESTRATEGIA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
			trabajo y el impulso competitivo de las existentes..		

Bajo esa línea de pensamiento y en virtud de que por medio del desarrollo del proyecto se fomentará el desarrollo económico del municipio , así como la creación de mas y mejores fuentes de empleo, evidente que la implementación del mismo se ajusta a las estrategias establecidas en el **PMDB**.

III.10. Conclusiones.

En el presente apartado fueron analizados aquellos instrumentos regulatorios y de la política ambiental que aseguran un desarrollo sustentable en el país, la entidad y el municipio. Así, mediante la implementación de lineamientos ambientales, controles y restricciones que estos prevén en la realización de las actividades, se establecen las normas y criterios de observancia general y obligatoria para todos los particulares, así como para las dependencias y entidades de la Administración Pública.

En este sentido, fueron analizados y vinculados, la **CPEUM**, los Tratados Internacionales, Leyes Federales, los Reglamentos de éstas, los Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio, las **NOM's** y finalmente los Planes y Programas de Desarrollo. De manera particular, debe de resaltarse que en el área del Proyecto no se ubican, **ANP's** de ninguno de los tres órdenes de gobierno. Asimismo, éste se encuentra fuera de las áreas establecidas para los Instrumentos de Planeación para la Conservación de la **CONABIO**.

Con base en lo anterior, considerando la naturaleza del Proyecto, y la vinculación realizada en el presente capítulo; se considera que éste, además de promover la generación de energías renovables y así contribuir a las políticas fijadas por el país, es congruente con el marco regulatorio vigente.

**Discovery Management
S.A.P.I de C.V.**

**DOCUMENTO TECNICO UNIFICADO
MODALIDAD B-REGIONAL
“PARQUE EOLICO KABIL”**

PREPARADO POR:

VERA & ASOCIADOS
DERECHO • AMBIENTE • COMUNIDAD

**DOCUMENTO TECNICO UNIFICADO
MODALIDAD REGIONAL, TIPO B (DTU-BR)
PROYECTO:
“PARQUE EOLICO KABIL”**

**CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL
(SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y
DETERIORO DE LA REGIÓN.**

PROMOVENTE:

DISCOVERY MANAGEMENT S.A.P.I DE C.V.

CONTENIDO

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.....	8
IV.1. Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto.....	8
IV.2. Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional (SAR)	9
IV.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR.....	10
IV.2.1.1 Medio Abiótico	10
Clima.....	10
Temperatura	12
Precipitación	13
Periodo de Sequía (Diagrama Ombrotérmico).....	15
Vientos.....	16
Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico	17
Sequías	17
Heladas	20
Tormentas de Granizo	21
Ciclones Tropicales	22
Inundaciones.....	25
Calidad del aire	26
Emisión de gases de efecto invernadero	27
Geología y Geomorfología	29
Características geomorfológicas.....	30
Características del relieve	32
Susceptibilidad de la zona a derrumbes, deslizamientos, flujos y movimientos.....	33
Regionalización sísmica	34
Suelos	37

Subunidades de suelo.....	40
Textura	41
Fase física y química del suelo	41
Hidrología Superficial	42
Hidrología subterránea.....	43
IV.2.1.2 Medio Biótico	45
Tipos de vegetación del área de CUSTF	48
Diseño de muestreo	49
Riqueza y Diversidad	55
Riqueza	55
Diversidad.....	55
Índice de Shannon-Wiener (H')	55
Resultados	56
Listado Florístico	56
Estado de Protección de la flora registrada	59
Índices de Diversidad para el CUSTF.....	63
Índices de Valor de Importancia para el SAR	65
Índices de Diversidad para SAR.....	69
Composición de las comunidades de fauna presentes en el SAR y Área del proyecto.	72
Trabajos en Campo.....	72
Muestreo de transecto en franja.....	72
Anfibios y Reptiles.....	74
Mamíferos.	74
Aves.....	76
Tamaño de muestra para el SAR y el área del proyecto.	76
Análisis Estadístico.	78

Índice de Diversidad Shannon-Wiener.	78
Equidad de Pielou.....	79
Densidad.....	80
Resultados:	80
Especies con alguna categoría de riesgo.	84
Diversidad.	84
Riqueza.	84
Abundancia.	85
Índice de Biodiversidad de Shannon-Wiener.	89
Índice de Equitatividad de Pielou.....	89
Similitud entre zonas.	90
Densidad.....	90
Quirópteros.....	93
Conclusiones Generales.	94
IV.2.2.3 Medio Socioeconómico.....	95
Grupos etnicos	97
Evolución demográfica	97
Religión.....	97
Infraestructura social y de comunicaciones.....	97
Educación.....	98
Salud.....	98
Vivienda.....	98
Servicios públicos	98
Medios de comunicación	99
Localidades	99
Vías de Comunicación.....	100

Actividad económica	100
Población Económicamente Activa por sector	100
Agrícola.....	101
Ganadería	101
Bovina.....	101
Apicultura	102
Atractivos turísticos culturales.....	103
Monumentos históricos.....	103
Restas, danzas y tradiciones	103
Fiestas populares.....	103
Tradiciones y costumbres	103
Trajes típicos	103
IV.2.2.4 Paisaje	104
Calidad paisajística.	107
IV.3. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso de suelo propuesto.	111
Determinación del nivel de riesgo.....	112
Provisión de agua en cantidad y calidad.....	114
Provisión de agua en calidad.....	114
Provisión de agua en cantidad	114
Balance hídrico del SAR	116
Volumen de agua precipitada (P) en el SAR.....	117
Evatranspiración (Eva) en el SAR.....	117
Escurrimiento (Esc) en el SAR.....	118
Infiltración en el SAR	122
Volumen de Agua Precipitado (P) en el CUSTF.....	123

Evapotranspiración (Eva) en el CUSTF	124
Escurrimiento (Esc) en el CUSTF	125
Infiltración en el área de CUSTF	126
Volumen de Agua Precipitado (P) al ejecutar el CUSTF	127
Evapotranspiración (Eva) al ejecutar el CUSTF.....	128
Escurrimiento (Esc) al ejecutar el CUSTF.....	128
Infiltración (I) al ejecutar el CUSTF	130
Volumen de Agua Precipitado (P) con medidas de mitigación	131
Evapotranspiración (Eva) con medidas el CUSTF.....	131
Escurrimiento (Esc) con medidas de mitigación (siembra de especies nativas)	132
Infiltración (Inf) con medidas de mitigación (siembra de especies nativas)	133
Captura de carbono y componentes naturales	135
Captura de carbono en el SAR.....	135
Captura de carbono en el CUSTF	137
Componentes naturales.....	139
Generación de oxígeno	141
Generación de oxígeno en el SAR.....	142
Generación de oxígeno en el CUSTF	142
Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales	144
Modulación o termoregulación climática	144
Protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida	144
Protección y recuperación de suelos	146
Erosión hídrica	146
Determinación de pérdida de suelo en el SAR mediante USLE	148
Determinación de pérdida de suelo en el área sujeta a cambio de uso de suelo.....	159
Pérdida de suelo potencial al ejecutar el CUSTF	160

Pérdida de suelo potencial al ejecutar el CUSTF y aplicar las medidas de compensación	161
Reforestación con matorral nativo de 10.30 has de las áreas temporales	161
Erosión eólica	162
Determinación de pérdida de suelo por erosión eólica	163
Determinación de pérdida de suelo por erosión eólica	163
Determinación de pérdida de suelo por erosión eólica en el área sujeta a cambio uso de suelo	168
IV.4. Diagnóstico ambiental	170

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

Este Capítulo del DTU-R, tiene el objetivo de describir y analizar en forma integral el Sistema Ambiental Regional (SAR) que constituye el entorno del proyecto. Por lo que se delimitará el área de estudio tomando una serie de criterios técnicos, normativos y de planeación.

Posteriormente, se caracteriza y analiza el sistema ambiental regional, considerando: la biodiversidad, distribución y amplitud de los componentes del paisaje, y la composición de los ecosistemas (Unidades climáticas, patrones hidrológicos, Vegetación según sea el caso) que por su fragilidad, vulnerabilidad e importancia en su estructura pudieran verse afectados en el momento de ejecutar el proyecto.

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

El Sistema Ambiental Regional (SAR) ha sido delimitado a partir de la recopilación y el análisis de la información ambiental de la cuenca hidrológica, la superficie y el alcance del proyecto en cuestión; considerando principalmente los elementos bióticos y abióticos que presentarán características homogéneas y que pudieran llegar a tener relación con el desarrollo del proyecto "PARQUE EÓLICO KABIL", quedando definido por las siguientes fronteras.

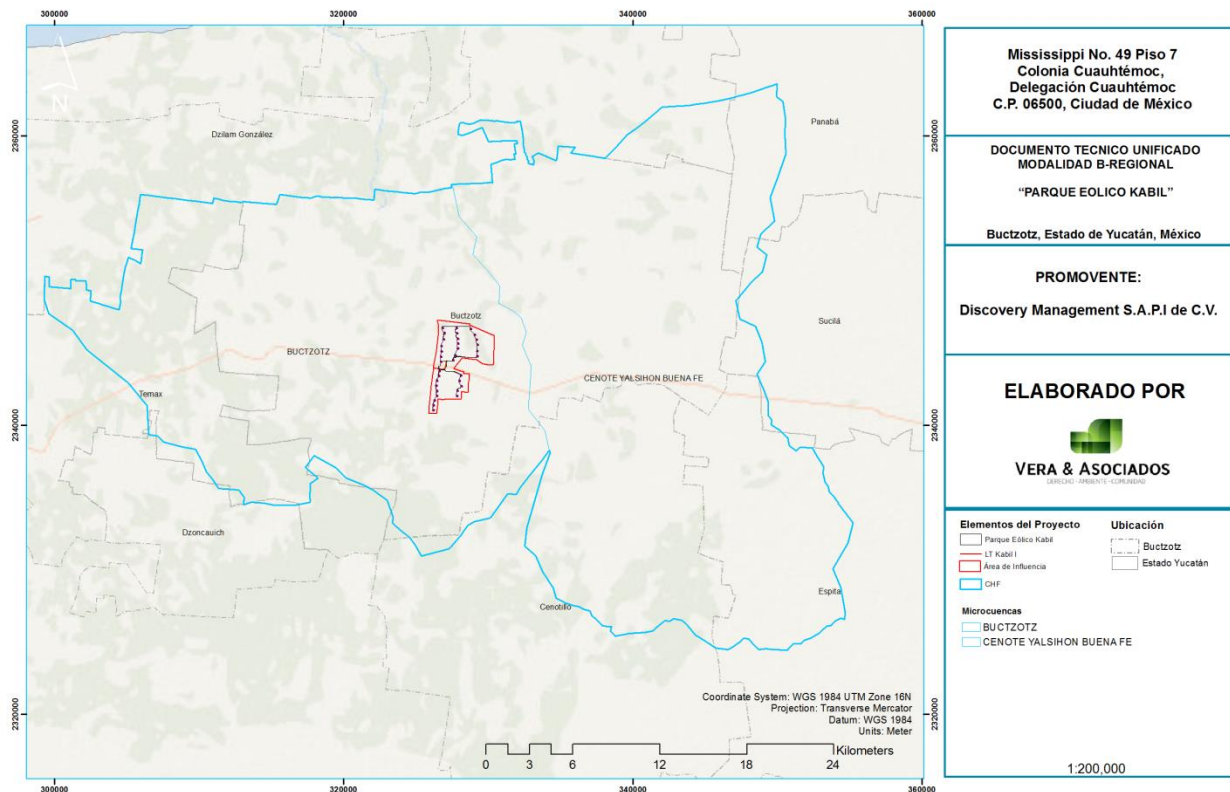
- Considerando la extensión de la superficie del terreno del Complejo que tiene una superficie de 1,603.3077 Ha, dentro de la cual se ubica el proyecto "PARQUE EÓLICO KABIL".
- El paisaje al identificarse como un paisaje con cierto grado de perturbación, siendo en su mayoría una llanura rocosa con vegetación predominante Acahual y con ciertas áreas con vegetación de Selva Media Subcaducifolia.
- El suelo natural de la zona predominando los Leptosoles húmicos.
- La orografía del proyecto, caracterizada por la presencia de extensas llanuras de piso rocoso.

Con esta delimitación, el SAR tiene una superficie total de 122,859.15 Hectáreas.

Es por lo que las características que definieron el SAR incluyen la naturaleza del proyecto integrándose las dinámicas socioeconómicas, culturales, políticas-administrativas, biofísicas y ambientales del área en donde se establecerá el proyecto (Figura IV.1).

El SAR queda delimitada por las microcuencas "Cenote Yalshion Buena Fe", "Buctzotz", circunscritas dentro de la subcuenca "Mérida", la cual pertenece a la cuenca "Yucatán" dicha cuenca hidrográfica forma parte de la Región Hidrográfica número 32 de nombre "Yucatán Norte", limitando al norte con el ordenamiento Ecológico del Territorio Costero del Estado de Yucatán , abarcando principalmente el municipio de Buctzotz, y en menos medida a los municipios de Espita, Cenotillo, Sucilá, Panabá, Temax, Dzoncauich y Dzilam González con una superficie total de 122,859.15 hectáreas.

Figura IV.1. Delimitación del proyecto dentro del SAR



IV.2. Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional (SAR)

La caracterización del medio físico se hizo a través del análisis documental y cartográfico elaborado por el INEGI y otras dependencias gubernamentales, los aspectos del medio biótico se realizaron a través de una exhaustiva revisión bibliográfica complementado con los trabajos de campo realizados particularmente en el Área del Estudio.

Los aspectos del medio socioeconómico del Sistema Ambiental se caracterizaron a nivel municipal con la información del último censo del 2010 así como los estudios de marginación elaborados por CONAPO.

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

IV.2.1.1 Medio Abiótico

Clima

Existen varios factores que intervienen en las condiciones climatológicas de un sitio, los cuales son la latitud, altitud y relieve.

Nuestro país es atravesado por el trópico de cáncer en su parte central, lo cual provoca una transición entre dos zonas térmicas, la tropical y subtropical, esto genera que se dé la predominancia de climas secos al norte y noroeste y húmedos al sureste de México.

Como ya se menciona no solo la latitud influye en las condiciones climáticas de un lugar, también son importantes otros factores como la altitud y el relieve presentes en una zona. Dentro de nuestro SAR de acuerdo con el sistema de Köpen, el cual fue modificado por Enriqueta García (1981), para adaptarlo a las condiciones particulares de la República Mexicana, el tipo de clima presente en el área de estudio y con influencia en el proyecto pertenece al grupo de clima A (Cálido Subhúmedo) de temperaturas medias del mes más frío mayor a 18°C y climas secos los cuales pertenecen al grupo de los climas B. Una unidad de clima seco es un área donde la manifestación de los elementos meteorológicos (precipitación, temperatura), a través de un número dado de años, presentan como característica principal que la evaporación excede a la precipitación. El grupo de clima BS1 presente es el menos seco de los semiáridos, con un coeficiente de P/T mayor a 22.9.

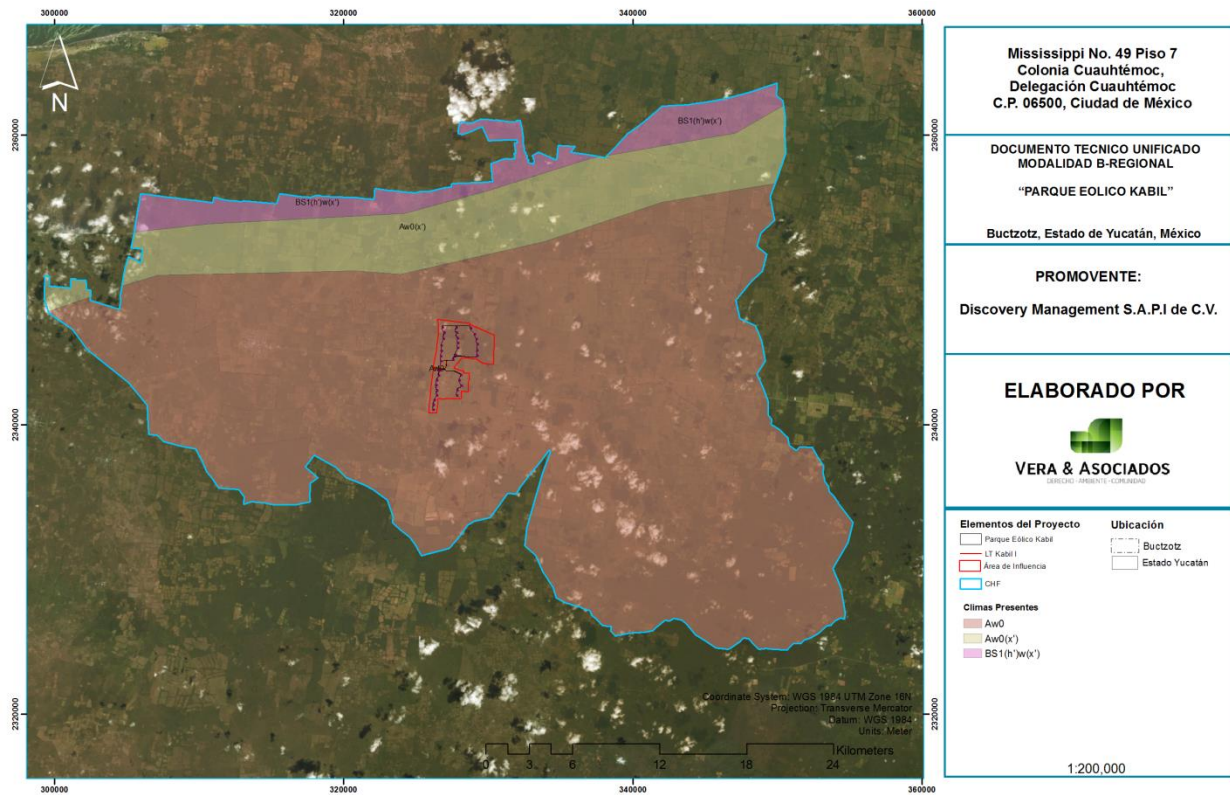
El tipo de clima Aw0 es cálido subhúmedo con lluvias en verano (por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el mes más seco), precipitación del mes más seco menor de 60 mm, por ciento de lluvia invernal entre 5 y 10.2 de la anual, de acuerdo con su grado de humedad se divide en tres subtipos. El más seco de los cálidos – subhúmedos con un cociente P/T menor de 43.2.

El tipo de clima BS1 (h') w es el menos seco de los semiáridos, con un cociente P/T mayor de 22.9. Muy cálido, temperatura media anual mayor de 22° C y la del mes más frío mayor a 18 °C. régimen de lluvias

en verano; por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el mes más seco. Porcentaje de lluvia invernal entre 5 y 10.2 de la total anual.

En la siguiente figura se puede observar la distribución del tipo de clima que está presente en el SAR y área del proyecto.

Figura IV.2. Tipos de clima presentes en el SAR y área del proyecto



Con el propósito de hacer un análisis más a fondo de las condiciones meteorológicas del SAR, así como para el área del proyecto, se llevó a cabo un análisis de la información generada por la estación climatológica que se encuentran dentro de la zona de estudio, dicha estación es "Buctzotz" (tabla IV.1) la información recopilada corresponde a un periodo de 59 años (1951-2010).

Tabla IV.1. Estaciones meteorológicas cercanas a la zona de estudio

Estación	Número	Municipio y estado	Latitud	Longitud	Altura (s.s.n.m.)
Buctzotz	31003	Merida, Yucatán	21°12'29"	088°48'00"	6.00

Con el registro de información de la estación se prosiguió a realizar un promedio de las variables climatológicas de temperatura y precipitación, obteniéndose la siguiente información:

Temperatura

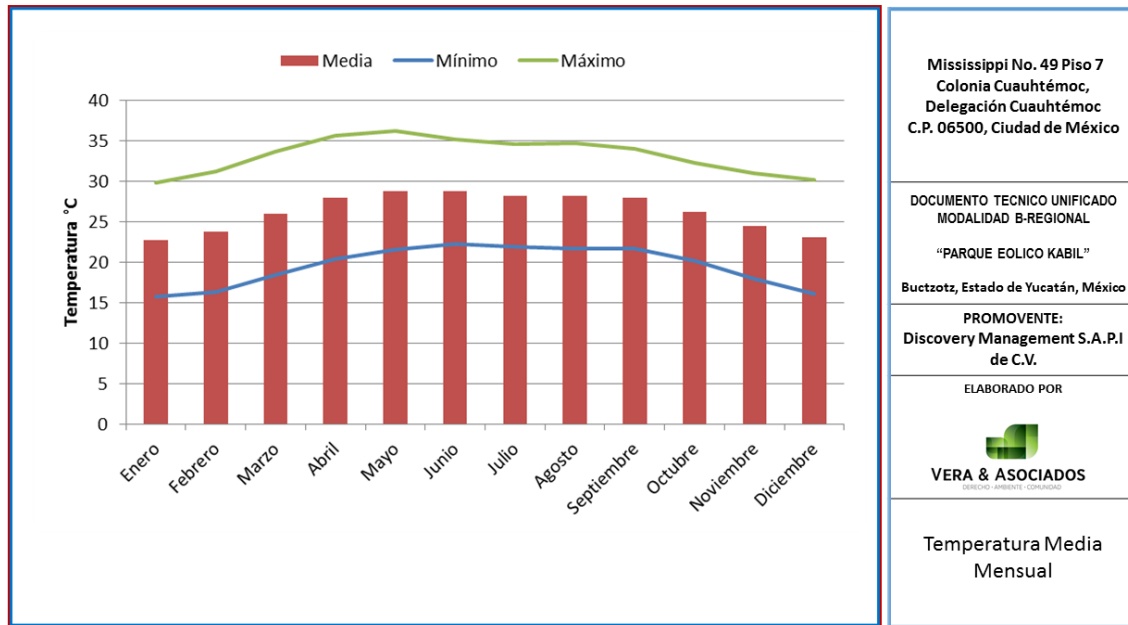
La temperatura media mensual registrada en la estación oscila entre los 26.3 °C, los meses más cálidos son Mayo, Junio, Julio y Agosto con una media de 28.5 ° C y los meses más fríos son diciembre, enero y febrero con 23.1° C, 22.7° C y 23.7° C, tal como se puede observar en la figura IV.3, donde se aprecia el comportamiento de la temperatura media mensual en las estaciones meteorológicas mencionadas.

Tabla IV.2. Temperatura media mensual registrada en las normales climatológicas

Temperaturas Normales mensuales °C													
Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
Media	22.7	23.7	26	28	28.8	28.7	28.2	28.2	27.9	26.2	24.5	23.1	26.3
Máxima	29.8	31.2	33.6	35.6	36.2	35.1	34.6	34.7	34	32.2	31	30.1	33.2
Mínima	15.7	16.3	18.4	20.4	21.5	22.2	21.9	21.7	21.7	20.2	17.9	16.1	19.5

Fuente: CONAGUA Registro Mensual de Temperatura Media en °C

Figura IV.3. Comportamiento de la temperatura media mensual registrada en las normales climatológicas



Mississippi No. 49 Piso 7
Colonia Cuauhtémoc,
Delegación Cuauhtémoc
C.P. 06500, Ciudad de México

DOCUMENTO TECNICO UNIFICADO
MODALIDAD B-REGIONAL
"PARQUE EOLICO KABIL"
Buctzotz, Estado de Yucatán, México

PROMOVENTE:
Discovery Management S.A.P.I
de C.V.

ELABORADO POR

VERA & ASOCIADOS
DERECHO • AMBIENTE • COMUNIDAD

Temperatura Media
Mensual

Precipitación

La precipitación del mes más lluvioso registrada en la estación acontece en Septiembre con una media de 208.6 mm y la precipitación del mes más seco ocurre en Marzo con una media de 26.3 mm, tal como se puede observar en la siguiente figura, donde se aprecia el comportamiento de la precipitación en las estaciones meteorológicas mencionadas.

Tabla IV. 3. Precipitación promedio mensual y anual de las estaciones analizadas.

Precipitación Normal y Máxima (mm)													
Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Normal	44.2	38	26.3	27.9	84.9	162.8	177.2	176.1	208.6	129.8	48.6	43.2	1167.6
Máxima Mensual	170	138	138.4	118.7	351.3	349.9	515.2	391	692	366.2	253	155.3	303.3
Máxima Diaria	82	55	90.2	62	130.5	123.5	98.3	84.7	168	182.2	100.2	97.2	106.2

Fuente: CONAGUA Registro Mensual de Precipitación Media en mm

Figura IV. 4. Precipitación normal promedio de la estación meteorológica

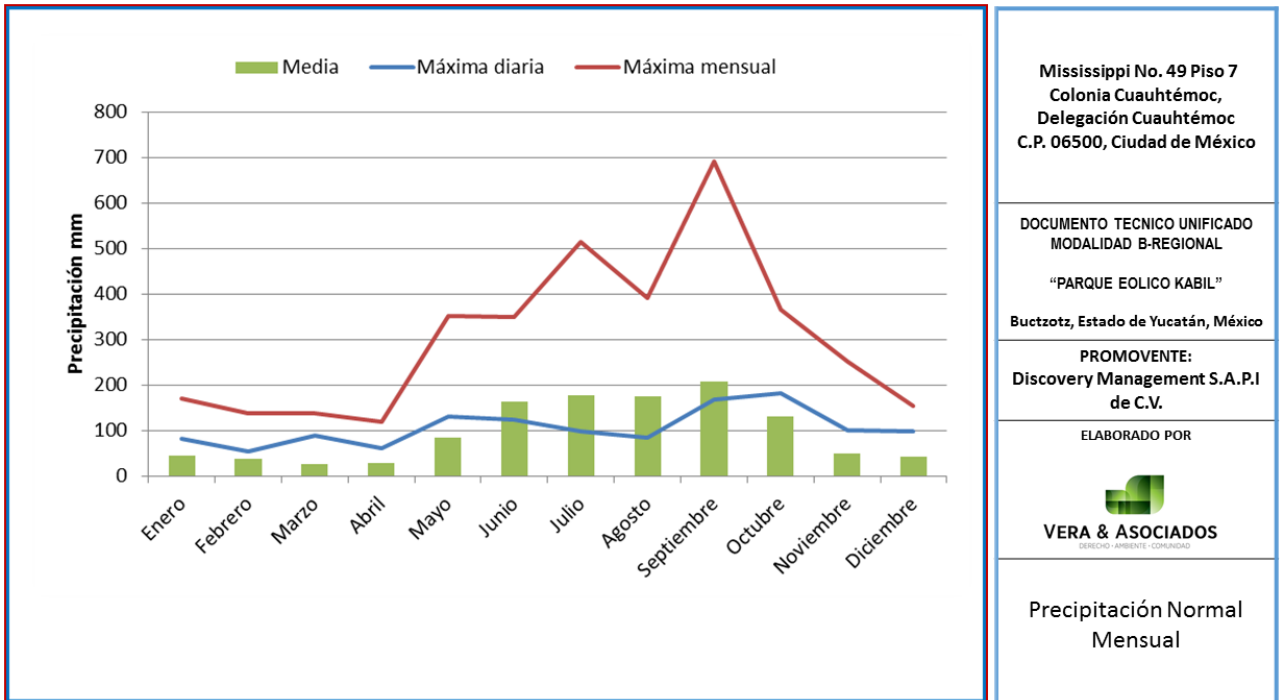
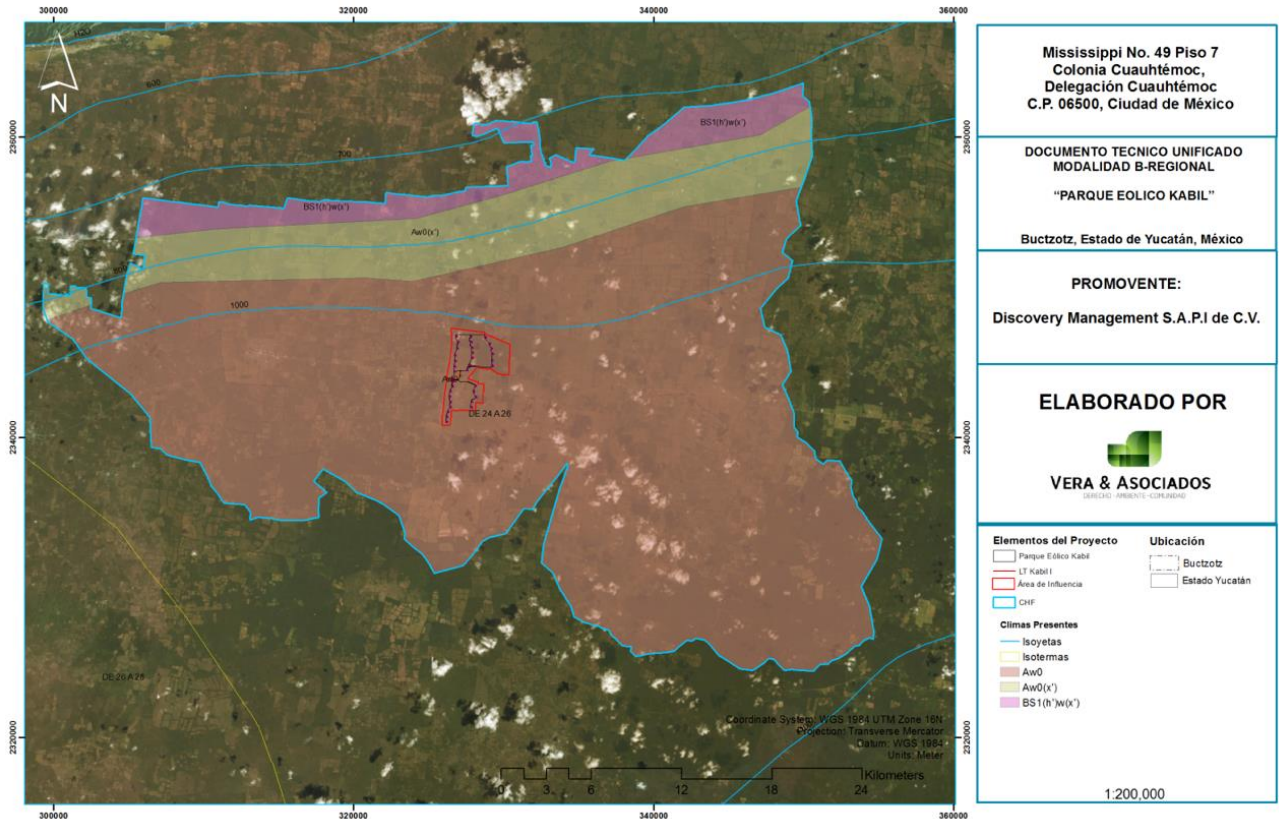


Figura IV. 5. Isoyetas e Isotermas en el área de estudio



Periodo de Sequía (Diagrama Ombrotérmico)

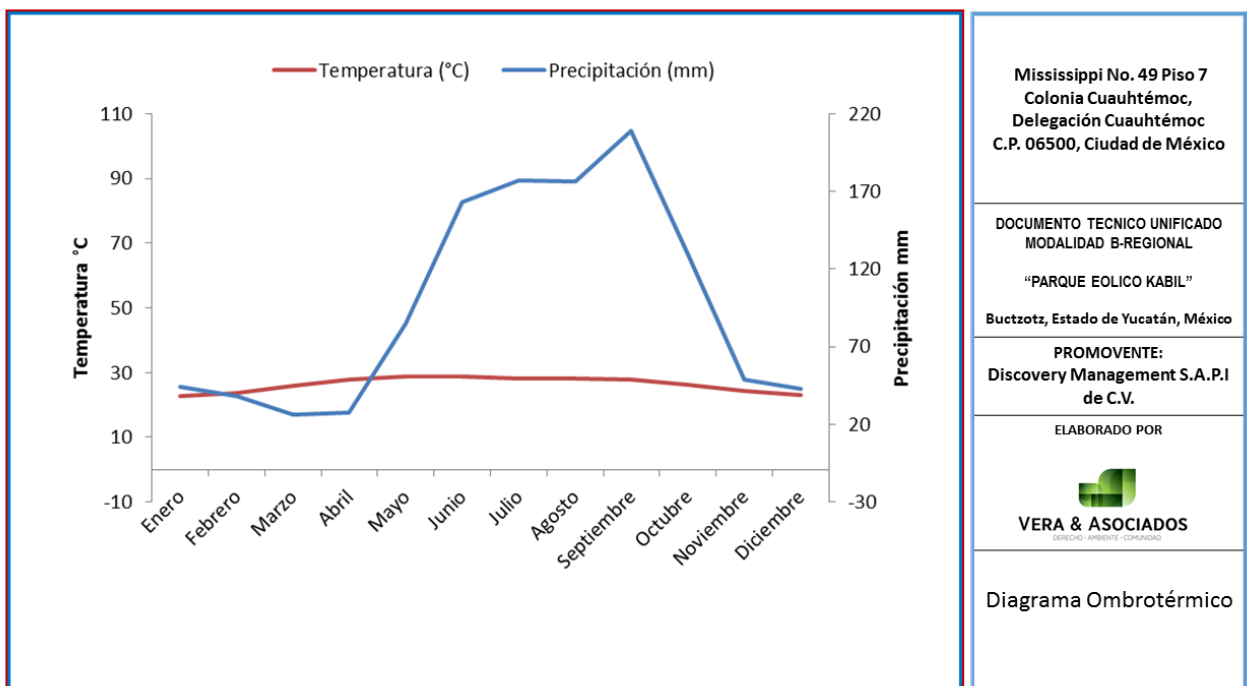
El diagrama ombrotérmico permite identificar el período seco en el cual la precipitación es inferior a dos veces la temperatura media, si la curva de precipitaciones está por debajo de la curva de temperatura, el área comprendida entre las dos curvas nos indicará la duración e intensidad del período de sequía.

A continuación, la Figura IV.6 presenta dicho diagrama dentro del área de estudio para el período comprendido del 1951-2010.

Tabla IV.4. Datos de Temperatura y Precipitación media mensual.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Precipitación (mm)	44.2	38	26.3	27.9	84.9	162.8	177.2	176.1	208.6	129.8	48.6	43.2
Temperatura (°C)	22.7	23.7	26	28	28.8	28.7	28.2	28.2	27.9	26.2	24.5	23.1

Figura IV.6. Diagrama Ombrotérmico



Vientos

De acuerdo a los registros obtenidos de la estación meteorológica del aeropuerto de ChichenItzá, la velocidad promedio es de 17 km/hr. En la siguiente tabla se desglosan los datos mensuales.

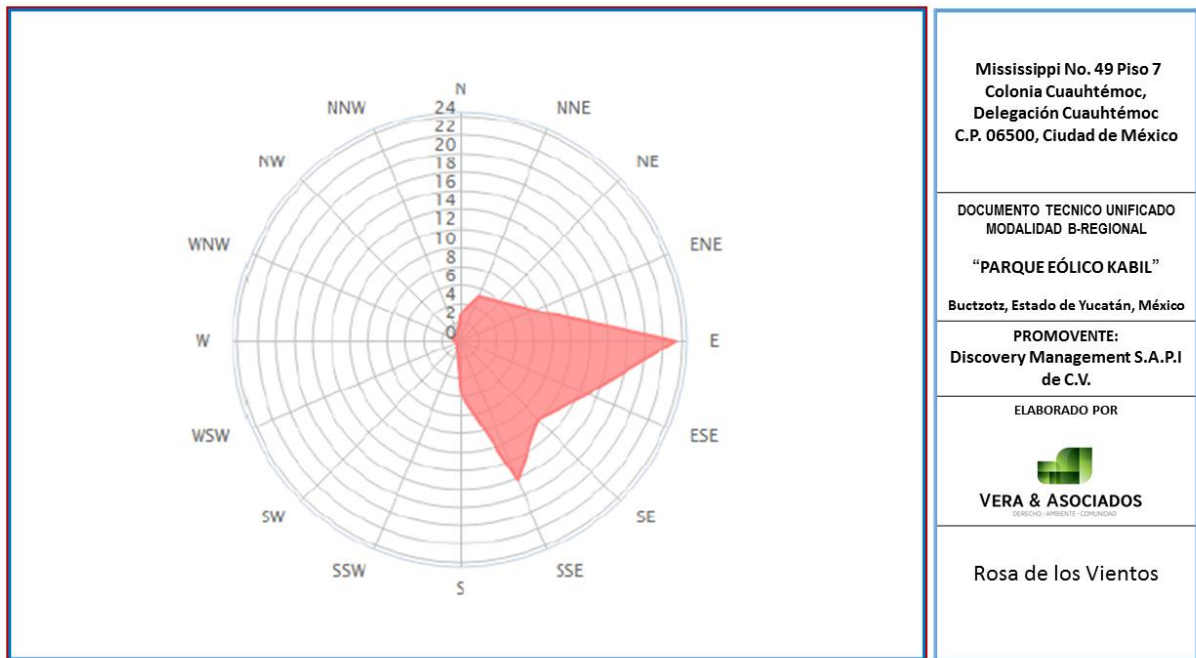
Tabla IV.5. Estadísticas de la dirección y velocidad del viento de la estación Chicen-Itzá

Concepto	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Velocidad del viento promedio en (km/h)	17	19	19	19	19	17	15	17	17	17	17	17

Dirección	90	157	157	157	90	90	90	90	90	90	90	157
-----------	----	-----	-----	-----	----	----	----	----	----	----	----	-----

En la siguiente figura se muestra la rosa de viento promedio que se realizó a partir de los datos de registro de la estación meteorológica del aeropuerto de Chichen Itzá.

Figura IV.7. Rosa de los vientos del Aeropuerto de Chichen Itzá



Riesgos, peligros y/o vulnerabilidad ante fenómenos de origen Hidrometeorológico

Sequías

Con respecto a los fenómenos climatológicos, que se refiere a eventos extremos en el SAR donde se ubica el proyecto, están las relacionadas con grandes periodos de sequía, ondas de calor y heladas, esto porque se ubican en zonas de climas extremos, con temperaturas muy bajas en invierno y muy altas en verano. En el año 2011, diecinueve de las 32 entidades federativas del país reportaron lluvia promedio anual por debajo de lo normal con respecto al periodo histórico de 1941-2011; de las cuales sobresalieron Baja California Sur, Durango, Coahuila, Aguascalientes, Zacatecas, Chihuahua, Nuevo León, Guanajuato y Querétaro, en donde llovió por lo menos 30% menos que el promedio de los últimos 70 años (CENAPRED 2013). Por lo que es importante hacer referencia a estos fenómenos.

Las sequías son periodos de tiempo anormalmente secos, donde las precipitaciones son menores a las que en promedio se presentan en una zona determinada y con suficiente duración para que la carencia del agua ocasione un desequilibrio hidrológico como: daños a los cultivos, disminución en el aprovisionamiento de agua, etc. Una sequía se caracteriza por su magnitud o déficit, duración y distribución espacial y puede considerarse como la falta de agua suficiente para la demanda de la sociedad. La sequía difiere de otros fenómenos meteorológicos en aspectos temporales, ya que su inicio y final son a menudo algo inciertos con respecto al tiempo, y su duración puede ser nuevamente prolongada. El término "inicio de la sequía" depende mucho de la definición utilizada, como causa de la falta de lluvia, por su escasez en el suelo y por sus efectos en la población.

Retomando el tema de las sequías, existe una clasificación del CENAPRED que las divide en tres tipos:

- Sequía Meteorológica: Se presenta en un período de tiempo cuando la lluvia registrada es menor al promedio.
- Sequía Hidrológica: Se presenta en un período de tiempo cuando los escurrimientos tanto superficiales como subterráneos están por debajo del promedio.
- Sequía Agrícola: Se presenta en un periodo de tiempo cuando la humedad contenida en el suelo es insuficiente para producir una cosecha.

Adicional a lo anterior, existe otra clasificación de la intensidad de la sequía de acuerdo al Monitor de Sequía de América del Norte (NADM):

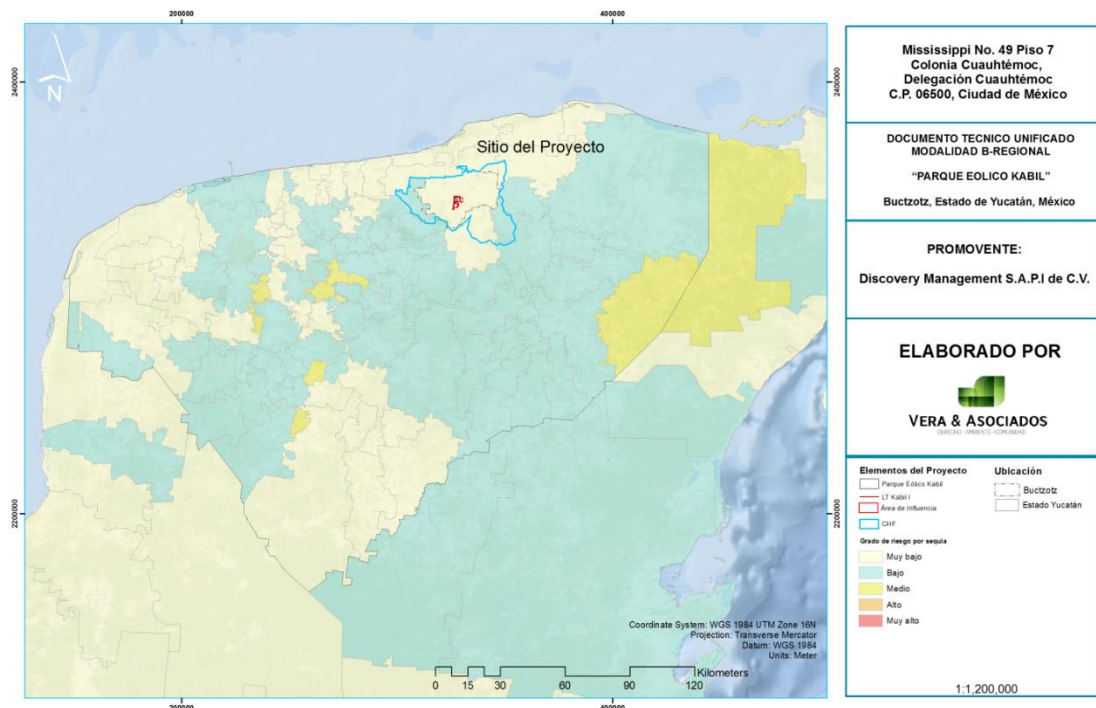
- Anormalmente seco (D0): Se trata de una condición de sequedad, no es una categoría de sequía. Se presenta al inicio o al final de un período de sequía. Al inicio de un período de sequía: debido a la sequedad de corto plazo puede ocasionar el retraso de la siembra de los cultivos anuales, un limitado crecimiento de los cultivos o pastos y existe el riesgo de incendios. Al final del período de sequía: puede persistir déficit de agua, los pastos o cultivos pueden no recuperarse completamente.
- Sequía Moderada (D1): Se presentan algunos daños en los cultivos y pastos; existe un alto riesgo de incendios, bajos niveles en ríos, arroyos, embalses, abrevaderos y pozos, se sugiere restricción voluntaria en el uso de agua.

- Sequía Severa (D2): Probables pérdidas en cultivos o pastos, alto riesgos de incendios, es común la escasez de agua, se deben imponer restricciones en el uso del agua.
- Sequía Extrema (D3): Pérdidas mayores en cultivos y pastos, el riesgo de incendios forestales es extremo, se generalizan las restricciones en el uso del agua debido a su escasez.
- Sequía Excepcional (D4): Pérdidas excepcionales y generalizadas de cultivos o pastos, riesgo excepcional de incendios, escasez del total de agua en embalses, arroyos y pozos, es probable una situación de emergencia debido a la ausencia de agua.

El fenómeno de la sequía ha sido analizado de tal manera que se ha hecho una evaluación para cada uno de los municipios del país, tomando en cuenta el déficit de lluvia y la duración de la misma.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, el grado de riesgo por sequía para la zona de estudio es Muy bajo.

Figura IV.8. Riesgos de sequía presente en el sar y AP.

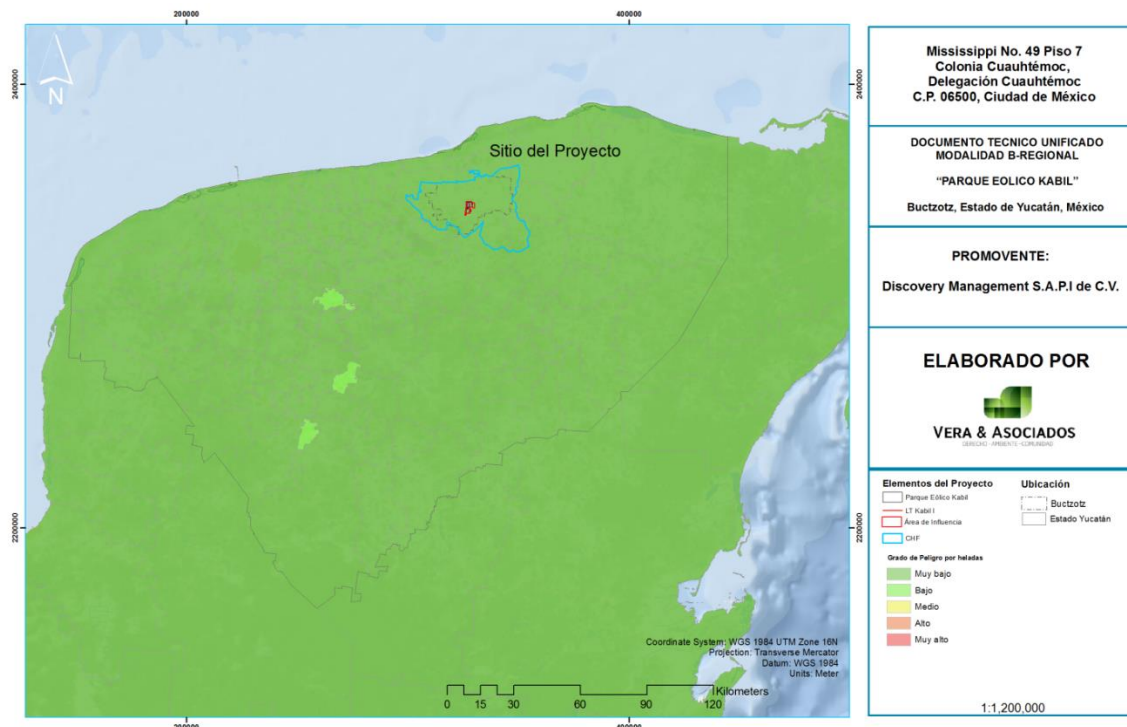


Heladas

Las heladas son producidas por masas de aire polar con muy poco contenido de humedad, cuando el aire alcanza temperaturas inferiores a los cero grados centígrados, cuando es más baja, más intensa, resulta la helada; cuando éstas ocurren, dejan sentir secuelas de efectos negativos como son: daños importantes que provocan la total o parcial pérdida de las cosechas, daños a la ganadería, causando también daños y en ocasiones la muerte a personas de escasos recursos económicos y en las poblaciones urbanas la ruptura de tuberías de conducción de agua al congelarse y cuando no se toman las precauciones, revienta los motores de los vehículos.

Con respecto la incidencia de nevadas, para el SAR se considera dentro de la categoría de grado Muy Bajo, mientras que el área del proyecto se ubica en la categoría de grado Muy Bajo. En la siguiente figura se muestra el grado de riesgo por nevadas en las áreas de estudio la cual fue tomada del mapa de Riesgo de nevadas por municipio de la República Mexicana (CENAPRED, 2012).

Figura IV.9. Grado de riesgo por heladas presente en el SAR y AP.



Tormentas de Granizo

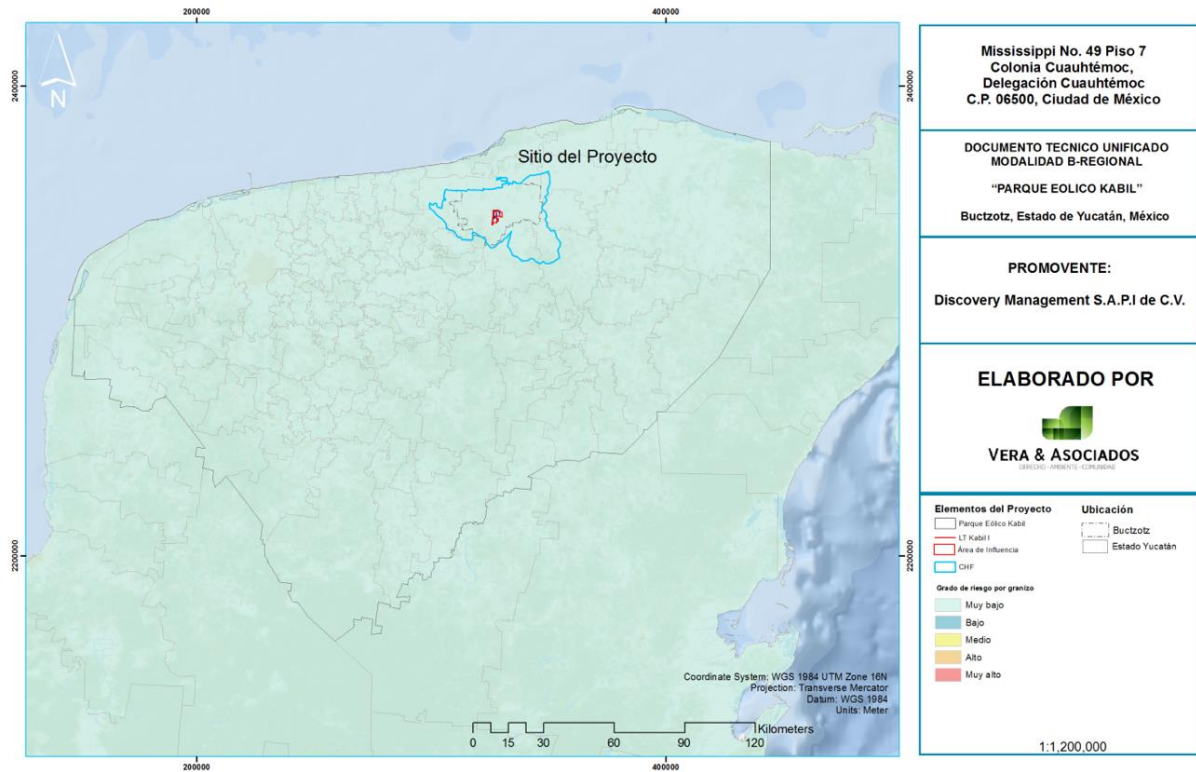
El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se forma en las tormentas severas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes tipo cumulonimbus son arrastradas por corrientes ascendentes de aire.

El granizo se forma durante las tormentas eléctricas, cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbo son arrastrados verticalmente por corrientes de aire turbulento características de las tormentas. Las piedras de granizo crecen por las colisiones sucesivas de estas partículas de agua muy enfriada, esto es, de agua que está a una temperatura menor que la de su punto de solidificación, pero que permanece en estado líquido. Esta agua queda suspendida en la nube por la que viaja. Cuando las partículas de granizo se hacen demasiado pesadas para ser sostenidas por las corrientes de aire, caen hacia el suelo. Las piedras de granizo tienen diámetros que varían entre 2 mm y 13 cm, y las mayores pueden ser muy destructivas. A veces, varias piedras pueden solidificarse juntas formando grandes masas informes y pesadas de hielo y nieve.

La magnitud de los daños que puede provocar la precipitación en forma de granizo depende de su cantidad y tamaño. En las zonas rurales, los granizos destruyen las siembras y plantíos; a veces causan la pérdida de animales de cría. En las regiones urbanas afectan a las viviendas, construcciones y áreas verdes. En ocasiones, el granizo se acumula en cantidad suficiente dentro del drenaje para obstruir el paso del agua y generar inundaciones durante algunas horas.

De acuerdo a información consultada en el CENAPRED referente a las tormentas de granizo en México, el área del proyecto está dentro de los municipios clasificados con muy bajo riesgo de sufrir tormentas de granizo.

Figura IV.10. Grado de riesgo por heladas presente en el SAR y AP.



Ciclones Tropicales

Los ciclones tropicales son uno de los fenómenos naturales que provocan mayores pérdidas económicas cada año, debido al incremento de los asentamientos humanos en zonas de riesgo y a la degradación ambiental producida al hombre.

Un ciclón tropical es una gran masa de aire cálido y húmedo con fuertes vientos que giran en forma de espiral alrededor de una zona de baja presión. Se originan en el hemisferio norte como en el sur, en la época en la que la temperatura del agua es mayor a 26°C.

El número y la intensidad de catástrofes naturales en los últimos años ha ido aumentando en la zona costera del Golfo de México de 1923 a 1999, se presentó un promedio de 13 huracanes. De acuerdo al Centro Nacional de Investigaciones Atmosféricas (NCAR, por sus siglas en inglés), el aumento en el

número de huracanes y tormentas tropicales durante los últimos 100 años es paralelo al de las temperaturas marinas (cerca de 1.6° en ese lapso), entre enero y abril, la variación de la temperatura del mar es menor que en el resto del año y su aumento es más notable en el mes de julio. Estas variaciones están relacionadas con eventos climatológicos y dan cuenta de su incidencia en el área de estudio. En efecto, la temporada de huracanes inicia el 1 de julio y termina el 30 de noviembre, y alcanza su punto culminante en agosto y septiembre.

En el estado de Yucatán se han presentado 107 eventos en 158 años partiendo del año 1852 al 2010. Donde de los 107 eventos los de mayor recurrencia en ese intervalo de tiempo han sido las tormentas tropicales con 47 eventos, depresiones tropicales con 20 eventos, huracán categoría 2 con 18 eventos, huracán categoría 1 con 12 eventos y con 2, 5 y 3 eventos los huracanes con categoría 3, 4 y 5 respectivamente. La formación de los ciclones tropicales se ha originado principalmente en 67 ocasiones en el Mar del Caribe y 24 en la parte central de Océano Atlántico Norte, el resto se ha distribuido en las cercanías del Estado. Los huracanes más dañinos fueron: Allen (1980), Gilberto y Opal (1988), Roxana (1995), Emily y Wilma (2005). Cabe señalar que los huracanes más destructivos que han azotado la región del Estado de Quintana Roo fueron Gilberto y Wilma, ambos de categoría 5, provocando severos daños ambientales y económicos al Estado. (CONAGUA, 2010; POEL, 2011).

Las tormentas tropicales alcanzan vientos de 117 km/h, mientras que los huracanes en su escala más baja alcanzan vientos de 119 km/h y hasta 250 km/h en su escala más fuerte. Acontinuacion se presenta una tabla con los huracanes que han pasado por la Península de Yucatán y han afectado directa o indirectamente al municipio de Buctzotz.

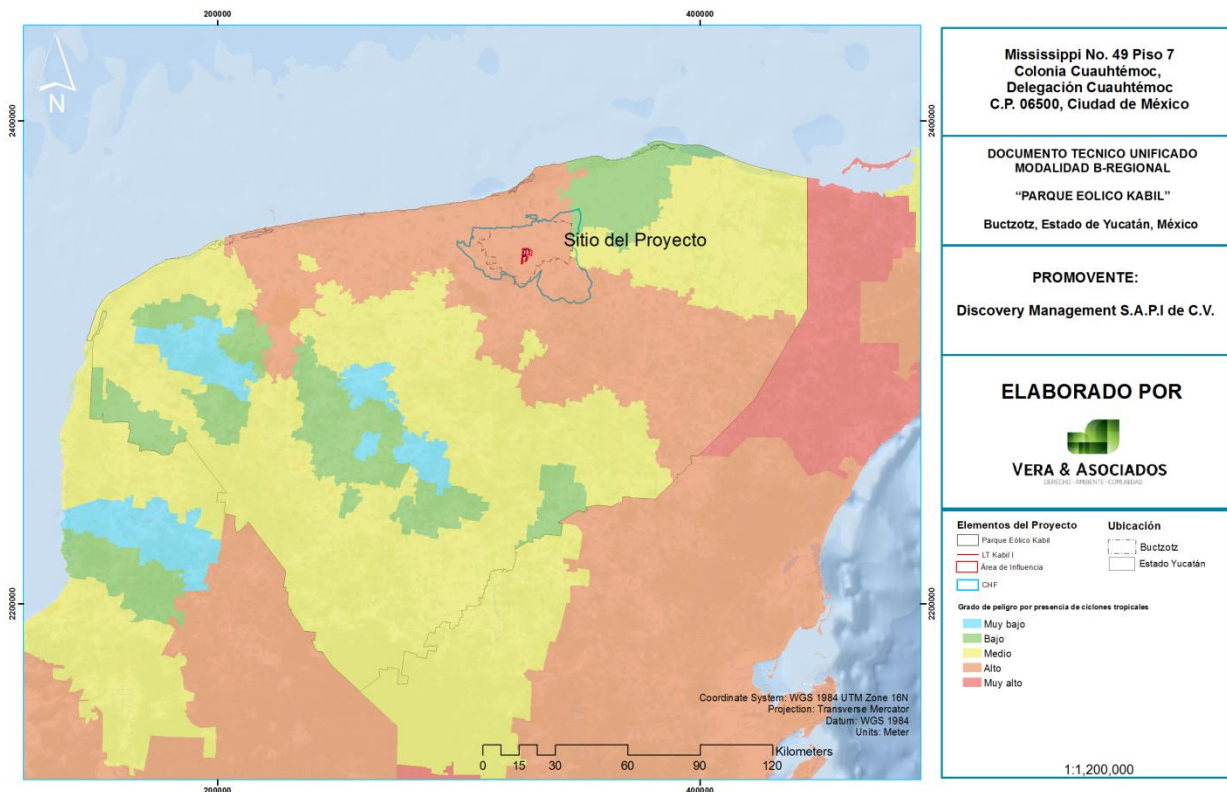
Tabla IV.6. Huracanes que han pasado por la Península de Yucatán y han afectado al municipio de Buctzotz

Huracán	Año	Intensidad en escala Saffir-Simpon
Janet	1955	5
Inés	1966	4
Beulah	1967	4

Florence	1967	3
Gilberto	1988	5
Isidoro	2002	3
Emily	2005	4
Dean	2007	4

De acuerdo al grado de peligro por presencia de ciclones tropicales, y a los datos de CENAPRED (2012) publicado en la página de CONABIO, para el SAR se considera que se encuentra en un grado de Bajo a Alto, mientras que al área del proyecto presente únicamente un grado Alto.

Figura IV.11. Grado de peligro por presencia de ciclones tropicales presente en el SAR y AP.



Inundaciones

Antes de describir las características de las inundaciones es importante mencionar que uno de los factores meteorológicos de mayor relevancia que condiciona las inundaciones en las costas de Yucatán, es el régimen pluviométrico de verano con influencia de ciclones tropicales, de manera que, en los meses de junio a noviembre, este peligro es más frecuente siendo septiembre el mes más activo (SEGOB, 1991). Ocasionalmente, también puede haber inundaciones por influencia de "Nortes".

Una inundación es el producto de flujo de una corriente que sobrepasa las condiciones normales alcanzando niveles extremos que no pueden ser contenidas por los cauces, dando origen a la invasión de agua en las zonas urbanas, tierras productivas y en general, en valles y sitios bajos; las inundaciones no son exclusivamente hidrológicas, ya que el fenómeno involucra la geomorfología del lugar, la infraestructura y la administración de los mismos recursos hidráulicos; por otro lado, la capacidad del cauce depende de factores geológicos y topográficos del área en cuestión. Todos estos factores pueden además ser sustancialmente influidos por la mano del hombre.

La magnitud de la inundación provocada por estos fenómenos, dependen de la intensidad de la lluvia, su distribución en el tiempo y espacio, en el tamaño de la cuenca, características del drenaje, la infraestructura hidráulica y el volumen de escurrimiento que se genere; todo ello, dará origen a inundaciones de corta a larga duración. En conclusión, se entiende por inundación: aquel evento que debido a la precipitación, oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay y, generalmente, daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura.

A continuación describiremos la clasificación de las inundaciones que se maneja en el presente documento:

Las inundaciones pluviales suceden cuando el agua de lluvia satura la capacidad del terreno para drenarla, acumulándose por horas o días sobre éste; es aquella que se produce por la acumulación de lluvia, nieve o granizo en áreas de topografía plana, que normalmente se encuentran secas, pero que

han llegado a su máximo grado de infiltración y que poseen insuficientes sistemas de drenaje natural o artificial.

Las inundaciones fluviales se generan cuando el agua que se desborda de ríos queda sobre la superficie de terreno cercano a ellos. Es aquella que se produce por el desbordamiento de las aguas del cauce normal del río, cuya capacidad ha sido excedida, las que invaden sus planicies aledañas, normalmente libres de agua.

Haciendo referencia a las inundaciones costeras la marea de tormenta que se desarrolla durante ciclones puede afectar zonas costeras, sobreelevando el nivel del mar hasta que éste penetra tierra adentro, cubriendo en ocasiones grandes extensiones. Básicamente ocurre con el desbordamiento del mar sobre la costa más arriba de la cota de marea alta. Se presenta en dos formas: a) por la aceleración elevada del nivel del mar como si se tratara de una marea rápida, aunque obedeciendo a causas diferentes a la atracción lunar que normalmente produce este fenómeno; y b) un oleaje que cabalga sobre la superficie de la elevación marítima y cuya altura va creciendo conforme se reduce el fondo marino.

La inundación lacustre se genera con el desbordamiento extraordinario de las masas de agua continentales o cuerpos lacustres en sus zonas adyacentes. En ocasiones el hombre se establece en las áreas dejadas al descubierto por la masa de agua al descender su nivel, siendo seriamente afectado cuando el cuerpo lacustre recupera sus niveles originales y cubre nuevamente dichas áreas.

De acuerdo a los datos de CENAPRED, 2007 publicado en la página de CONABIO, el grado de riesgo por inundaciones en el SAR y Área del Proyecto presenta un nivel medio.

Calidad del aire

No existen datos sobre la calidad del aire de la región, sin embargo se puede suponer que no existen problemas de contaminación atmosférica, debido a que las fuentes de emisión son prácticamente nulas, ya que no existen desarrollos industriales que puedan generar contaminantes; la ausencia de barreras físicas (macizos o cadenas montañosas) que dificulten su dispersión; y a que los vientos que soplan todo el año no permiten la acumulación de contaminantes.

Los incendios forestales son las principales fuentes de emisión de contaminantes. La temporada de incendios, fuertemente vinculada con la de sequía, se establece a partir de enero, llegando a su máximo en abril y mayo. En los años con lluvias abundantes el riesgo de incendios antropogénicos se ve disminuido, pero aumenta el generado por descargas eléctricas.

Emisión de gases de efecto invernadero

Las emisiones totales de bióxido de carbono (CO₂) en el Estado de Yucatán, estimadas para las cinco categorías, son de 7,738.66 Gg; mientras que las emisiones de gas metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), son 57.83 Gg y 3.28 Gg respectivamente, que hacen un total del 10,130.19 Gg de CO₂ equivalente. Las estimaciones de las emisiones de los otros gases contaminantes de la atmósfera arrojaron que se emite 182.94 Gg de monóxido de carbono (CO), 53.20 Gg de compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (COVDM), 34.26 Gg de óxidos de nitrógeno (NO_x) y 11.15 Gg de óxido de azufre (SO₂). (SEDUMA, 2013).

El sector que mayores emisiones de CO₂ equivalente aporta al estado, para el año 2005, es Energía con un porcentaje de 59.29%, seguido por Agricultura, Uso del suelo, Cambio del uso de suelo y silvicultura (USCUSS), Procesos Industriales y Desechos contribuyendo con el 18.21%, 13.43%, 5.81% y 3.26% respectivamente. (SEDUMA, 2013).

Tabla IV.7. Emisiones estimadas de gases de efecto invernadero del Estado de Yucatán

Sector o Categoría	Emisiones			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ Equivalente
Energía	5,976.54	0.65	0.05	6,006.28
Procesos Industriales	427.6	-	-	588.73
Agricultura	-	41.86	3.12	1,844.80
Uso de Suelo, Cambio del uso de suelo, Silvicultura	1,334.30	1.08	0.01	1,360.08
Desechos	0.22	14.24	0.1	330.3
Totales	7,738.66	57.83	3.28	10,130.19

Fuente: SEDUMA, et al. 2013. Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero, 2005

Las emisiones de gases de efecto invernadero que se contabilizan en el sector energía incluyen las emisiones de bióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) y gases indirectos de efecto invernadero, también llamados precursores de ozono, tales como monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano (COVDM) y bióxido de azufre (SO₂). Estas emisiones provienen, en su mayoría, de la quema de combustibles fósiles en fuentes fijas de combustión y fuentes móviles de combustión. (SEDUMA, 2013).

Para el Estado de Yucatán, el sector Energía estimó una emisión de 6,006.28 Gg de CO₂ equivalente derivado de fuentes de combustión en el año 2005. Por otra parte, la subcategoría Industrias de la Energía es la que más contribuye en las emisiones de GEI, generando el 57.57% del total antes mencionado, seguida del Transporte con el 35.90% y la Industria Manufacturera con el 6.46%, mientras que la contribución de la subcategoría de Servicios es casi nula con un 0.07%. (SEDUMA, 2013).

En cuanto a las emisiones de los gases indirectos de efecto invernadero, la subcategoría Transporte es la que mayores emisiones genera durante sus procesos de combustión, aportando un 59.37% de NO_x, 99.26% de CO, 98.84% de COVDM y 7.6% de SO₂. Sin embargo, respecto a las emisiones de SO₂, la subcategoría Industrias de la Energía es la que más emisiones genera, con 9.57 Gg que equivale al 87.46% de SO₂ del total de estimaciones del Estado. (SEDUMA, 2013).

Actualmente las actividades energéticas tienen una importante contribución a las emisiones de GEI, por ejemplo, en Yucatán la totalidad de la electricidad generada utiliza tecnología de consumo de combustibles, que al ser quemados generan los GEI, por lo que es adecuado enfocarnos en tecnologías donde se dependa cada vez menos de este tipo de combustibles y utilizar fuentes de energía alternas. (SEDUMA, 2013).

No existen datos sobre las emisiones que se registran en el SAR, pero actúa como sumidero, debido a que parte de la superficie cobertura vegetal, constituida por la selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria arbórea.

Geología y Geomorfología

En el estado de Yucatán la roca sedimentaria cubre 95.8% (37,863.992 km²) de su territorio. La roca sedimentaria del Periodo Terciario abarca 82.6% (32,646.82 km²), se localiza en todo el estado excepto en su parte norte; donde aflora la roca sedimentaria del Cuaternario con 13.2% (5,217.16 km²) y paralelamente a la línea de costa, se ubica el suelo. Toda la superficie estatal queda comprendida en la Era del Cenozoico con una edad aproximada de 63 millones de años.

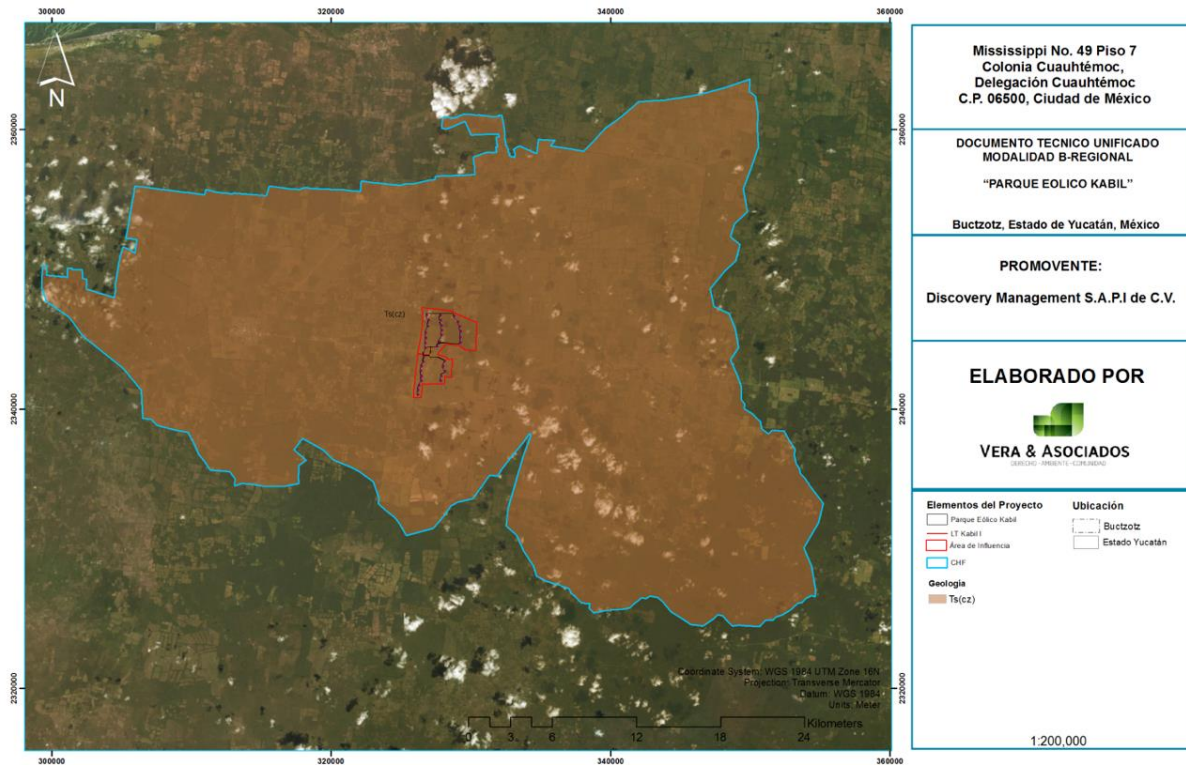
El sustrato geológico es el resultado de complejos procesos ocurridos en diferentes épocas geológicas; el SAR se caracteriza por la presencia de rocas sedimentarias de tipo caliza, aunque la mayor superficie se encuentra ocupada por suelo. En la tabla siguiente se presentan las superficies que ocupan cada una de las unidades geológicas, así como del tipo de roca, era, sistema y serie al que pertenecen.

Tabla IV.8. Geología presente en el SAR

CLAVE	CLASE	TIPO	ERA	SISTEMA	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)
Ts(cz)	Sedimentaria	Caliza	Cenozoico	Neógeno	122,859.15	100

Las rocas sedimentarias se constituyen principalmente de partículas derivadas de la desintegración de rocas preexistentes que fueron transportadas por el agua, el viento o el hielo a los lugares donde se depositan. Los depósitos así formados se endurecen originando las rocas sedimentarias (del latín, *sedimetum*, "materia que se asienta"). La roca sedimentaria de tipo caliza es una roca formada principalmente de calcita (CaCO₃) depositada, bien por procesos orgánicos, o por procesos inorgánicos. En la siguiente figura se puede apreciar la distribución de estas clases geológicas, donde se puede observar que el área del proyecto corresponde a la superficie ocupada por suelo.

Figura IV.12. Geología identificada en el SAR.

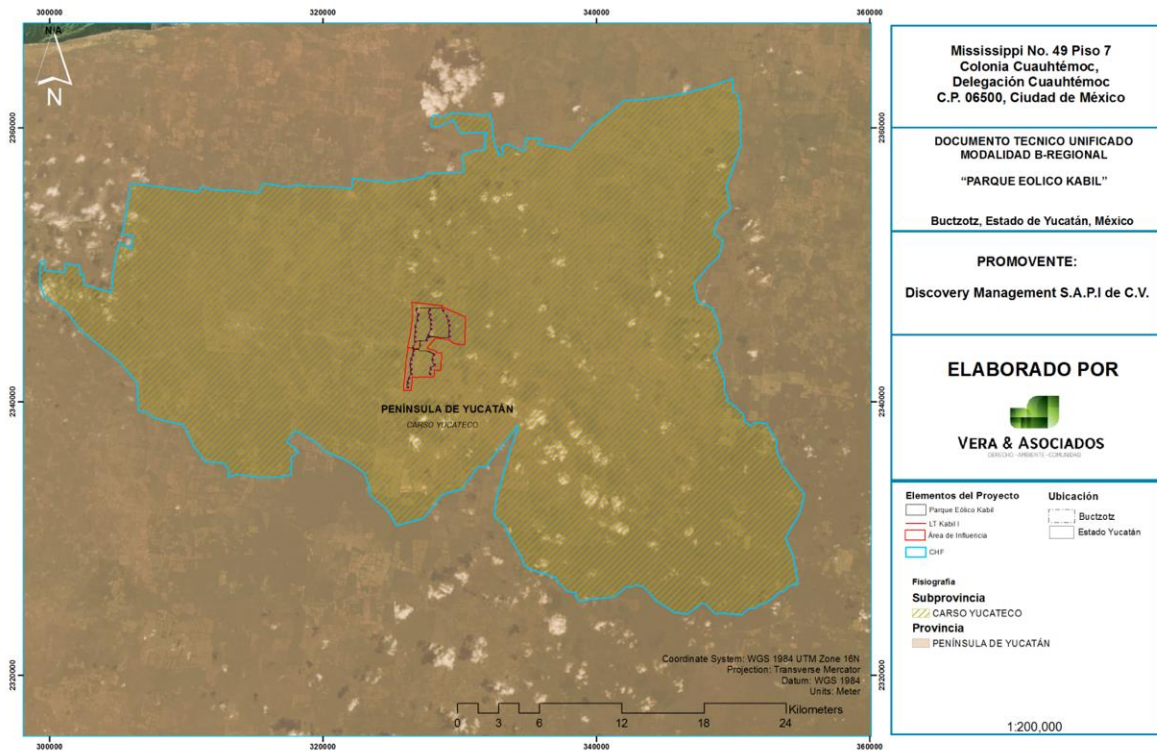


Características geomorfológicas

El SAR y el Área del Proyecto, se encuentra principalmente en la Provincia Fisiográfica Península de Yucatán, y en la subprovincia fisiográfica No.62 Carso Yucateco. La provincia fisiográfica Península de Yucatán se caracteriza por que el terreno es predominantemente plano, su altitud promedio es menor a 50 m sobre el nivel del mar y sólo en el centro-sur pueden encontrarse elevaciones hasta de 350 metros. Es una gran plataforma parcialmente emergida, constituida por rocas carbonatadas y evaporíticas del mesozoico tardío y Cenozoico. La Subprovincia fisiográfica Carso Yucateco, está formada en una losa calcárea cuya topografía se caracteriza por la presencia de carsticidad, ligera pendiente descendente hacia el Oriente y hacia el Norte hasta el nivel del mar; con un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones; con elevaciones máximas de 22 m en su parte Suroeste. Dada la solubilidad de las rocas, son frecuentes las dolinas y depresiones en donde se acumulan arcillas de descalcificación. En

términos generales muestra una superficie rocosa con ligeras ondulaciones y carece en casi toda su extensión de un sistema de drenaje superficial.

Figura IV.13. Fisiografía presente en el SAR



En el SAR se pueden observar básicamente dos tipos de topofomas:

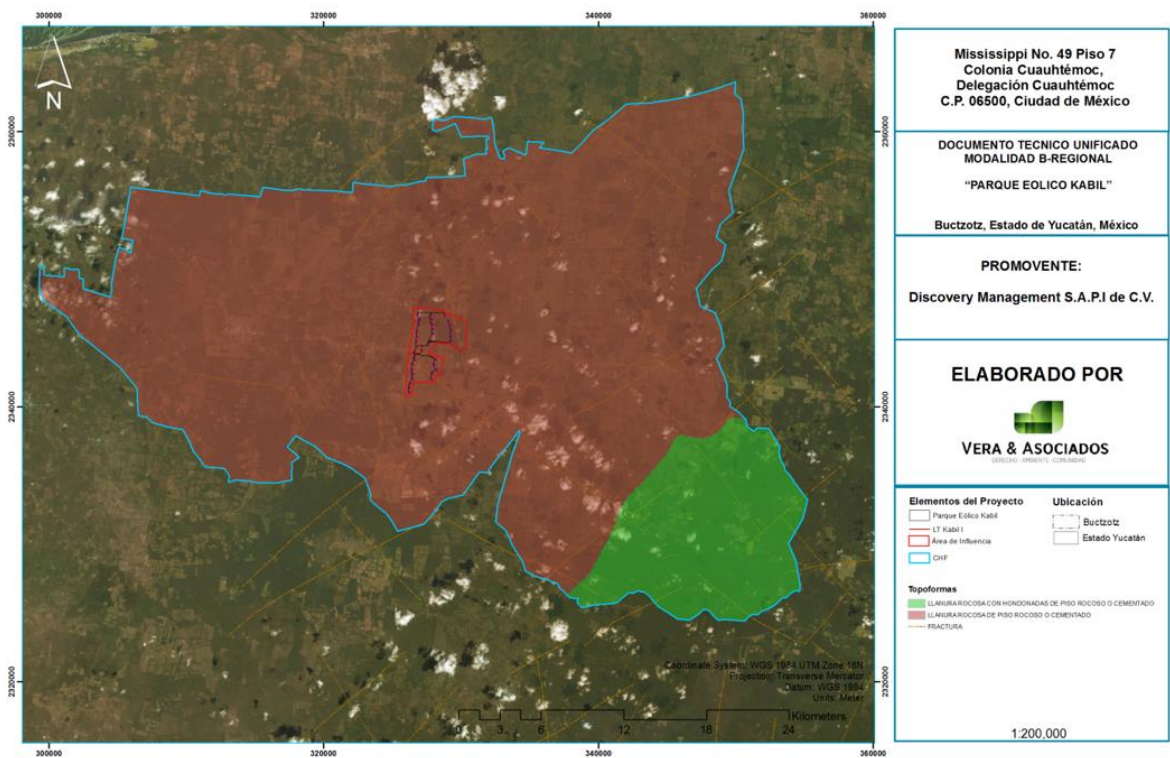
Tabla IV.9. Topofomas presentes en el SAR.

CLASE	DESCRIPCIÓN	ÁREA (Ha)	SUPERFICIE (%)
Llanura	Llanura rocosa de piso rocoso o cementado	106581.125	86.75
Llanua	Llanura rocosa con hondonadas de piso rocoso o cementado	16278.0254	13.25
Total		122,859.15	100

Una falla es la ruptura de la corteza en donde sí ha habido desplazamiento entre los bloques y pueden ser: falla normal, inversa, lateral inversa y rotacional. La falla normal, también llamada directa o de

gravedad, se caracteriza porque el plano de falla buza hacia el lado hundido. Se genera como respuesta esfuerzos distensivos. La superficie a lo largo de la cual se produce el movimiento es la superficie o plano de falla. En el caso de la fractura aunque se presenta la ruptura en la corteza no se registran desplazamientos. En el SAR no se registran fallas, únicamente fracturas como se puede observar en la siguiente figura.

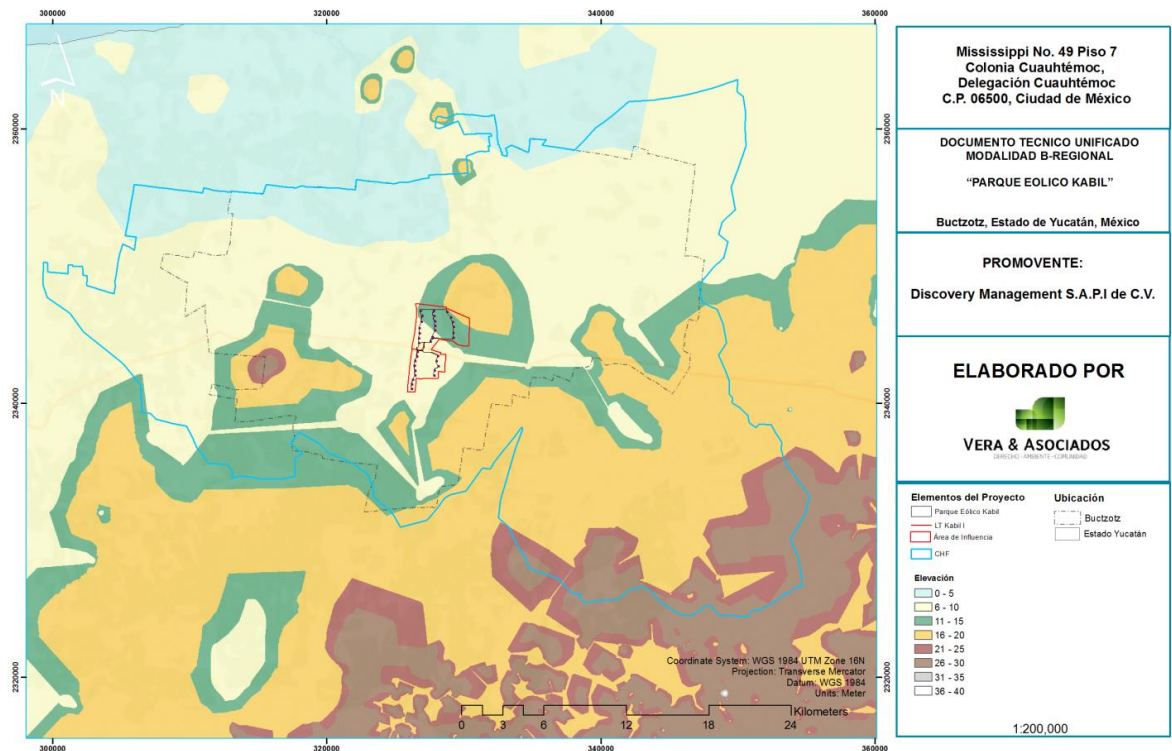
Figura IV.14. Topoformas presentes en el SAR



Características del relieve

De acuerdo al modelo digital de elevación de INEGI de 15 metros, el SAR se registran altitudes que van de 0 a 40 msnm, las cotas más elevadas que van del rango de 21 a 30 msnm se localizan al sureste del SAR delimitado. En el Área del Proyecto se localizan predominantemente en el rango de 6 a 20 ms.n.m..

Figura IV.15. Altitud del SAR en msnm

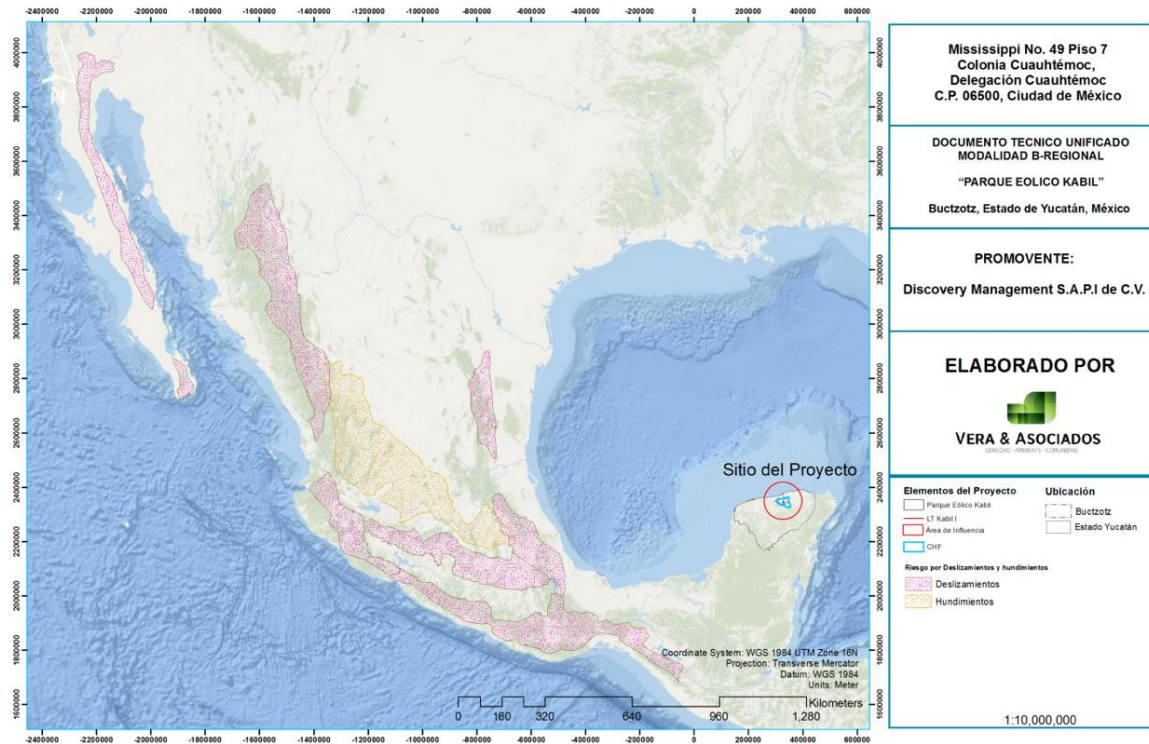


Susceptibilidad de la zona a derrumbes, deslizamientos, flujos y movimientos

Según la información de CENAPRED, 2012 publicado por la CONABIO en el mapa de las regiones potenciales de deslizamiento de laderas en México, se identifican ocho zonas potenciales de derrumbes, deslizamientos, flujos y movimientos, sin embargo, el SAR y el AP no pertenecen a ninguna región potencial de deslizamiento de laderas.

El CENAPRED también cuenta con la ubicación de laderas susceptibles de deslizamiento en México, estos se observan como los puntos susceptibles de derrumbes, deslizamientos, flujos y movimientos de material, estos puntos se localizan principalmente en los estados de Guanajuato y Oaxaca, por lo que el SAR y el Área del Proyecto quedan fuera de estos sitios.

Figura IV.16. Regiones potenciales de deslizamiento y hundimientos de laderas en el SAR y AP.



Regionalización sísmica

Empleando los registros históricos de grandes sismos en México, los catálogos de sismicidad y datos de aceleración del terreno como consecuencia de sismos de gran magnitud, se ha definido la Regionalización Sísmica de México (Figura IV. 17), y en la que se diferenciaron cuatro zonas.

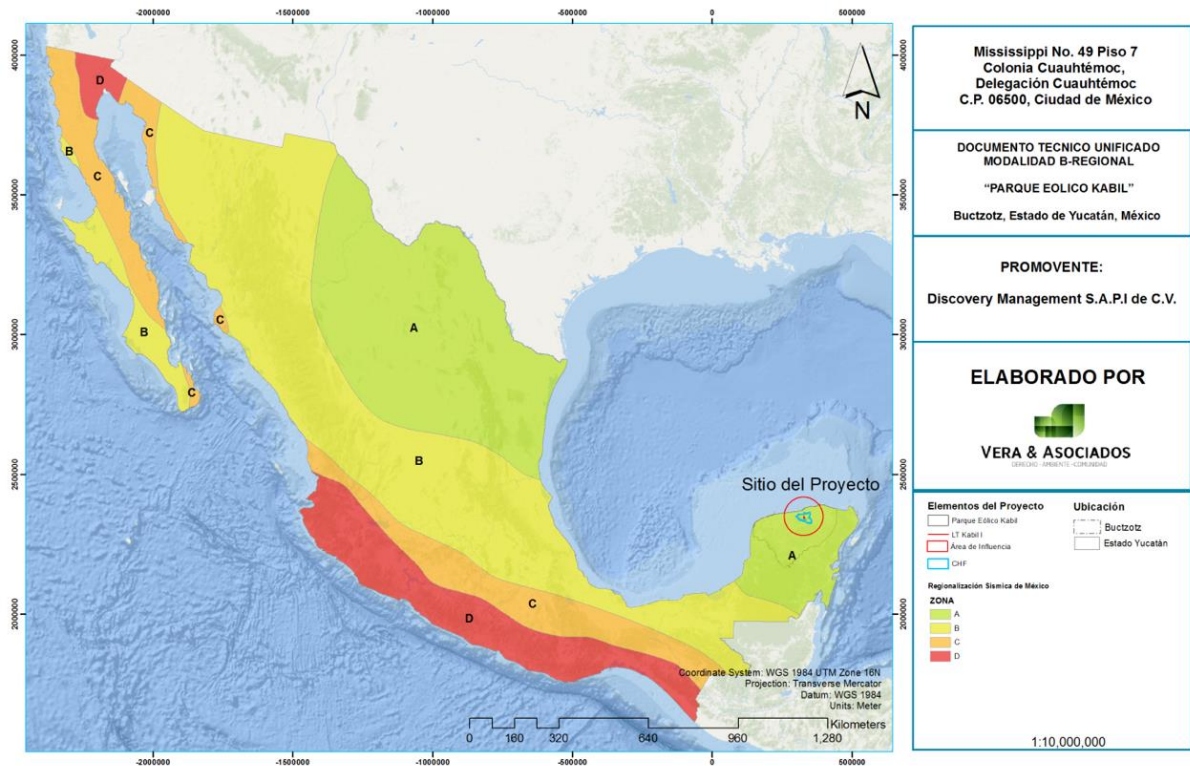
Zona A. No presenta registros históricos por lo que no se han reportado sismos de magnitud considerable en los últimos 80 años. Aceleración menor al 10%.

Zonas B y C. Intermedias a la A y D, presentan sismicidad de menor frecuencia o bien, sujeta a aceleraciones del terreno que no rebasan el 70% de gravedad.

Zona D. Ha registrado con frecuencia grandes temblores y las aceleraciones del terreno que se esperan pueden ser superiores al 70% de gravedad.

El SAR se encuentra ubicada en la zona A, donde no se tienen registros de sismos en los últimos 80 años (Figuras IV.17 y 18).

Figura IV. 17. Regionalización sísmica de México



La intensidad de un sismo en un lugar determinado, se evalúa mediante la Escala Modificada de Mercalli y se asigna en función de los efectos causados en el hombre, en sus construcciones y en el terreno.

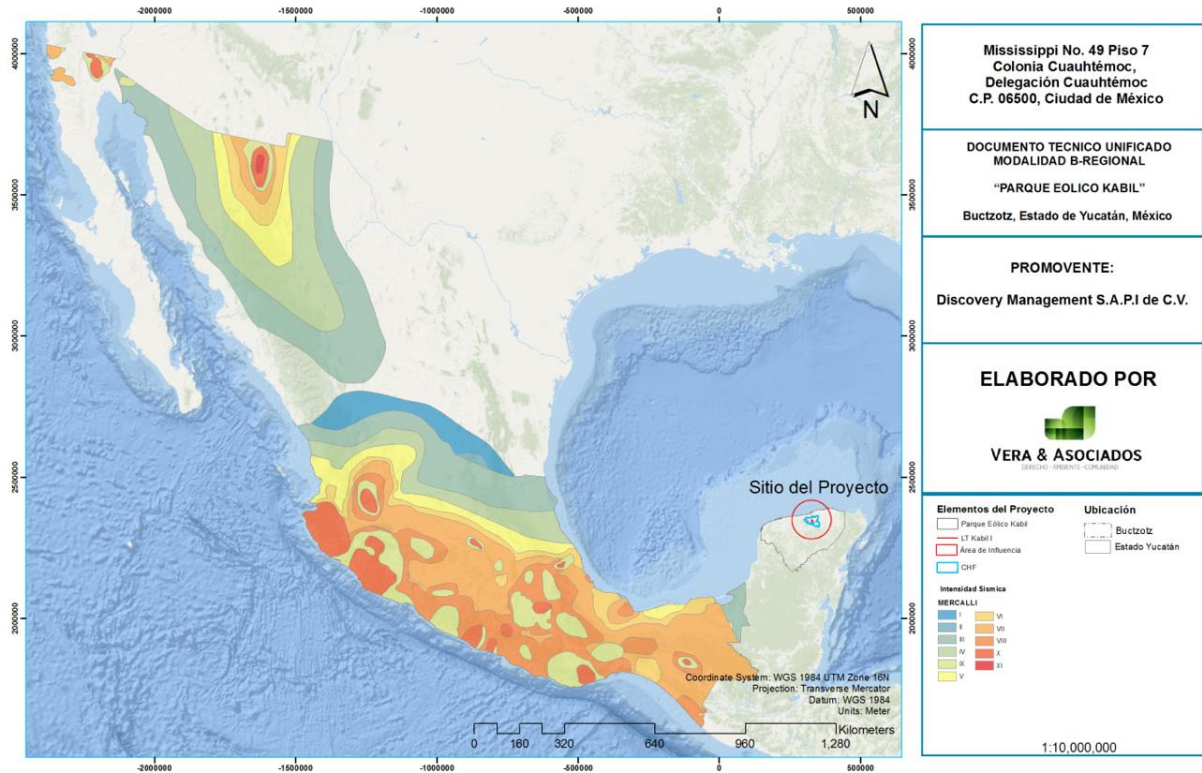
Tabla IV.10. Escala Modificada de Mercalli

INTENSIDAD	EFFECTOS
I	No es sentido, excepto por algunas personas bajo circunstancias especialmente favorables
II	Sentido sólo por muy pocas personas en posición de descanso, especialmente en los pisos altos de los edificios. Objetos delicadamente suspendidos pueden oscilar.

INTENSIDAD	EFFECTOS
III	Sentido muy claramente en interiores, especialmente en pisos altos de los edificios, aunque mucha gente no lo reconoce como un terremoto. Automóviles parados pueden balancearse ligeramente. Vibraciones como al paso de un camión. Duración apreciable.
IV	Durante el día sentido en interiores por muchos, al aire libre por algunos. Por la noche algunos despiertan. Platos, ventanas y puertas agitadas; las paredes crujen. Sensación como si un camión pesado chocara contra el edificio. Automóviles parados se balancean apreciablemente.
V	Sentido por casi todos, muchos se despiertan. Algunos platos, ventanas y similares rotos; grietas en el revestimiento en algunos sitios. Objetos inestables volcados. Algunas veces se aprecia balanceo de árboles, postes y otros objetos altos. Los péndulos de los relojes pueden pararse.
VI	Sentido por todos, muchos se asustan y salen al exterior. Algún mueble pesado se mueve; algunos casos de caída de revestimientos y chimeneas dañadas. Daño leve.
VII	Todo el mundo corre al exterior. Daño insignificante en edificios de buen diseño y construcción; leve a moderado en estructuras comunes bien construidas; considerable en estructuras pobremente construidas o mal diseñadas; se rompen algunas chimeneas. Notado por algunas personas que conducen automóviles.
VIII	Daño leve en estructuras diseñadas especialmente para resistir sismos; considerable, en edificios comunes bien construidos, llegando hasta colapso parcial; grande, en estructuras de construcción pobre. Los muros de relleno se separan de la estructura. Caída de chimeneas, objetos apilados, postes, monumentos y paredes. Muebles pesados volcados. Expulsión de arena y barro en pequeñas cantidades. Cambios en pozos de agua. Cierta dificultad para conducir automóviles.
IX	Daño considerable en estructuras de diseño especial; estructuras bien diseñadas pierden la vertical; daño mayor en edificios sólidos, colapso parcial. Edificios desplazados de los cimientos. Grietas visibles en el suelo. Tuberías subterráneas rotas.
X	Algunos estructuras bien construidas en madera, destruidas; la mayoría de estructuras de mampostería y marcos destruidas incluyendo sus cimientos; suelo muy agrietado. Rieles torcidos. Corrimientos de tierra considerables en las orillas de los ríos y en laderas escarpadas. Movimientos de arena y barro. Agua salpicada y derramada sobre las orillas.

INTENSIDAD	EFFECTOS
XI	Pocas o ninguna obra de albañilería quedan en pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el suelo. Tuberías subterráneas completamente fuera de servicio. La tierra se hunde y el suelo se desliza en terrenos blandos. Rieles muy retorcidos.
XII	Destrucción total. Se ven ondas sobre la superficie del suelo. Líneas de mira (visuales) y de nivel deformadas. Objetos lanzados al aire.

Figura IV.18. Intensidad sísmica del proyecto



De acuerdo al mapa global de intensidades que representa la actividad sísmica en el país, el área de estudio se encuentra sin categoría de riesgo e intensidad sísmica.

Suelos

La edafología (de edafos, "suelos") es la ciencia que estudia la composición y naturaleza del suelo en su relación con las plantas y el entorno que le rodea. El suelo se origina a partir de la materia madre

producida por los procesos químicos y mecánicos de transformación de las rocas de la superficie terrestre. A esta materia madre se agregan el agua, los gases, sobre todo dióxido de carbono, el tiempo transcurrido, los animales y las plantas que descomponen y transforman el humus, dando por resultado una compleja mezcla de materiales orgánicos e inorgánicos, el suelo alcanza su estado de madurez cuando presenta una profundidad y una secuencia de capas llamadas horizontes.

Existen diferentes sistemas de clasificación de suelo, para el presente proyecto se utilizó la cartografía de INEGI, escala 1: 250,000 de tal información se obtuvo que en el SAR existen tres unidades dominantes de suelo en orden descendente respecto a la superficie que ocupan son; Leptosol, Paheozem y Cambisol la primera unidad domina con poco más de la mitad en su conjunto de la superficie total, siendo las más representativas.

Tomando en cuenta que la clasificación de INEGI agrupa a los tipos de suelo por unidades y subunidades, así como de las asociaciones entre cada tipo de suelo, su textura y fase física o química, se tiene entonces que para el área de estudio existen nueve tipos de suelo que se identifican con una clave, la cual se compone por una unidad de suelo, subunidad, clase textural y la fase del suelo. Particularmente el área del proyecto se encuentra dominado en su totalidad por el tipo de suelo Leptosol húmico textura fina.

Tabla IV.11. Unidades de suelos presentes en SAR.

CLAVE	DESCRIPCION	SUPERFICIE (Ha)	SUPERFICIE (%)
CMcrhu+PHcalep+LPhurz/3	Cambisol crómico húmico asociado a Phaeozem calcarico epileptico asociado a Leptosol húmico réndzico de textura fina	3489.641142	2.84
LPhurz+LPhuli/3	Leptosol húmico réndzico asociado a Leptosol húmico lítico de textura fina	15791.14215	12.87
LPhurz+LPhuli/3R	Leptosol húmico réndzico asociado a Leptosol húmico lítico de textura fina superficie pedregosa	13167.33469	10.73
LPhurz+LPhuli+PHcalep/2	Leptosol húmico réndzico asociado a Leptosol húmico lítico asociado a Phaeozem calcárico epileptico de textura media	6439.91907	5.25
LPrzsk+LPhuli/3R	Leptosol réndzico esquelético asociado a Leptosol	32127.50576	26.18

CLAVE	DESCRIPCION	SUPERFICIE (Ha)	SUPERFICIE (%)
	húmico lítico de textura fina superficie pedregosa		
PHhulen+RGskca/3	Phaeozem húmico endoléptico asociado a Regosol esquelético calcarico de textura fina	1219.739911	0.99
PHhulep+CMhulep+LPhurz/3R	Phaeozem húmico epiléptico asociado a Cambisol húmico epiléptico asociado a Leptosol húmico réndzico de textura fina pedregosa	13703.73967	11.17
PHhulep+LPhurz/3R	Phaeozem húmico epiléptico asociado a Leptosol húmico réndzico de textura fina pedregosa	23848.94581	19.44
PHhulep+LPhurz+LPhuli/2	Phaeozem húmico epiléptico asociado a Leptosol húmico réndzico asociado a Lpetosol húmico lítico de textura media	12917.68187	10.53
TOTAL		122705.6501	100.00

A continuación, se hace una descripción de las unidades y subunidades de suelo presentes.

LEPTOSOL (L): Del griego leptos, delgado, se caracterizan por su escasa profundidad (menor a 25 cm). Una proporción importante de estos suelos se clasifica como leptosoles líticos, con una profundidad de 10 centímetros o menos. Otro componente destacado de este grupo son los leptosoles réndzicos, que se desarrollan sobre rocas calizas y son muy ricos en materia orgánica. En algunos casos son excelentes para la producción agrícola, pero en otros pueden resultar muy poco útiles ya que su escasa profundidad los vuelve muy áridos y el calcio que contienen puede llegar a inmovilizar los nutrientes minerales. Los leptosoles dominan en la península de Yucatán, un territorio que emergió del fondo oceánico en fecha relativamente reciente, por lo que sus suelos no han tenido tiempo suficiente para desarrollarse.

PHAEOZEM (H): Su nombre deriva de la combinación del vocablo latino phaios, oscuro, y del ruso zemlja, tierra oscura, orgánica. Y es que los Phaeozems son suelos caracterizados por poseer un horizonte superficial A, oscuro por su elevado contenido en materia orgánica. Esta le confiere una elevada estabilidad estructural, porosidad y fertilidad (horizonte móllico). Posee una extraordinaria actividad biológica, lo que se manifiesta en una buena integración de la materia orgánica con la mineral. Suelen desarrollarse sobre materiales de reacción básica, blandos, como los tills y los coluviones, en

condiciones relativamente estables. Son frecuentes los Phaeózems háplicos en el Pirineo, bajo pastos, ya que los densos sistemas radiculares de las especies pratenses facilitan la incorporación de la materia orgánica.

CAMBISOL(C): Literalmente, suelo que cambia. Estos suelos son jóvenes, poco desarrollados, Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con terrones que presentan vestigios del tipo de roca subyacente y que además puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso. También pertenecen a esta unidad algunos suelos muy delgados que están colocados directamente encima de un tepetate.

Subunidades de suelo

A continuación, se hace una breve descripción de las subunidades de suelo presentes en el SAR, siendo la subunidad Húmico la dominante.

Calcárico: Del latín calcareum: calcáreo. Suelos ricos en cal y nutrientes para las plantas.

Crómico: Del griego kromos: color. Suelos de color pardo o rojizo, en algunas ocasiones amarillento. Son de fertilidad moderada y con alta capacidad para proporcionar nutrientes a las plantas.

Epiléptico: que tiene roca continua que comienza dentro de 50 cm de la superficie del suelo.

Esquelético: que tiene 40 por ciento o más (en volumen) de gravas u otros fragmentos gruesos promediado en una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo o hasta roca continua o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad.

Húmico: que tiene el siguiente contenido de carbono orgánico en la fracción tierra fina como promedio ponderado: en Ferralsoles y Nitisoles, 1.4 por ciento o más hasta una profundidad de 100 cm desde la superficie del suelo mineral; en Leptosoles en los que aplica el calificador Hiperesquelético, 2 por ciento o más hasta una profundidad de 25 cm desde la superficie del suelo mineral; en otros suelos, 1 por ciento o más hasta una profundidad de 50 cm desde la superficie del suelo mineral.

Lítico: que tiene roca continua que comienza dentro de 10 cm de la superficie del suelo (sólo en Leptosoles).

Réndzico: ue tiene un horizonte mólico que contiene o está inmediatamente por encima de material calcárico o roca calcárea que contiene 40 por ciento o más de carbonato de calcio equivalente.

Textura

Esta dada por la proporción porcentual de las partículas minerales (arena, limo y arcilla) que constituyen el suelo, en los 30 primeros centímetros de profundidad.

Fina (3) : Más del 35% de arcilla;

Media (2): Menos del 35% de arcilla y menos del 65% de arena;

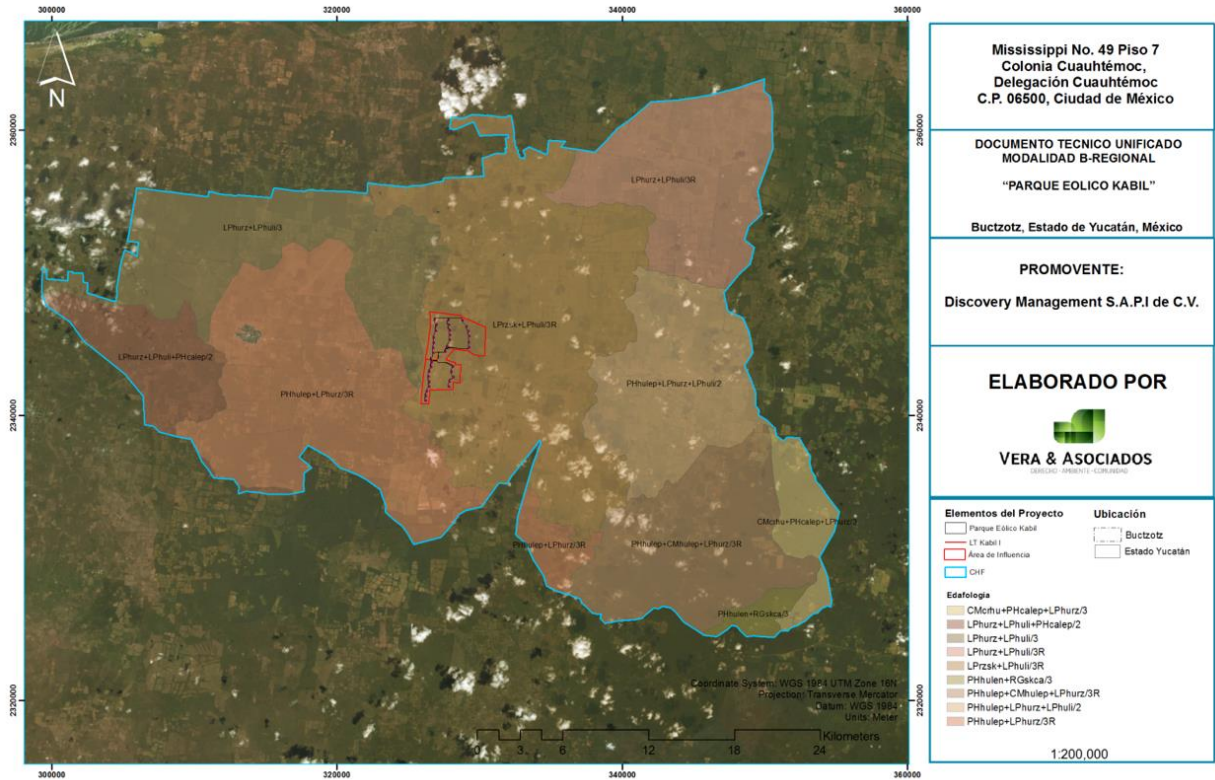
Gruesa (1): Menos del 18% de arcilla y más del 65% de arena.

Fase física y química del suelo

La fase física del suelo es cualquier obstáculo físico (rocas, gravas, piedras, etc.) que impiden el apropiado uso del suelo o de maquinaria agrícola. Se presentan a profundidades variables, siempre menores a 100 cm (INEGI, 1998).

En el SAR se presenta la fase física pedregosa, misma que se caracteriza por la abundancia de piedras sobre la superficie y/o dentro de la capa subsuperficial del suelo. Las piedras miden de 7.5 a 25 cm en su parte más ancha, es decir, son mucho más grandes que las gravas.

Figura IV.19. Unidades Edafológicas presentes en el SAR

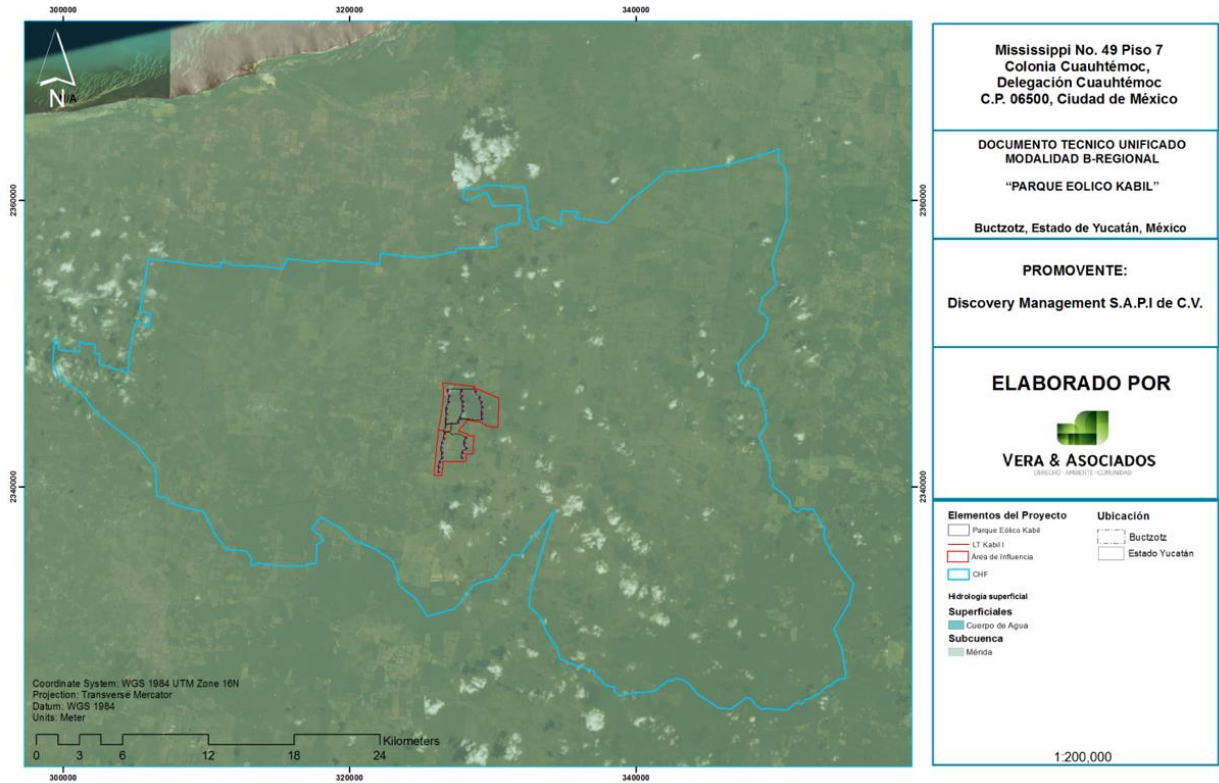


Hidrología Superficial

El Estado de Yucatán forma parte de la Región Hidrológica XII Península de Yucatán y se encuentra en la jurisdicción del Organismo de Cuenca Península de Yucatán con sede en la Ciudad de Mérida.

El SAR carece de ríos, debido a la naturaleza cárstica de las rocas de la entidad; donde el agua de lluvia se infiltra rápidamente. Por esta misma razón no se registran cuerpos de agua permanentes, solo durante la temporada de lluvias se forman pequeños cuerpos de agua temporales, en las oquedades de las rocas que sirven de hábitat para algunos anfibios.

Figura IV.20. Hidrología Superficial



Hidrología subterránea

Se considera a la Península de Yucatán como una unidad regional denominada "Acuífero Península de Yucatán", el SAR se sitúa en este acuífero. El acuífero de Yucatán, abarca toda la Península, es de tipo libre y flota sobre un manto de agua salada, que se infiltra en forma de cuña desde el mar hacia tierra adentro. Las rocas que lo conforman son las mismas calizas del Terciario, que afloran en la superficie, cuya permeabilidad es de origen secundario (disolución, dolomitización y microfracturamiento).

El proceso de karsticidad está desarrollado, por lo que el aporte de agua a la cuenca se infiltra rápidamente y es drenado casi simultáneamente en volumen similar hacia el mar. Prácticamente la precipitación constituye la única fuente de recarga del acuífero. La profundidad del acuífero guarda relación con las diferencias del nivel del terreno con respecto al nivel del mar; así en las regiones

costeras o del norte de la península, el acuífero se encuentra a unos cuantos metros de profundidad de la superficie del suelo varía de 5 a 15, mientras que en las regiones del Sur, es necesario cavar hasta los 80 y 100 para alcanzar el nivel freático.

El acuífero tiene una alta dinámica de desplazamiento, estimándose una velocidad de flujo de aproximadamente 40 m/hora, este desplazamiento se realiza de forma radial del centro de la Península hacia la línea de costa, las direcciones predominantes son de SE-NW y S-N. (CNA, 2001).

El principal foco de contaminación al agua subterránea en el acuífero Península de Yucatán, clave 3105, es la falta de sistemas de alcantarillado sanitario, así como las bajas eficiencias de las actuales plantas de tratamiento. En la superficie del acuífero existen otras fuentes potenciales de contaminación puntual como granjas, en las que se vierte al subsuelo el estiércol de los animales, ranchos, basureros, panteones, descargas de aguas residuales industriales, gasolineras y gaseras; así como fuentes de contaminación difusa que abarcan áreas más extensas, como zonas con carencia de drenaje y viveros en los que se utilizan intensivamente fertilizantes y se vierten sin control al subsuelo los excedentes de riego. De acuerdo con la Secretaría de Salud, el Estado de Yucatán presenta la incidencia más alta de enfermedades gastrointestinales a escala nacional (DOF. 04/09/2013).

El acuífero tiene un volumen disponible de 3,388.86 m³ anuales para nuevas concesiones.

A continuación se presenta el balance de aguas subterráneas del acuífero Península de Yucatán.

Tabla IV.12. Condiciones de los acuíferos presentes en el SAR

Clave	Acuífero	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
	Cifras en millones de metros cúbicos anuales (hm ³)						
3105	Península de Yucatán	21,813.4	14,542.2	3,882.33	1,209.2	3,388.86	0.000000
R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de agua subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea.							

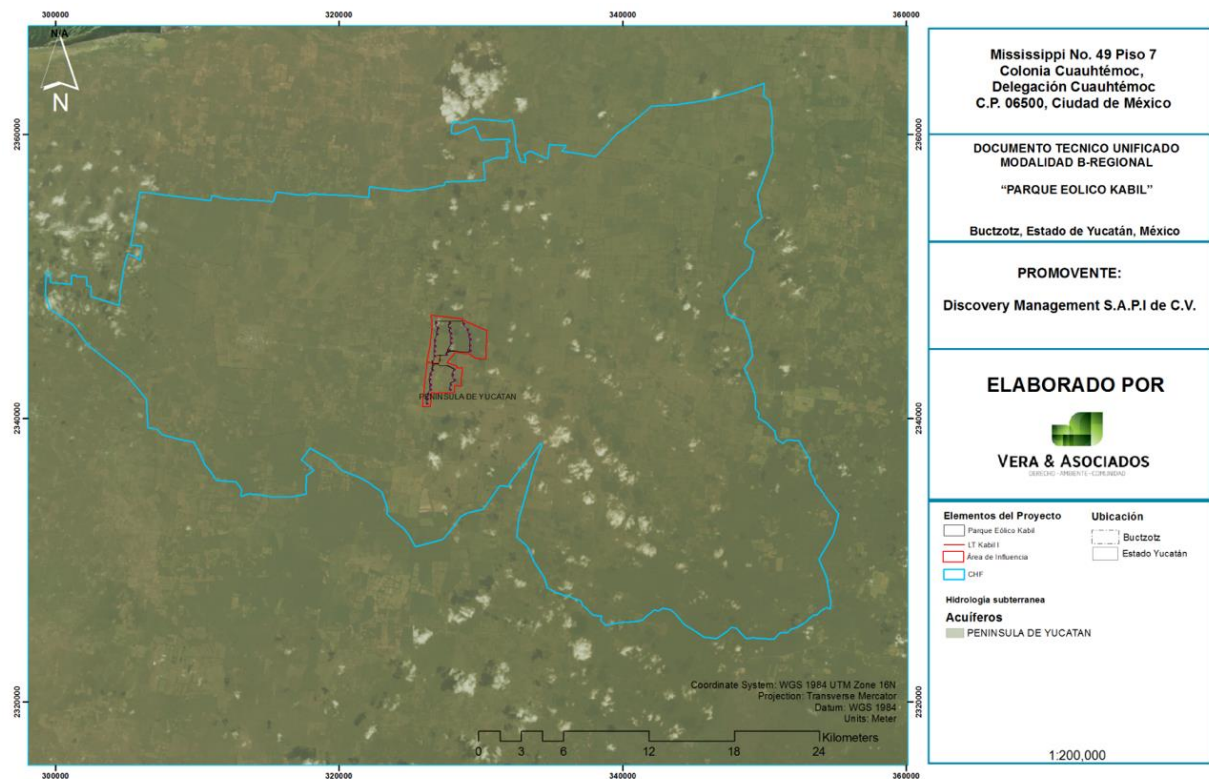
Los cenotes son profundos pozos naturales, constituyen quizá el fenómeno natural más interesante de la región, actualmente existe un registro de 120 cenotes en el municipio de Buctzotz de los cuales mencionaremos los más importantes.

Tabla IV.13. Cenotes del municipio de Buctzotz

No.	Nombre	Tipo	Color del Agua	Tipo de Formación	Apto para
1	Aguas Leguas	Abierto	Café	A flor de Tierra	-
2	Álvarez	Semiabierto	Azul	Caida Libre	Bucear
3	Álvarez II	Abierto	Azul	A flor de Tierra	Bañarse, observar, bucear
4	Azuelín	Semiabierto	Transparente	Dentro de Gruta	Bañarse
5	Azul	No especificado	Café	Dentro de Gruta	Observar

Fuente: Secretaria de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA) del Gobierno del Estado de Yucatán

Figura IV.21. Hidrología Subterránea



IV.2.1.2 Medio Biótico

La vegetación es generalmente la principal porción biótica visible dentro del paisaje, concibiendo al paisaje como la interacción de factores bióticos y abióticos. Estas comunidades se definen a través de su composición florística y su fisionomía, que procede de la forma de vida (biotopo) de sus especies dominantes, sumado a los factores climáticos, edáficos y bióticos del medio. Así sus componentes proporcionan particularidad al medio, dándole un comportamiento fenológico sucesional a lo largo del año (Miranda y Hernández, 2014).

De acuerdo a la clasificación de tipos vegetativos del INEGI (Serie VI), la vegetación presente en la SAR se compone de:

Tabla IV.14. Tipos de Usos de Suelo dentro del SAR y el área bajo estudio.

Clave	Tipo	Superficie en Hectáreas (SAR)	Porcentaje del SAR	Superficie en Hectáreas (área del proyecto)	Porcentaje respecto a la (SAR)
TA	Agricultura de temporal anual	498.20	0.41	-	-
TP	Agricultura de temporal permanente	3.92	0.003	-	-
	Cuerpos de Agua	34.48	0.03	-	-
PC	Pastizal cultivado	98658.13	80.30	-	-
ZU	Zona urbana	300.61	0.24	-	-
VSa/S MS	Vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia	22992.31	18.71	10.34	0.046
VSa/S MC	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana caducifolia	371.49	0.30	-	-
	Σ	122,859.15	100	10.34	

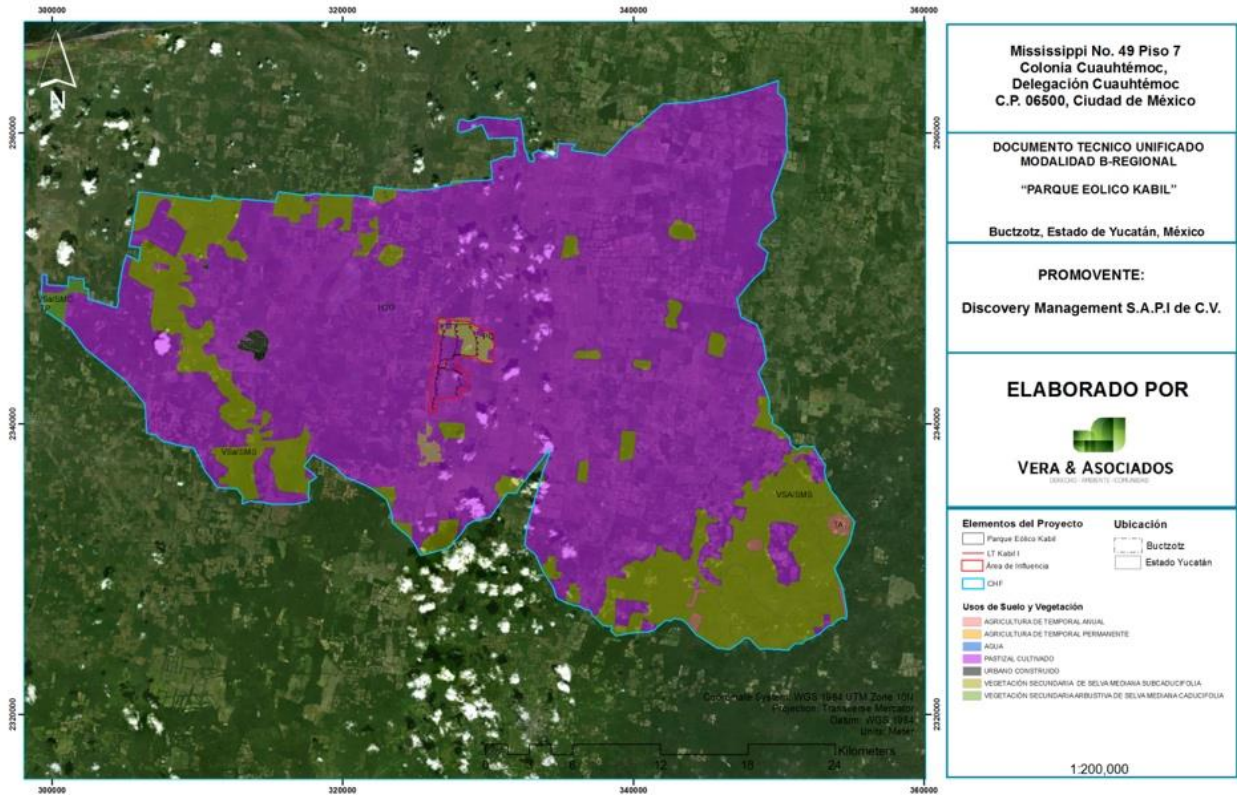
Siguiendo a lo indicado por INEGI a continuación, se describe, los usos de suelo y vegetación que se desarrollan en el SAR.

La selva mediana subcaducifolia, es una de los más representativas de Yucatán, extendiéndose como una amplia franja que va de la región nororiental hacia el suroeste del estado de Yucatán, atravesando la zona central del mismo estado hasta el norte del estado de Campeche. Ocupa una extensión

aproximada de 29,309 km², por lo que, junto con las selvas bajas estacionales de Yucatán, dominan la superficie del estado. Se distribuye en clima cálidos subhúmedos con régimen de lluvias en el verano, con valores de precipitación pluvial que oscilan entre 1078 y 1220 mm anuales, y temperatura media anual que varía de 25.9 a 26.6 °C (García, 1973). Se desarrolla sobre suelos pedregosos con una delgada capa de materia orgánica superficial, especialmente en zona del sur del estado y las depresiones del terreno (hondonadas y rejolladas) en las cuales se acumula la materia orgánica.

Esta vegetación consta fisonómicamente de un estrato arbóreo con altura promedio que varía de 10 a 15 metros, dependiendo del estado de recuperación de la misma. Otra característica que posee es que entre el 50% y el 70 % de sus árboles pierden las hojas en la época de secas, a cual abarca de enero a mayo, temporada que también puede variar debido a la llegada de frentes fríos secos o húmedos, lo que determina la amplitud de la temporada de secas. Las especies características de este tipo de selva son las más corpulentas de la flora de Yucatán: *Acacia pennatula*, *Annona reticulata*, *Bursera simaruba*, *Cochlospermum vitifolium*, *Caesalpinia gaumeri*, *Ceiba spp*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Guazuma ulmifolia*, *Gymnopodium floribundum*, *Havardia albicans*, *Lysiloma latisiliquum*, *Mimosa bahamensis*, *Metopium brownei*, *Piscidia piscipula*, *Spondias mombin* y *Vitex gaumeri*. Además de herbáceas cuya densidad varía de acuerdo a la apertura del dosel y epífitas que se distribuyen en función de la humedad ambiental y de la cobertura del dosel.

Figura IV.22. Uso de Suelo y Vegetación Presente en el SAR



Tipos de vegetación del área de CUSTF

Como resultado de los muestreos realizados en campo, recorridos y captura de datos, al hacer una comparación con la información cartográfica del tipo y uso de suelo INEGI (Serie VI), encontramos que algunas zonas reportadas como áreas donde se desarrollan pastizales cultivados, en realidad corresponden a vegetación secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia incluyendo 10.34 ha. dentro del cambio y uso de suelo la cual representa el 0.04 % de este tipo de vegetación dentro del SAR.

De acuerdo a los análisis comparativos entre los tipos de vegetación observados en campo entre el área del proyecto y el SAR, no se encontraron diferencias fisionómicas y florísticas significativas entre las asociaciones vegetales dentro de estas áreas.

Aunque para la INEGI (2015) reconoce unas secciones de vegetación secundaria correspondida a una asociación de arbustos y árboles, como anteriormente se mencionó, los tipos de vegetación representan unidades complejas y su distinción y nominación es meramente subjetiva. Así, consecuentemente a lo observado y analizado en campo, la comunidad potencial actual reconocida para el sitio concierne a la denominada, como vegetación secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia.

Estimación de los valores de importancia ecológica, parámetros bióticos e índices de diversidad y similitud de especies

Diseño de muestreo

Para determinar los valores de importancia ecológica, parámetros bióticos y estimación de los índices de diversidad y equidad por especies de flora para el SAR y el área del proyecto se utilizó como referencia los procedimientos de muestreo incluidos en el Inventario Nacional Forestal y de Suelos (2015), empleando un muestreo estratificado por rodales, adaptado a muestreos de vegetación selvática.

Por lo tanto se registraron en primer lugar la sección de vegetación arbórea, la cual se registró sobre un radio de 18 m a partir del centro equivalente a una superficie de 1,000 m², una vez terminada esta sección se procedió a registrar la sección con vegetación arbustiva donde se tomaron 5.6 m de radio a partir del centro equivalente a una superficie de 100 m², por último se midió el estrato herbáceo con un radio de 1m² a partir del centro.

Dentro de la sección de vegetación herbácea se registraron todos los individuos que presentaran una altura menor a los 25 cm de altura, de las cuales se tomó información como número de individuos, diámetro (cm), altura (m), diámetro de copa 1. Con base a esta información y al uso de tablas dinámicas de Excel, se obtuvo el número total de especies presentes por cada tipo de vegetación, densidad, frecuencia y promedio de cobertura, así mismo se calculó la riqueza de especies, índices de valor de importancia, índice de Shannon-Wiener e índice de equitatividad de Pielou; Para la sección de vegetación arbustiva se registraron todos los individuos que presentaran una altura superior a los 25 cm pero menores a los 2 metros de altura, a los cuales se tomó información como número de individuos, diámetro (cm), altura (m), diámetro de copa, de la misma manera sobre la superficie de 1,000 m², se

registraron los ejemplares con un DAP de 7.5 cm o más con el objetivo de determinar el volumen forestal estimado de afectación sobre este estrato. Con base a esta información y al uso de tablas dinámicas de Excel, se obtuvo el número total de especies presentes por cada tipo de vegetación, densidad, frecuencia y promedio de cobertura, así mismo se calculó la riqueza de especies, índices de valor de importancia, índice de Shannon-Wiener e índice de equitatividad de Pielou.

En total se realizaron 18 sitios de muestreo por cuadrantes estratificados para vegetación secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia de los cuales 9 se realizaron dentro del área del proyecto y el resto en el SAR.

Tabla IV.15. Intensidad de Muestreo

Asociación Vegetal Muestreada	Superficie HA	IM	Superficie de muestreo Propuesta HA	No. De Sitios de .08 ha	
				Propuestos	Levantados
Vs Selva Mediana Subcaducifolia	10.34	8.70%	0.9	7	9

Tabla IV.16. Resultados del proceso de determinación de intensidad de muestreo, por tipo vegetativo.

Parametro	Información y resultados estadísticos por tipo vegetativo
	Vs Selva Mediana Subcaducifolia
t-Student	1.099
Confiabilidad %	85
Error de muestreo	10
Superficie (ha)	10.34
Tamaño de la población (N)	103.4
Intensidad de muestreo prefijada %	8.70%
Tamaño de muestra (pn)	9
Resultados:	

Media de individuos / sitio (N \bar{x})	82.67
Varianza (S ²)	426.00
Desviación estándar (S)	20.64
Coefficiente de variación (CV)	24.97
Error estándar (SV)	19.72
Error de Muestreo (%)	3
Intensidad de muestreo %	0.09
Sitios para muestrear (nS)	7
Sitios realmente levantados	9

A continuación se señala la ubicación de cada uno de los sitios de muestreo.

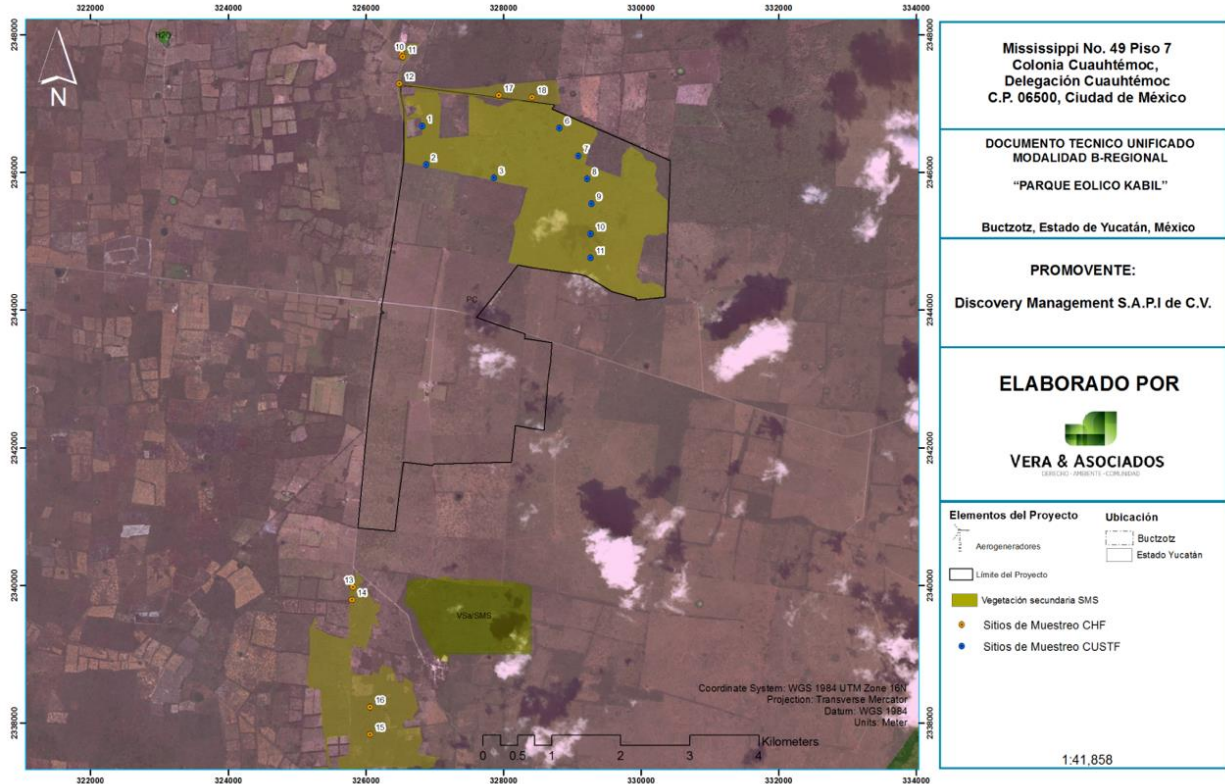
Tabla IV.17. Sitios de Muestreo dentro del CUSTF

Kabil CUSTF		
Vértice	X UTM Z16	Y UTM Z16
1 CUSTF	326822	2346669
2 CUSTF	326881	2346104
3 CUSTF	327862	2345913
6 CUSTF	328817	2346641
7 CUSTF	329095	2346232
8 CUSTF	329219	2345898
9 CUSTF	329283	2345538
10 CUSTF	329266	2345099
11 CUSTF	322972	2344752

Tabla IV.18. Sitios de muestreo en el SAR

Kabil SAR		
Vértice	X UTM Z16	Y UTM Z16
10 SAR	326523	2347717
11 SAR	326537	2347673
12 SAR	326488	2347281
13 SAR	325815	2339966
14 SAR	325802	2339779
15 SAR	330487	2345355
16 SAR	330458	2345586
17 SAR	330508	2346142
18 SAR	330525	2346305

Figura IV.23. Sitios de Muestreo



Para el análisis de la estructura de la vegetación de los puntos de muestreo, se calcularon los tres atributos más importantes de cualquier comunidad vegetal: dominancia, abundancia y frecuencia, tanto absolutas como relativas. Con dichos resultados se obtuvo el valor de importancia para cada especie (IV) Estos valores se obtuvieron mediante el método sugerido por Matteucci y Colma (1982) y Mueller-Dombois y Ellenberg, (1974), es un indicador de la importancia fitosociológica y estructural de una especie, dentro de una comunidad. Puede ser aplicado para clasificar u ordenar comunidades vegetales.

Su principal ventaja es que es cuantitativo y preciso.

Este índice fue desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie en rodales mezclados y se calcula de la siguiente manera:

$$IVI = \text{Dominancia relativa} + \text{Abundancia relativa} + \text{Frecuencia relativa}$$

Donde:

Dominancia: Es la proporción de terreno ocupado por una proyección vertical del contorno de las partes aéreas del vegetal hacia el suelo.

$$\text{Dominancia} = \frac{\text{AB de la especie } n}{\text{Sumatoria del AB de todas las especies}}$$

Se calcula por medio del Área Basal (AB): Que es el diámetro del tronco a 1.30 m de altura. Se mide el tronco principal del árbol y cada rama igual o mayor a 5 centímetros de diámetro y se suman todas ellas para calcular el valor del individuo en la unidad de muestreo.

$$\text{Área Basal: } AB = \frac{\pi}{4} DN^2$$

Abundancia: Es el número de individuos expresado por unidad de área o volumen. La abundancia relativa se refiere al número de individuos de una especie expresado como una proporción de la abundancia total de todas las especies.

$$\text{Abundancia} = \frac{\text{Número de individuos de la especie } n}{\text{Área muestreada}}$$

Frecuencia: Es el número de veces que una especie ocurre en las distintas muestras. La frecuencia relativa se refiere a la aparición de una especie, expresada como una proporción de la frecuencia total de todas las especies

$$\text{Frecuencia} = \frac{\text{Número de ocurrencia de la especie } n}{\text{Número total de sitios muestreados}}$$

Los resultados de cada atributo se multiplican por 100 para relativizarlos y después se suman. La suma de los 3 atributos siempre será 300.

$$\text{Frecuencia relativa} = \text{Frecuencia absoluta} \times 100$$

$$\text{Dominancia relativa} = \text{Dominancia absoluta} \times 100$$

Abundancia relativa= Abundancia absoluta x 100

IVI= Frecuencia relativa + Abundancia relativa + Frecuencia relativa = 300

Riqueza y Diversidad

Riqueza

La riqueza de especies se define sencillamente como el número de especies prescitas a un área determinada. Para este caso en particular es el número total de especies presentes en el área de muestreo.

Diversidad

Es la relación que existe entre el número de especies y de individuos de una comunidad. Los índices de diversidad incorporan en un solo valor, a la riqueza específica y a la equitabilidad. En algunos casos un valor dado de un índice de diversidad puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitabilidad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitabilidad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitabilidad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitabilidad).

Índice de Shannon-Wiener (H')

Este índice se representa como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0 y 5; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos, aunque algunos ecosistemas considerados muy ricos pueden alcanzar valores de 5 o más.

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$

Donde:

S = número de especies (la riqueza de especies)

Pi = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): n_i/N

Resultados

Listado Florístico

La flora dentro de las áreas de CUSTF y en nuestro SAR obedece a la presencia de 51 taxa repartidos en 14 Órdenes, 25 familias taxonómicas y 39 géneros. Destacan en diversidad específica las familias Fabaceae y Rubiaceae con 17 y 4 especies respectivamente.

Tabla IV.19. Listado Florístico Presente en el SAR

<i>Familia</i>	<i>Nombre Científico</i>	<i>Nombre Común</i>
<i>Arecales</i>		
<i>Areaceae</i>	<i>Sabal mexicana</i> Mart.	xa'an
<i>Boraginales</i>		
<i>Boraginaceae</i>	<i>Cordia dodecandra</i> DC	Ciricote
	<i>Cordia gerascanthus</i> L.	bojom
<i>Brassicales</i>		
<i>Caricaceae</i>	<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.	Bonete
<i>Caryophyllales</i>		
<i>Amaranthaceae</i>	<i>Achyranthes aspera</i> L.	Payche
<i>Polygonaceae</i>	<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	Ts' i' ts'ilché
<i>Ericales</i>		
<i>Primulaceae</i>	<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.)	chak sik'iix le
<i>Fabales</i>		
<i>Fabaceae</i>	<i>Acacia collinsii</i> Saff.	Subin
	<i>Acacia cornigera</i> (L.) Willd.	Cornezuelo (Subin che')

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
	<i>Acacia pennatula (Schltdl. & Cham.) Benth.</i>	ch'i' may, k'ank' i ilische'
	<i>Bauhinia divaricata L.</i>	Ts'ulub took'/pata vaca
	<i>Caesalpinia gaumeri Greenm.</i>	Kitinche
	<i>Caesalpinia sp.</i>	(en blanco)
	<i>Caesalpinia yucatanensis (Britton & Rose) Greenm</i>	taa k'in che'
	<i>Caesalpinia platyloba S. Watson</i>	Chakté
	<i>Diphysa carthagenensis Jacq</i>	Guachipilin
	<i>Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.</i>	Guanacaste
	<i>Havardia albicans (Kunth) Britton & Rose</i>	Chukum
	<i>Lonchocarpus rugosus Benth.</i>	K'anasin
	<i>Lysiloma latisiliquum (L.) Benth.</i>	Tsalam
	<i>Piscidia piscipula (L.) Sarg.</i>	Ja' abin
	<i>Platymiscium yucatanum Standl.</i>	subin che'
	<i>Senegalia gaumeri (S. F. Blake) Britton & Rose</i>	box kaatsim
	<i>Senna racemosa (Mill.) H.S. Irwin & Barneby</i>	k'an lool
<i>Gentianales</i>		
<i>Apocynaceae</i>	<i>Cascabela thevetia (L.) Lippold</i>	Campanilla
<i>Rubiaceae</i>	<i>Morinda royoc L.</i>	piña ch'en
	<i>Randia aculeata L.</i>	Xpeech' kitam
	<i>Randia obcordata S. Watson</i>	K' atoch
	<i>Randia sp.</i>	(en blanco)
<i>Lamiales</i>		

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
<i>Acanthaceae</i>	<i>Aphelandra scabra (Vahl) Sm.</i>	Chank anal
	<i>Elytraria imbricata (Vahl) Pers.</i>	Kaanbal xa'an
<i>Lamiaceae</i>	<i>Vitex gaumeri Greenm</i>	xya'ax nik
<i>Verbenaceae</i>	<i>Lantana camara L.</i>	mo'ol peek
<i>Malpighiales</i>		
<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Cnidocolus souzae McVaugh</i>	Chaya silvestre
	<i>Croton flavens L.</i>	ek' balam
	<i>Jatropha gaumeri Greenm.</i>	Pomolche'
<i>Violaceae</i>	<i>Hybanthus yucatanensis Millsp.</i>	(en blanco)
<i>Malvales</i>		
<i>Bixaceae</i>	<i>Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng.</i>	Chum
<i>Malvaceae</i>	<i>Abutilon permolle (Willd) Sweet</i>	Sak xiw
	<i>Ceiba aesculifolia (Kunth) Britten & Baker f.</i>	piim
	<i>Ceiba pentandra (L.) Gaertn.</i>	Ceiba
	<i>Guazuma ulmifolia Lam.</i>	Pixoy
	<i>Hampea trilobata Standl.</i>	k'an jóol
<i>Picramniales</i>		
<i>Picramniaceae</i>	<i>Alvaradoa amorphoides Liebm.</i>	Be sinik che'
<i>Poales</i>		
<i>Bromeliaceae</i>	<i>Bromelia pinguin(E. Morren). L.B.Smith</i>	Ts'albay
<i>Graminae</i>	<i>Lasiacis divaricata (L.) Hitchc.</i>	Siit
<i>Rosales</i>		

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth	Amate Negro
<i>Sapindales</i>		
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	Cheechem
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	Chakah
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	k'uuy che', Cedro colorado
Sapindaceae	<i>Paullinia fuscescens</i> Kunth.	pukin aak'

Estado de Protección de la flora registrada

No se registraron especies de flora bajo alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010; dentro de las áreas sujetas a cambio y uso de suelo ó en el SAR.

Índices de Valor de Importancia para la CUSTF

Tabla IV.20. Índice de VI para Vegetación Secundaria Selva Mediana Subcaducifolia dentro del CUSTF

Vegetación Secundaria Selva Mediana Subcaducifolia CUSTF N=09									
Especie	A	AR	D	Dr	F	Fr	Dom	Dom r	VI
Estrato Arbóreo									
<i>Acacia cornigera</i> (L.) Willd.	10	3.922	0.00111	3.922	3	4.2	0.0000529	4.276	4.141
<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.	29	11.373	0.00322	11.373	3	4.2	0.0001478	11.950	9.183
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.	3	1.176	0.00033	1.176	1	1.4	0.0000063	0.506	1.030
<i>Bauhinia divaricata</i> L.	6	2.353	0.00067	2.353	2	2.8	0.0000260	2.100	2.423
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	23	9.020	0.00256	9.020	6	8.5	0.0000949	7.675	8.382
<i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm.	1	0.392	0.00011	0.392	1	1.4	0.0000035	0.282	0.694
<i>Caesalpinia</i> sp.	4	1.569	0.00044	1.569	1	1.4	0.0000238	1.926	1.634
<i>Caesalpinia yucatanensis</i> (Britton & Rose) Greenm	5	1.961	0.00056	1.961	4	5.6	0.0000210	1.695	3.096

Vegetación Secundaria Selva Mediana Subcaducifolia CUSTF N=09									
Especie	A	A R	D	D r	F	Fr	Dom	Dom r	VI
<i>Caesalpinia platyloba</i> S. Watson	15	5.882	0.00167	5.882	2	2.8	0.0000698	5.639	4.780
<i>Cedrela odorata</i> L.	1	0.392	0.00011	0.392	1	1.4	0.0000073	0.593	0.798
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	8	3.137	0.00089	3.137	4	5.6	0.0000433	3.504	4.092
<i>Cordia dodecandra</i> DC	8	3.137	0.00089	3.137	1	1.4	0.0000407	3.291	2.612
<i>Cordia gerascanthus</i> L.	2	0.784	0.00022	0.784	1	1.4	0.0000126	1.020	1.071
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	2	0.784	0.00022	0.784	1	1.4	0.0000108	0.873	1.022
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	13	5.098	0.00144	5.098	3	4.2	0.0000515	4.163	4.495
<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	5	1.961	0.00056	1.961	3	4.2	0.0000274	2.215	2.800
<i>Hampea trilobata</i> Standl.	1	0.392	0.00011	0.392	1	1.4	0.0000015	0.119	0.640
<i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton & Rose	6	2.353	0.00067	2.353	4	5.6	0.0000223	1.806	3.264
<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.	3	1.176	0.00033	1.176	1	1.4	0.0000153	1.238	1.274
<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	3	1.176	0.00033	1.176	1	1.4	0.0000135	1.094	1.226
<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	11	4.314	0.00122	4.314	4	5.6	0.0000448	3.622	4.523
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	30	11.765	0.00333	11.765	6	8.5	0.0001404	11.352	10.523
<i>Randia obcordata</i> S. Watson	5	1.961	0.00056	1.961	3	4.2	0.0000263	2.127	2.771
<i>Sabal mexicana</i> Mart.	1	0.392	0.00011	0.392	1	1.4	0.0000084	0.678	0.826
<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose	40	15.686	0.00444	15.686	5	7.0	0.0002223	17.977	13.568
<i>Senna racemosa</i> (Mill.) H.S. Irwin & Barneby	7	2.745	0.00078	2.745	3	4.2	0.0000329	2.663	3.211
<i>Vitex gaumeri</i> Greenm	13	5.098	0.00144	5.098	5	7.0	0.0000695	5.618	5.919
Total	255	100	0.028	100	71	100	0.001237	100	100
Estrato Arbustivo									

Vegetación Secundaria Selva Mediana Subcaducifolia CUSTF N=09										
Especie	A	A R	D	D r	F	Fr	Dom	Dom r	VI	
Especie	A	A R	D	D r	F	Fr	Dom	Dom r	VI	
<i>Abutilon permolle (Willd) Sweet</i>	20	5.510	0.0222	5.510	1	1.35	0.002214	14.191	7.017	
<i>Acacia collinsii Saff.</i>	3	0.826	0.0033	0.826	3	4.05	0.000002	0.012	1.631	
<i>Acacia cornigera (L.) Willd.</i>	4	1.102	0.0044	1.102	2	2.70	0.000004	0.027	1.277	
<i>Alvaradoa amorphoides Liebm.</i>	2	0.551	0.0022	0.551	2	2.70	0.000132	0.849	1.367	
<i>Aphelandra scabra (Vahl) Sm.</i>	1	0.275	0.0011	0.275	1	1.35	0.000073	0.470	0.699	
<i>Bauhinia divaricata L.</i>	15	4.132	0.0167	4.132	8	10.81	0.000017	0.112	5.018	
<i>Bonellia macrocarpa (Cav.)</i>	1	0.275	0.0011	0.275	1	1.35	0.000064	0.408	0.678	
<i>Bromelia pinguin(E. Morren). L.B.Smith</i>	9	2.479	0.0100	2.479	5	6.76	0.003839	24.605	11.280	
<i>Caesalpinia gaumeri Greenm.</i>	3	0.826	0.0033	0.826	1	1.35	0.000003	0.021	0.733	
<i>Caesalpinia sp.</i>	1	0.275	0.0011	0.275	1	1.35	0.000001	0.009	0.545	
<i>Caesalpinia yucatanensis (Britton & Rose) Greenm</i>	2	0.551	0.0022	0.551	1	1.35	0.000002	0.010	0.637	
<i>Cascabela thevetia (L.) Lippold</i>	1	0.275	0.0011	0.275	1	1.35	0.000068	0.439	0.688	
<i>Cnidoscolus souzae McVaugh</i>	9	2.479	0.0100	2.479	3	4.05	0.001009	6.465	4.333	
<i>Cordia gerascanthus L.</i>	2	0.551	0.0022	0.551	2	2.70	0.000003	0.018	1.091	
<i>Croton flavens L.</i>	51	14.050	0.0567	14.050	5	6.76	0.005712	36.613	19.140	
<i>Guazuma ulmifolia Lam.</i>	1	0.275	0.0011	0.275	1	1.35	0.000000	0.002	0.543	
<i>Gymnopodium floribundum Rolfe</i>	14	3.857	0.0156	3.857	3	4.05	0.000017	0.107	2.673	
<i>Hampea trilobata Standl.</i>	1	0.275	0.0011	0.275	1	1.35	0.000001	0.009	0.545	
<i>Hybanthus yucatanensis Millsp.</i>	4	1.102	0.0044	1.102	2	2.70	0.000005	0.032	1.279	
<i>Jatropha gaumeri Greenm.</i>	7	1.928	0.0078	1.928	1	1.35	0.000009	0.058	1.112	

Vegetación Secundaria Selva Mediana Subcaducifolia CUSTF N=09

Especie	A	A R	D	D r	F	Fr	Dom	Dom r	VI
<i>Lantana camara L.</i>	8	2.204	0.0089	2.204	1	1.35	0.000737	4.722	2.759
<i>Morinda royoc L.</i>	12	3.306	0.0133	3.306	3	4.05	0.001457	9.339	5.566
<i>Paullinia fuscescens Kunth.</i>	3	0.826	0.0033	0.826	3	4.05	0.000003	0.021	1.634
<i>Piscidia piscipula (L.) Sarg.</i>	6	1.653	0.0067	1.653	3	4.05	0.000010	0.064	1.924
<i>Platymiscium yucatanum Standl.</i>	1	0.275	0.0011	0.275	1	1.35	0.000001	0.009	0.545
<i>Randia aculeata L.</i>	118	32.507	0.1311	32.507	5	6.76	0.000135	0.866	13.377
<i>Randia obcordata S. Watson</i>	29	7.989	0.0322	7.989	6	8.11	0.000040	0.259	5.452
<i>Randia sp.</i>	29	7.989	0.0322	7.989	2	2.70	0.000036	0.228	3.640
<i>Senegalia gaumeri (S. F. Blake) Britton & Rose</i>	3	0.826	0.0033	0.826	3	4.05	0.000003	0.016	1.632
<i>Senna racemosa (Mill.) H.S. Irwin & Barneby</i>	3	0.826	0.0033	0.826	2	2.70	0.000003	0.020	1.183
Total	363	100	0.4033	100	74	100	0.0156	100	100

Estrato Herbáceo

Especie	A	A R	D	D r	F	Fr	Dom	Dom r	VI
<i>Abutilon permolle (Willd) Sweet</i>	28	22.2222	3.1111	22.2222	3	15.00	0.04599	23.063	20.095
<i>Achyranthes aspera L.</i>	38	30.1587	4.2222	30.1587	1	5.00	0.05600	28.083	21.081
<i>Aphelandra scabra (Vahl) Sm.</i>	23	18.2540	2.5556	18.2540	5	25.00	0.03126	15.676	19.643
<i>Cnidoscolus souzae McVaugh</i>	5	3.9683	0.5556	3.9683	1	5.00	0.00982	4.923	4.631
<i>Croton flavens L.</i>	2	1.5873	0.2222	1.5873	1	5.00	0.00378	1.895	2.827
<i>Elytraria imbricata (Vahl) Pers.</i>	19	15.0794	2.1111	15.0794	4	20.00	0.03581	17.956	17.679
<i>Lantana camara L.</i>	4	3.1746	0.4444	3.1746	1	5.00	0.00723	3.628	3.934
<i>Lasiacis divaricata (L.) Hitchc.</i>	2	1.5873	0.2222	1.5873	1	5.00	0.00231	1.160	2.582

Vegetación Secundaria Selva Mediana Subcaducifolia CUSTF N=09									
Especie	A	A R	D	D r	F	Fr	Dom	Dom r	VI
<i>Paullinia fuscescens</i> Kunth.	4	3.1746	0.4444	3.1746	2	10.00	0.00615	3.085	5.420
<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose	1	0.7937	0.1111	0.7937	1	5.00	0.00106	0.530	2.108
<i>Total</i>	126	100	14.0000	100	20	100	0.1994	100	100

Dentro del estrato Arbóreo las especies con mayor Importancia ecológica es *Senegalia gaumeri* con un valor de IVI de 13.56, seguido de *Piscidia piscipula* con un valor de IVI de 10.52; Dentro del estrato arbustivo las especies con mayor importancia son *Croton flavenscon* un valor de IVI de 19.14 y *Randia aculeata* un valor de IVI de 13.37, por último en el estrato herbáceo la especie con mayor valor de IVI es *Achyranthes aspera* con un valor de IVI de 21.08.

Índices de Diversidad para el CUSTF

Tabla IV.21. Tabla Resumen Índices de Diversidad, Riqueza y Abundancia para Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia dentro del CUSTF

Nombre científico	No. de Individuos	Riqueza	Abundancia Relativa	ln(Pi)	índice Shannon	índice Shannon	índice de Pielou
<i>Abutilon permolle</i> (Willd) Sweet	48		0.0645	-2.7408	-0.1768		
<i>Acacia collinsii</i> Saff.	3		0.0040	-5.5134	-0.0222		
<i>Acacia cornigera</i> (L.) Willd.	14		0.0188	-3.9730	-0.0748		
<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.	29		0.0390	-3.2447	-0.1265		
<i>Achyranthes aspera</i> L.	38	45	0.0511	-2.9745	-0.1519	3.2737	0.8600
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.	5		0.0067	-5.0026	-0.0336		
<i>Aphelandra scabra</i> (Vahl) Sm.	24		0.0323	-3.4340	-0.1108		
<i>Bauhinia divaricata</i> L.	21		0.0282	-3.5675	-0.1007		
<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.)	1		0.0013	-6.6120	-0.0089		

Nombre científico	No. de Individuos	Riqueza	Abundancia Relativa	ln(Pi)	índice Shannon	índice Shannon	índice de Pielou
<i>Bromelia pinguin</i> (E. Morren). L.B.Smith	9		0.0121	-4.4148	-0.0534		
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	23		0.0309	-3.4765	-0.1075		
<i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm.	4		0.0054	-5.2257	-0.0281		
<i>Caesalpinia</i> sp.	5		0.0067	-5.0026	-0.0336		
<i>Caesalpinia yucatanensis</i> (Britton & Rose) Greenm	7		0.0094	-4.6661	-0.0439		
<i>Caesalpinia platyloba</i> S. Watson	15		0.0202	-3.9040	-0.0787		
<i>Cascabela thevetia</i> (L.) Lippold	1		0.0013	-6.6120	-0.0089		
<i>Cedrela odorata</i> L.	1		0.0013	-6.6120	-0.0089		
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	8		0.0108	-4.5326	-0.0487		
<i>Cnidocolus souzae</i> McVaugh	14		0.0188	-3.9730	-0.0748		
<i>Cordia dodecandra</i> DC	8		0.0108	-4.5326	-0.0487		
<i>Cordia gerascanthus</i> L.	4		0.0054	-5.2257	-0.0281		
<i>Croton flavens</i> L.	53		0.0712	-2.6417	-0.1882		
<i>Elytraria imbricata</i> (Vahl) Pers.	19		0.0255	-3.6676	-0.0937		
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	2		0.0027	-5.9189	-0.0159		
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	14		0.0188	-3.9730	-0.0748		
<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	19		0.0255	-3.6676	-0.0937		
<i>Hampea trilobata</i> Standl.	2		0.0027	-5.9189	-0.0159		
<i>Havardia albicans</i> (Kunth) Britton & Rose	6		0.0081	-4.8203	-0.0389		
<i>Hybanthus yucatanensis</i> Millsp.	4		0.0054	-5.2257	-0.0281		
<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.	3		0.0040	-5.5134	-0.0222		
<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	10		0.0134	-4.3095	-0.0579		

Nombre científico	No. de Individuos	Riqueza	Abundancia Relativa	ln(Pi)	índice Shannon	índice Shannon	índice de Pielou
<i>Lantana camara L.</i>	12		0.0161	-4.1271	-0.0666		
<i>Lasiacis divaricata (L.) Hitchc.</i>	2		0.0027	-5.9189	-0.0159		
<i>Metopium brownei (Jacq.) Urb.</i>	11		0.0148	-4.2141	-0.0623		
<i>Morinda royoc L.</i>	12		0.0161	-4.1271	-0.0666		
<i>Paullinia fuscescens Kunth.</i>	7		0.0094	-4.6661	-0.0439		
<i>Piscidia piscipula (L.) Sarg.</i>	36		0.0484	-3.0285	-0.1465		
<i>Platymiscium yucatanum Standl.</i>	1		0.0013	-6.6120	-0.0089		
<i>Randia aculeata L.</i>	118		0.1586	-1.8414	-0.2920		
<i>Randia obcordata S. Watson</i>	34		0.0457	-3.0857	-0.1410		
<i>Randia sp.</i>	29		0.0390	-3.2447	-0.1265		
<i>Sabal mexicana Mart.</i>	1		0.0013	-6.6120	-0.0089		
<i>Senegalia gaumeri (S. F. Blake) Britton & Rose</i>	44		0.0591	-2.8279	-0.1672		
<i>Senna racemosa (Mill.) H.S. Irwin & Barneby</i>	10		0.0134	-4.3095	-0.0579		
<i>Vitex gaumeri Greenm</i>	13		0.0175	-4.0471	-0.0707		
	744		1	H'calculada	3.2737		

Índices de Valor de Importancia para el SAR

Tabla IV.22. Índice de IVI para Vegetación Secundaria Selva Mediana Subcaducifolia en el SAR

Vegetación Secundaria Selva Mediana Subcaducifolia SAR N=09									
Especie	A	AR	D	Dr	F	Fr	Dom	Dom r	VI
Estrato Arbóreo									
<i>Acacia collinsii Saff.</i>	3	1.049	0.00033	1.049	1	1.2	0.0000052	0.388	0.881

Vegetación Secundaria Selva Mediana Subcaducifolia SAR N=09

<i>Acacia cornigera (L.) Willd.</i>	7	2.448	0.00078	2.448	2	2.4	0.0000252	1.885	2.247
<i>Acacia pennatula (Schltdl. & Cham.) Benth.</i>	15	5.245	0.00167	5.245	3	3.6	0.0000693	5.173	4.677
<i>Alvaradoa amorphoides Liebm.</i>	1	0.350	0.00011	0.350	1	1.2	0.0000059	0.441	0.665
<i>Bauhinia divaricata L.</i>	5	1.748	0.00056	1.748	2	2.4	0.0000222	1.656	1.938
<i>Bursera simaruba (L.) Sarg.</i>	88	30.769	0.00978	30.769	8	9.6	0.0004306	32.165	24.191
<i>Caesalpinia gaumeri Greenm.</i>	6	2.098	0.00067	2.098	3	3.6	0.0000231	1.723	2.479
<i>Caesalpinia yucatanensis (Britton & Rose) Greenm</i>	4	1.399	0.00044	1.399	3	3.6	0.0000068	0.509	1.841
<i>Caesalpinia platyloba S. Watson</i>	11	3.846	0.00122	3.846	2	2.4	0.0000467	3.486	3.247
<i>Cedrela odorata L.</i>	1	0.350	0.00011	0.350	1	1.2	0.0000007	0.053	0.536
<i>Ceiba aesculifolia (Kunth) Britten & Baker f.</i>	2	0.699	0.00022	0.699	2	2.4	0.0000158	1.178	1.429
<i>Ceiba pentandra (L.) Gaertn.</i>	8	2.797	0.00089	2.797	4	4.8	0.0000344	2.566	3.394
<i>Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng.</i>	12	4.196	0.00133	4.196	4	4.8	0.0000556	4.151	4.389
<i>Cordia gerascanthus L.</i>	4	1.399	0.00044	1.399	3	3.6	0.0000048	0.355	1.789
<i>Diphysa carthagenensis Jacq</i>	1	0.350	0.00011	0.350	1	1.2	0.0000079	0.587	0.714
<i>Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.</i>	4	1.399	0.00044	1.399	2	2.4	0.0000152	1.138	1.649
<i>Ficus cotinifolia Kunth</i>	1	0.350	0.00011	0.350	1	1.2	0.0000059	0.441	0.665
<i>Guazuma ulmifolia Lam.</i>	8	2.797	0.00089	2.797	2	2.4	0.0000534	3.988	3.065
<i>Gymnopodium floribundum Rolfe</i>	6	2.098	0.00067	2.098	4	4.8	0.0000404	3.016	3.311
<i>Havardia albicans (Kunth) Britton & Rose</i>	3	1.049	0.00033	1.049	2	2.4	0.0000080	0.598	1.352
<i>Jacaratia mexicana A. DC.</i>	2	0.699	0.00022	0.699	1	1.2	0.0000074	0.556	0.820
<i>Lonchocarpus rugosus Benth.</i>	3	1.049	0.00033	1.049	2	2.4	0.0000204	1.525	1.661
<i>Lysiloma latisiliquum (L.) Benth.</i>	15	5.245	0.00167	5.245	5	6.0	0.0000665	4.970	5.413

Vegetación Secundaria Selva Mediana Subcaducifolia SAR N=09

<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	9	3.147	0.00100	3.147	5	6.0	0.0000592	4.425	4.532
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	46	16.084	0.00511	16.084	9	10.8	0.0001942	14.507	13.811
<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose	8	2.797	0.00089	2.797	4	4.8	0.0000465	3.470	3.696
<i>Senna racemosa</i> (Mill.) H.S. Irwin & Barneby	3	1.049	0.00033	1.049	2	2.4	0.0000178	1.332	1.597
<i>Vitex gaumeri</i> Greenm	10	3.497	0.00111	3.497	4	4.8	0.0000498	3.718	4.011
Total	286	100	0.032	100	83	100	0.001339	100	100

Estrato Arbustivo

Especie	A	A R	D	Dr	F	Fr	Dom	Dom r	VI
<i>Acacia collinsii</i> Saff.	3	0.882	0.0033	0.882	2	2.90	0.000005	0.033	1.271
<i>Acacia cornigera</i> (L.) Willd.	4	1.176	0.0044	1.176	2	2.90	0.000004	0.026	1.367
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.	2	0.588	0.0022	0.588	2	2.90	0.000123	0.809	1.432
<i>Aphelandra scabra</i> (Vahl) Sm.	32	9.412	0.0356	9.412	3	4.35	0.003362	22.110	11.957
<i>Bauhinia divaricata</i> L.	20	5.882	0.0222	5.882	6	8.70	0.000023	0.148	4.909
<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.)	4	1.176	0.0044	1.176	2	2.90	0.000441	2.903	2.326
<i>Bromelia pinguin</i> (E. Morren). L.B.Smith	10	2.941	0.0111	2.941	3	4.35	0.004158	27.347	11.545
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	1	0.294	0.0011	0.294	1	1.45	0.000002	0.014	0.586
<i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm.	3	0.882	0.0033	0.882	2	2.90	0.000004	0.026	1.269
<i>Caesalpinia</i> sp.	12	3.529	0.0133	3.529	1	1.45	0.000015	0.096	1.692
<i>Cascabela thevetia</i> (L.) Lippold	3	0.882	0.0033	0.882	1	1.45	0.000455	2.990	1.774
<i>Cnidocolus souzae</i> McVaugh	18	5.294	0.0200	5.294	5	7.25	0.001909	12.558	8.366
<i>Croton flavens</i> L.	33	9.706	0.0367	9.706	5	7.25	0.003930	25.851	14.268
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	1	0.294	0.0011	0.294	1	1.45	0.000002	0.014	0.586

Vegetación Secundaria Selva Mediana Subcaducifolia SAR N=09

<i>Gymnopodium floribundum Rolfe</i>	19	5.588	0.0211	5.588	3	4.35	0.000024	0.157	3.364
<i>Hampea trilobata Standl.</i>	1	0.294	0.0011	0.294	1	1.45	0.000001	0.005	0.583
<i>Hybanthus yucatanensis Millsp.</i>	5	1.471	0.0056	1.471	1	1.45	0.000007	0.048	0.989
<i>Jatropha gaumeri Greenm.</i>	3	0.882	0.0033	0.882	1	1.45	0.000003	0.017	0.783
<i>Morinda royoc L.</i>	4	1.176	0.0044	1.176	1	1.45	0.000552	3.633	2.086
<i>Paullinia fuscescens Kunth.</i>	3	0.882	0.0033	0.882	1	1.45	0.000004	0.025	0.785
<i>Piscidia piscipula (L.) Sarg.</i>	4	1.176	0.0044	1.176	2	2.90	0.000002	0.016	1.364
<i>Platymiscium yucatanum Standl.</i>	2	0.588	0.0022	0.588	1	1.45	0.000004	0.024	0.687
<i>Randia aculeata L.</i>	87	25.588	0.0967	25.588	7	10.14	0.000103	0.681	12.138
<i>Randia obcordata S. Watson</i>	32	9.412	0.0356	9.412	5	7.25	0.000040	0.264	5.641
<i>Randia sp.</i>	14	4.118	0.0156	4.118	2	2.90	0.000015	0.096	2.371
<i>Senegalia gaumeri (S. F. Blake) Britton & Rose</i>	17	5.000	0.0189	5.000	6	8.70	0.000014	0.095	4.597
<i>Senna racemosa (Mill.) H.S. Irwin & Barneby</i>	3	0.882	0.0033	0.882	2	2.90	0.000003	0.017	1.266
Total	340	100	0.3778	100	69	100	0.0152	100	100

Estrato Herbáceo

Especie	A	A R	D	D r	F	F r	Dom	Dom r	VI
<i>Abutilon permolle (Willd) Sweet</i>	33	24.6269	3.6667	24.6269	6	20.69	0.04849	23.935	23.084
<i>Achyranthes aspera L.</i>	35	26.1194	3.8889	26.1194	2	6.90	0.05333	26.326	19.781
<i>Aphelandra scabra (Vahl) Sm.</i>	15	11.1940	1.6667	11.1940	5	17.24	0.02711	13.380	13.939
<i>Cnidocolus souzae McVaugh</i>	12	8.9552	1.3333	8.9552	4	13.79	0.01662	8.207	10.318
<i>Elytraria imbricata (Vahl) Pers.</i>	24	17.9104	2.6667	17.9104	5	17.24	0.03282	16.202	17.118
<i>Lantana camara L.</i>	5	3.7313	0.5556	3.7313	2	6.90	0.00822	4.058	4.895

Vegetación Secundaria Selva Mediana Subcaducifolia SAR N=09

<i>Lasiacis divaricata (L.) Hitchc.</i>	6	4.4776	0.6667	4.4776	3	10.34	0.01034	5.105	6.642
<i>Paullinia fuscescens Kunth.</i>	4	2.9851	0.4444	2.9851	2	6.90	0.00565	2.787	4.223
<i>Total</i>	134	100	14.8889	100	29	100	0.2026	100	100

Dentro del estrato Arbóreo las especies con mayor Importancia ecológica es *Bursera simaruba* con un valor de IVI de 24.19, seguido de *Piscidia piscipula* con un valor de IVI de 13.81; Dentro del estrato arbustivo las especies con mayor importancia son *Croton flavenscon* un valor de IVI de 14.26 y *Randia aculeata* un valor de IVI de 12.13, por último en el estrato herbáceo la especie con mayor valor de IVI es *Abutilon permolle* con un valor de IVI de 23.08.

Índices de Diversidad para SAR

Tabla IV.23. Tabla Resumen Índices de Diversidad, Riqueza y Abundancia para Vegetación Secundaria Selva Mediana Subcaducifolia en SAR

Nombre científico	No. de Individuos	Riqueza	Abundancia Relativa	ln(Pi)	índice Shannon	índice Shannon	índice de Pielou
<i>Abutilon permolle (Willd) Sweet</i>	33		0.0434	-3.1368	-0.1362		
<i>Acacia collinsii Saff.</i>	6		0.0079	-4.8416	-0.0382		
<i>Acacia cornigera (L.) Willd.</i>	11		0.0145	-4.2354	-0.0613		
<i>Acacia pennatula (Schltdl. & Cham.) Benth.</i>	15		0.0197	-3.9253	-0.0775		
<i>Achyranthes aspera L.</i>	35	49	0.0461	-3.0780	-0.1417	3.3263	0.8547
<i>Alvaradoa amorphoides Liebm.</i>	3		0.0039	-5.5347	-0.0218		
<i>Aphelandra scabra (Vahl) Sm.</i>	47		0.0618	-2.7832	-0.1721		
<i>Bauhinia divaricata L.</i>	25		0.0329	-3.4144	-0.1123		
<i>Bonellia macrocarpa (Cav.)</i>	4		0.0053	-5.2470	-0.0276		
<i>Bromelia pinguin(E. Morren). L.B.Smith</i>	10		0.0132	-4.3307	-0.0570		

Nombre científico	No. de Individuos	Riqueza	Abundancia Relativa	ln(Pi)	índice Shannon	índice Shannon	índice de Pielou
<i>Bursera simaruba (L.) Sarg.</i>	89		0.1171	-2.1447	-0.2512		
<i>Caesalpinia gaumeri Greenm.</i>	9		0.0118	-4.4361	-0.0525		
<i>Caesalpinia sp.</i>	12		0.0158	-4.1484	-0.0655		
<i>Caesalpinia yucatanensis (Britton & Rose) Greenm</i>	4		0.0053	-5.2470	-0.0276		
<i>Caesalpinia platyloba S. Watson</i>	11		0.0145	-4.2354	-0.0613		
<i>Cascabela thevetia (L.) Lippold</i>	3		0.0039	-5.5347	-0.0218		
<i>Cedrela odorata L.</i>	1		0.0013	-6.6333	-0.0087		
<i>Ceiba aesculifolia (Kunth) Britten & Baker f.</i>	2		0.0026	-5.9402	-0.0156		
<i>Ceiba pentandra (L.) Gaertn.</i>	8		0.0105	-4.5539	-0.0479		
<i>Cnidoscolus souzae McVaugh</i>	30		0.0395	-3.2321	-0.1276		
<i>Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng.</i>	12		0.0158	-4.1484	-0.0655		
<i>Cordia gerascanthus L.</i>	4		0.0053	-5.2470	-0.0276		
<i>Croton flavens L.</i>	33		0.0434	-3.1368	-0.1362		
<i>Diphysa carthagenensis Jacq</i>	1		0.0013	-6.6333	-0.0087		
<i>Elytraria imbricata (Vahl) Pers.</i>	24		0.0316	-3.4553	-0.1091		
<i>Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.</i>	4		0.0053	-5.2470	-0.0276		
<i>Ficus cotinifolia Kunth</i>	1		0.0013	-6.6333	-0.0087		
<i>Guazuma ulmifolia Lam.</i>	9		0.0118	-4.4361	-0.0525		
<i>Gymnopodium floribundum Rolfe</i>	25		0.0329	-3.4144	-0.1123		
<i>Hampea trilobata Standl.</i>	1		0.0013	-6.6333	-0.0087		
<i>Havardia albicans (Kunth) Britton & Rose</i>	3		0.0039	-5.5347	-0.0218		
<i>Hybanthus yucatanensis Millsp.</i>	5		0.0066	-5.0239	-0.0331		

Nombre científico	No. de Individuos	Riqueza	Abundancia Relativa	ln(Pi)	índice Shannon	índice Shannon	índice de Pielou
<i>Jacaratia mexicana</i> A. DC.	2		0.0026	-5.9402	-0.0156		
<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	3		0.0039	-5.5347	-0.0218		
<i>Lantana camara</i> L.	5		0.0066	-5.0239	-0.0331		
<i>Lasiacis divaricata</i> (L.) Hitchc.	6		0.0079	-4.8416	-0.0382		
<i>Lonchocarpus rugosus</i> Benth.	3		0.0039	-5.5347	-0.0218		
<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.	15		0.0197	-3.9253	-0.0775		
<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.	9		0.0118	-4.4361	-0.0525		
<i>Morinda royoc</i> L.	4		0.0053	-5.2470	-0.0276		
<i>Paullinia fuscescens</i> Kunth.	7		0.0092	-4.6874	-0.0432		
<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.	50		0.0658	-2.7213	-0.1790		
<i>Platymiscium yucatanum</i> Standl.	2		0.0026	-5.9402	-0.0156		
<i>Randia aculeata</i> L.	87		0.1145	-2.1674	-0.2481		
<i>Randia obcordata</i> S. Watson	32		0.0421	-3.1676	-0.1334		
<i>Randia</i> sp.	14		0.0184	-3.9943	-0.0736		
<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose	25		0.0329	-3.4144	-0.1123		
<i>Senna racemosa</i> (Mill.) H.S. Irwin & Barneby	6		0.0079	-4.8416	-0.0382		
<i>Vitex gaumeri</i> Greenm	10		0.0132	-4.3307	-0.0570		
	760		1	H' calculada	3.3263		

Al hacer la comparación en riqueza y diversidad obtenidas dentro del área de cambio y uso de suelo técnico forestal contra la que presenta nuestro SAR, podemos concluir que a pesar de que la riqueza es mayor dentro de nuestro SAR la composición florística de las especies más representativas se mantiene sin presentar diferencias significativas; por otra parte los valores que se presentan con respecto a la diversidad podrían considerarse de valor Alto en donde los valores de dominancia se inclinan

ligeramente hacia algunas de las especies que conforman el estrato arbóreo tal es el caso de *Bursera simaruba*, *Piscidia piscipula* y *Senegalia gaumeri*; lo cual es congruente con el tipo de vegetación descrita y presente tanto en el área de cambio y uso de suelo técnico forestal como en el SAR, cabe destacar que este tipo de vegetación al ser subcaducifolia presenta la una característica peculiar de cambio, directamente relacionada a la temporalidad y condiciones climatológicas por lo que los cambios en sus estructuras poblaciones pueden variar de una estación a otra.

De esta manera podemos concluir que el proyecto **Parque Eólico Kabil**, no representara un impacto negativo en la zona, ya que el tipo de vegetación a afectar resulta menor al 1% presente en toda el SAR bajo estudio, que si bien estos ecosistemas presentan algún grado de perturbación por la acción humana, también presentan indicios de regeneración en sus coberturas.

Composición de las comunidades de fauna presentes en el SAR y Área del proyecto.

Trabajos en Campo.

La determinación de la fauna terrestre y voladora (Aves, Reptiles, Anfibios y Mamíferos) presentes en el área de estudio, se realizó en función del grupo faunístico, sin embargo, la actividad principal a realizar fue el transecto en franja, en la cual se obtuvieron registros directos de las especies tal como la observación directa o visual (anfibios, reptiles, aves, y mamíferos) y la auditiva (para el caso de aves y algunos mamíferos). Los registros indirectos (huellas, excretas, madrigueras, huesos, entre otros) se contemplaron únicamente para realizar los listados totales y verificar la presencia de aquellas especies que no pudieran ser registradas mediante métodos directos.

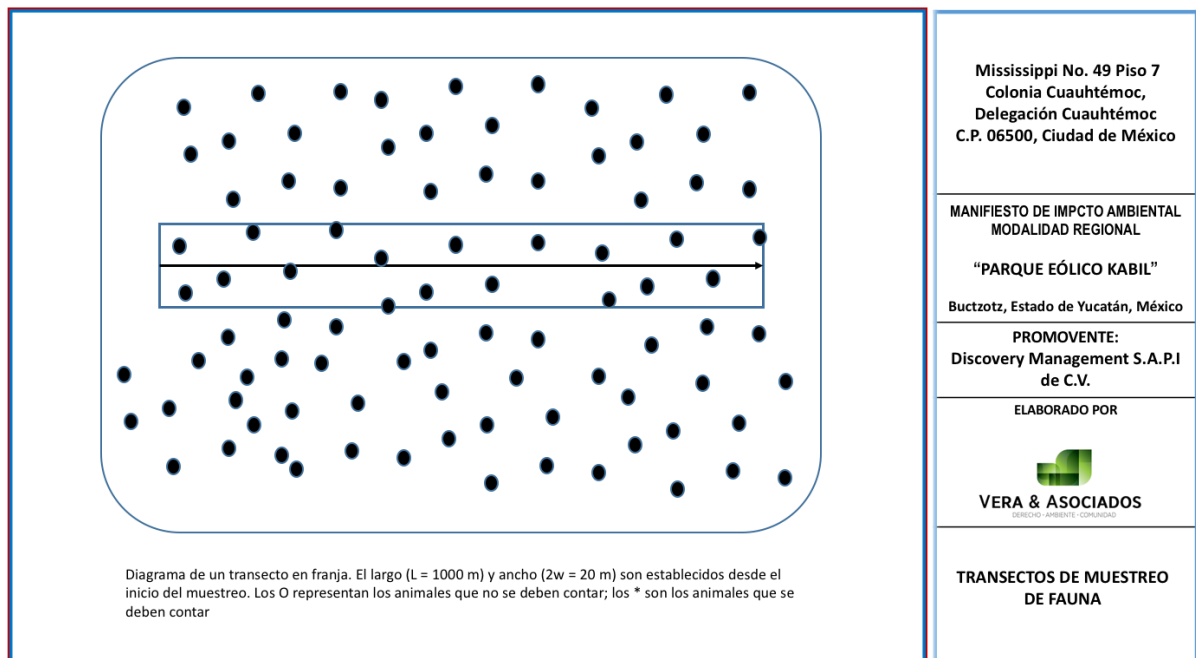
A continuación se describe más detalladamente el tipo de muestreo utilizado para la caracterización de la fauna silvestre:

Muestreo de transecto en franja

De acuerdo con Mandujano-Rodríguez (s/a), este método consiste en una modificación del muestreo de cuadrante que facilita la tarea de contar todos los individuos en la unidad de muestreo (figura IV.24). El "cuadrante" es una franja angosta y larga en forma de rectángulo que es recorrida por el (los) observador(es) a través de la línea central, contando todos los individuos dentro de la franja muestral de anchura $2W$ (ancho efectivo), esto último se refiere a la anchura en ambos lados de la línea del

transecto. La visibilidad es afectada por los siguientes factores: cobertura vegetal, relieve, hora y técnica de muestreo (a pie, caballo, vehículo terrestre o aéreo).

Figura IV.24. Diagrama de un transecto en franja. El largo ($L = 1000$ m) y ancho ($2w = 20$ m) son establecidos desde el inicio del muestreo. Los O representan los animales que no se deben contar; los * son los animales que se deben contar.



Las consideraciones usadas para este tipo de muestreo son las siguientes:

- Todos los individuos contenidos en el área muestreada tienen la misma probabilidad de ser detectados ($p = 1.0$).
- Cualquiera de los individuos está aleatoriamente distribuido sobre el área muestreada, o el transecto fue ubicado de manera aleatoria en el área.
- Todos los individuos (ambos sexos y todas las edades) son igualmente probables a ser ahuyentadas. El avistamiento de un organismo no influye en el avistamiento de otros organismos.
- Ningún animal es contado más de una vez.

Este procedimiento de muestreo puede ser aplicado a animales de todos tamaños, en una variedad de hábitat. Incluso animales que ordinariamente están ocultos pueden ser contados si ellos son ahuyentados por el observador. Este método aporta información bastante confiable y puede ser utilizado para estimar índices de densidad poblacional.

No obstante, los principales factores que pueden afectar la aplicación de esta metodología son los siguientes:

- Que tan conspicuos o visibles son los individuos.
- Condiciones meteorológicas.
- Actividad de la especie en relación con la hora del día o estación del año.
- Conteos duplicados de individuos que se desplazan hacia adelante durante el recorrido del transecto después de ser ahuyentados
- Variación en el efecto de la cobertura del hábitat para la detección de los individuos.

Las metodologías específicas para el muestreo de cada grupo de fauna se describen a continuación:

Anfibios y Reptiles.

La observación de estas especies se llevó a cabo durante los recorridos realizados en los transectos en banda, se utilizó la técnica de búsqueda activa, en la cual se revisaron huecos, debajo de la hojarasca, debajo de troncos y piedras, que son los sitios donde se esconden la mayoría de las especies de reptiles y anfibios. Cada vez que se observó un individuo se le identificó con la ayuda de guías de campo y/o con manuales previamente elaborados.

Mamíferos.

La presencia de los mamíferos en el área se puede constatar mediante la observación directa de los individuos, sin embargo, debido al comportamiento de la mayoría de los mamíferos, siendo discreto y evasivo, se utilizaron de igual manera métodos indirectos, estos consisten en la identificación de los individuos por medio de algún indicio de actividad en la zona, ya sean; huellas, excretas, pelos, comederos, rascaderos, madrigueras, nidos, etc. siguiendo las recomendaciones hechas por Mandujano

y Aranda (1993), Reid (1997) y Aranda (2000). Para la identificación de las especies se realizó de acuerdo de la experiencia del personal y ayuda de guías de campo. (Coates-Estrada y Estrada, 1994; Aranda, 2000; Ceballos y Oliva, 2005).

Como medida adicional se utilizó lo que son 5 cámaras trampa modelo WildView XtremeInfrared STC-TGL2IR, la cual consiste en un dispositivo compuesto por un sistema detector de movimiento y/o calor, que, al detectar movimiento o cambio de temperatura, el dispositivo se activa tomando un registro fotográfico del agente, ya sea algún animal u objeto. Para aumentar el éxito de captura estas cámaras fueron cebadas con productos comerciales (Fruta, Sardina, viseras de pollo o res).

Es importante remarcar que las cámaras fueron colocadas en relación con la accesibilidad de los sitios, cada una estuvo colocada en una estación, cada estación tuvo una duración de 3 días completos (Sin contar el día de colocación y retiro de estas). Sumando así 360 hrs/trampa.

Tabla IV.24. Ubicación Espacial de las Cámaras Trampa utilizadas en el estudio.

CÁMARAS		
ID	X UTM	Y UTM
1	326503	2341835
2	327061	2341836
3	327249	2342569
4	328631	2346790
5	326901	2345362

Como actividad complementaria a los recorridos realizados, en los sitios considerados como apropiados para una buena observación y captura temporal, se colocaron trampas tipo Sherman, para la captura de roedores, estas fueron cebadas con una mezcla a base de crema de cacahuete y avena, las cuales permanecieron activas durante turnos nocturnos con el fin de lograr la captura de algunos individuos.

Aves.

Los recorridos a lo largo de los transectos se iniciaron mediante una caminata a partir de las 8am ya que este grupo puede ser observado con mayor facilidad en las primeras horas de la mañana y al atardecer, debido a que es cuando las aves presentan sus más altos rangos de actividad, facilitando de esta forma la observación e identificación de cada individuo.

Para la observación de las aves se utilizaron binoculares (10x30). Así mismo, se realizó la identificación de especies por medio del canto, huellas y nidos. Para la identificación de las especies se basó principalmente en la experiencia del personal, sin embargo, también se respaldaron en guías de campo como las de Peterson y Chalif (1994), Howell y Webb (1995), National Geographic Society (1996) y Edwards (1998) y Field Guide to the Birds of North America National Geographic (2011).

Tamaño de muestra para el SAR y el área del proyecto.

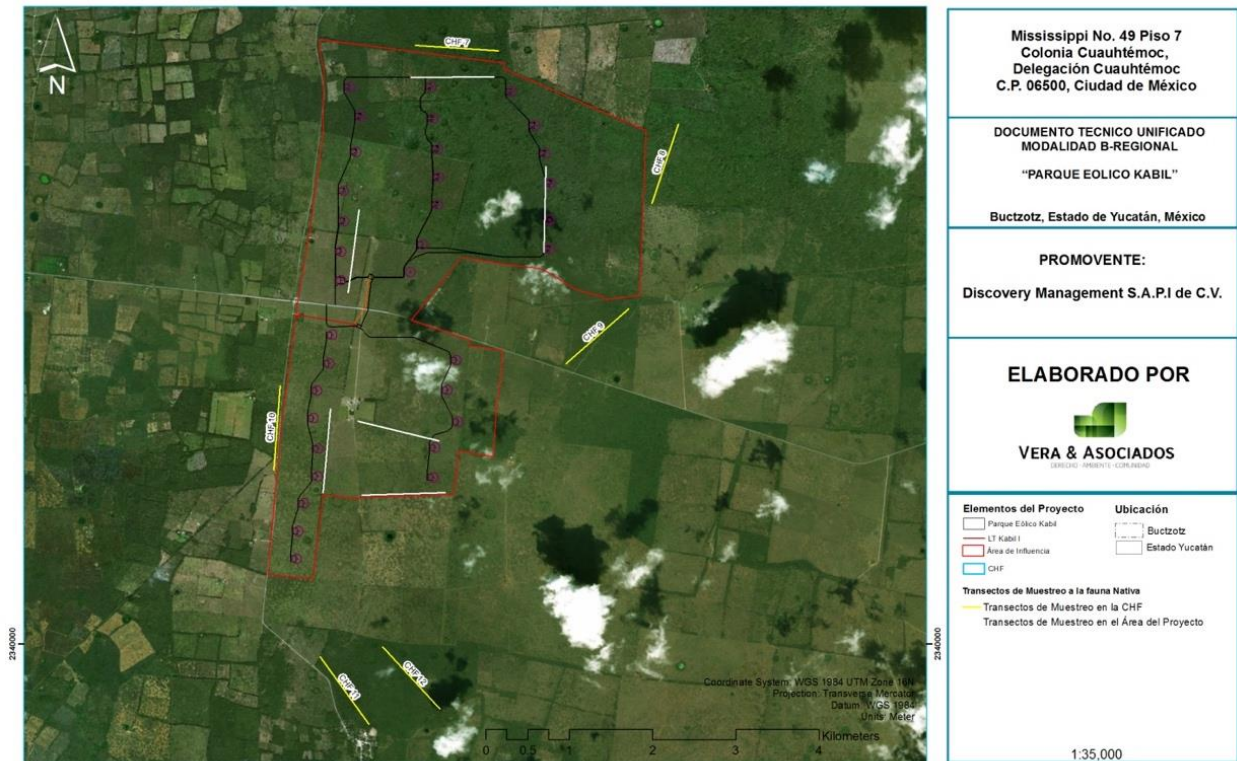
Los transectos pueden ser ubicados de manera sistemática o aleatoria, para el caso del muestreo realizado en el SAR y en el área del proyecto se eligió hacerlo de manera aleatoria. Se realizaron un total de 12 transectos con una longitud de 1000mts (L) por 20 metros de ancho (2w), los cuales fueron distribuidos la siguiente manera; 6 transectos para el área del proyecto y 6 para el SAR sumando una superficie total muestreada de 24 Ha, 12 Ha para área del proyecto y 12 Ha para el SAR. Aproximadamente.

Tabla IV.25. Transectos utilizados para el monitoreo de Fauna presente en el área de estudio.

TRANSECTOS							
PUNTO	Zona	X UTM	Y UTM	PUNTO	Zona	X UTM	Y UTM
T1 Inicial	Área Proyecto	326633	2342821	T7 Inicial	SAR	327652	2347199
T1 Final	Área Proyecto	326540	2341817	T7 Final	SAR	328655	2347131
T2 Inicial	Área Proyecto	327011	2341786	T8 Inicial	SAR	330818	2346250
T2 Final	Área Proyecto	328011	2341814	T8 Final	SAR	330495	2345296

TRANSECTOS							
PUNTO	Zona	X UTM	Y UTM	PUNTO	Zona	X UTM	Y UTM
T3 Inicial	Área Proyecto	326962	2342672	T9 Inicial	SAR	330219	2344026
T3 Final	Área Proyecto	327936	2342439	T9 Final	SAR	329463	2343371
T4 Inicial	Área Proyecto	326844	2344225	T10 Inicial	SAR	326025	2343105
T4 Final	Área Proyecto	326974	2345220	T10 Final	SAR	325948	2342090
T5 Inicial	Área Proyecto	327598	2346816	T11 Inicial	SAR	326507	2339839
T5 Final	Área Proyecto	328599	2346821	T11 Final	SAR	327096	2339031
T6 Inicial	Área Proyecto	329220	2345740	T12 Inicial	SAR	327945	2339215
T6 Final	Área Proyecto	329199	2344711	T12 Final	SAR	327260	2339961

Figura IV.25. Ubicación de los levantamientos y muestreo de fauna



Análisis Estadístico.

Índice de Diversidad Shannon-Wiener.

Para la estimación de Abundancia y Diversidad se aplicó un Índice de Shannon-Wiener, el cual se usa en la ecología y otras ciencias para medir la biodiversidad específica. Este índice se representa normalmente con una H' y se expresa siempre con número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0.5 y 5, valores inferiores a 2 se consideran ecosistemas de diversidad baja y superiores a 3 ecosistemas de diversidad alta. Es importante aclarar que normalmente los ecosistemas con mayores valores son bosques tropicales o arrecifes de coral, mientras que las zonas desérticas y similares son las de menores valores en cuanto a diversidad. Una de las mayores ventajas de este índice, es que a pesar de ser un índice de fácil aplicación, no es necesario identificar las especies presentes, basta con poder distinguir unas de otras, para hacer el recuento de individuos de cada una de ellas, y su Abundancia Total.

La fórmula para aplicar el índice de Shannon es la siguiente.

$$H' = - \sum_{i=1}^S (P_i)(\ln P_i)$$

Donde:

H= Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

P_i= Abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

LnP_i= logaritmo natural de pi.

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (Riqueza) y la Cantidad de Individuos de la especie (Abundancia) junto con la cantidad de individuos por especie en relación al total de individuos (Abundancia relativa).

El máximo valor de este índice para un número determinado de especies se calcula de la siguiente manera:

$$H_{min} = 0$$

$$H_{max} = \ln(S)$$

Equidad de Pielou.

El índice de equidad de Pielou mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Pielou adopta valores entre 0 y 1, el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad (Martella. et al., 2012). Se calcula con la siguiente fórmula:

$$J' = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Donde:

J= Equidad de Pielou.

H = Índice de diversidad de Shannon.

Ln (S)= Logaritmo natural del número de especies (o riqueza).

En resumen, el Índice de equidad de Pielou es el resultante de la división entre el índice de Shannon-Wiener sobre el logaritmo natural (Ln) de la riqueza (S).

Densidad

Para el cálculo de la densidad de fauna silvestre se utilizó la siguiente formula, esta propuesta por Gallina y López, 2011:

$$D = \frac{n}{2wL}$$

Donde:

D = Densidad.

W = Ancho medio del transecto.

L = Longitud total del transecto.

Resultados:

En total se obtuvieron 528 registros en 53 especies dentro del estudio, el grupo de las aves obtuvo la mayor cantidad de especies con 45, equivalente al 84.61% respecto al total, los mamíferos están representados por 4 especies, seguido de los reptiles con 4 especies. Con relación a la cantidad de registros en el Predio, en el área de proyecto se registraron 224 individuos en 41 especies y para la SAR 304 individuos en 51 especies, de las cuales, 3 Especies se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo, conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y una de ellas en la Lista Roja (UICN).

Tabla IV.26. Riqueza obtenida en los trabajos de Campo para el área de estudio.

ESPECIES REGISTRADAS EN CAMPO		
GRUPO DE VERTEBRADOS	NÚMERO	PORCENTAJE
REPTILES	4	7.60%
MAMÍFEROS	4	7.60%
AVES	45	84.61%
TOTAL	53	100%

A continuación, se muestra un listado general de las especies de fauna registradas para ambos casos, separadas por grupo faunístico.

Tabla IV. 27. Listado general de especies registradas durante los trabajos de campo.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059	UICN
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	S/E	LC
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo plagiatus</i>	Aguililla gris	S/E	LC
Aves	Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	S/E	LC
Aves	Accipitriformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	S/E	LC
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo	S/E	LC
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Esmeralda de Canivet	S/E	LC
Aves	Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildio	S/E	LC
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita común	S/E	LC
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	S/E	LC
Aves	Coraciiformes	Momotidae	<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto ceja azul	S/E	LC
Aves	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	S/E	LC

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059	UICN
Aves	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical	S/E	LC
Aves	Galliformes	Odonthoforidae	<i>Colinus nigrogularis</i>	Codorniz yucateca	S/E	LC
Aves	Galliformes	Phasianidae	<i>Meleagris ocellata</i>	Guajolote ocelado	A	NT
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal norteño	S/E	LC
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina cyanea</i>	Colorín azul	S/E	LC
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo degollado	S/E	LC
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Piranga roja	S/E	LC
Aves	Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	S/E	LC
Aves	Passeriformes	Emberizidae	<i>Tiaris olivaceus</i>	Gorrión semillero	S/E	LC
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	S/E	LC
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus auratus</i>	Calandria dorso naranja	S/E	LC
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria dorso negro menor	S/E	LC
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira	S/E	LC
Aves	Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle tropical	S/E	LC
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga americana</i>	Chipe pecho manchado	S/E	LC
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga coronata</i>	Chipe rabadilla amarilla	S/E	LC
Aves	Passeriformes	Parulidae	<i>Setophaga palmarum</i>	Chipe playero	S/E	LC
Aves	Passeriformes	Passerelidae	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo	S/E	LC
Aves	Passeriformes	Poliophtilidae	<i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita azulgris	S/E	LC
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Volatina jacarina</i>	Semillero brincador	S/E	LC

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059	UICN
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	S/E	LC
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	S/E	LC
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	S/E	LC
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	S/E	LC
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus couchii</i>	Tirano cuir	S/E	LC
Aves	Passeriformes	Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireon ceja canela	S/E	LC
Aves	Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo flavifrons</i>	Vireo garganta amarilla	S/E	LC
Aves	Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo griseus</i>	Vireo ojiblanco	S/E	LC
Aves	Passeriformes	Vireonidae	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	S/E	LC
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	S/E	LC
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza azulada	S/E	LC
Aves	Piciformes	picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	S/E	LC
Aves	Strigiformes	Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Búho cornudo	A	LC
Aves	Strigiformes	Strigidae	<i>Glucidium brasilianum</i>	Tecolote bajoño	S/E	LC
Mammalia	Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	S/E	LC
Mammalia	Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorro gris	S/E	LC
Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis sp.</i>	Tlacuache	S/E	LC
Mammalia	Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus florindanus</i>	Conejo serrano	S/E	LC
Reptilia	Squamata	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Basilisco marrón	S/E	LC
Reptilia	Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	A	LC
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija espinosa pintas amarillas	S/E	LC

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059	UICN
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus serrifer</i>	Lagartija espnosa azul	S/E	LC

Especies con alguna categoría de riesgo.

Del total de las especies registradas, 3 especies se encuentran incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, encontrándose las tres en categoría A (Amenazada) 2 de ellas pertenecientes al grupo de las aves y una al grupo de los reptiles, y una de ellas se encuentra incluida en la Lista Roja (UICN), siendo ésta el Pavo ocelado (*Meleagris ocellata*). A continuación, se muestra una tabla que resume las especies en cuestión.

Tabla IV.28. Especies registradas, incluidas dentro de alguna categoría de riesgo.

CLASE	ESPECIE	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN
Aves	<i>Bubo virginianus</i>	A (Amenazada)	LC
Aves	<i>Meleagris ocellata</i>	A (Amenazada)	NT (Near threatened)
Reptilia	<i>Ctenosaura similis</i>	A (Amenazada)	LC

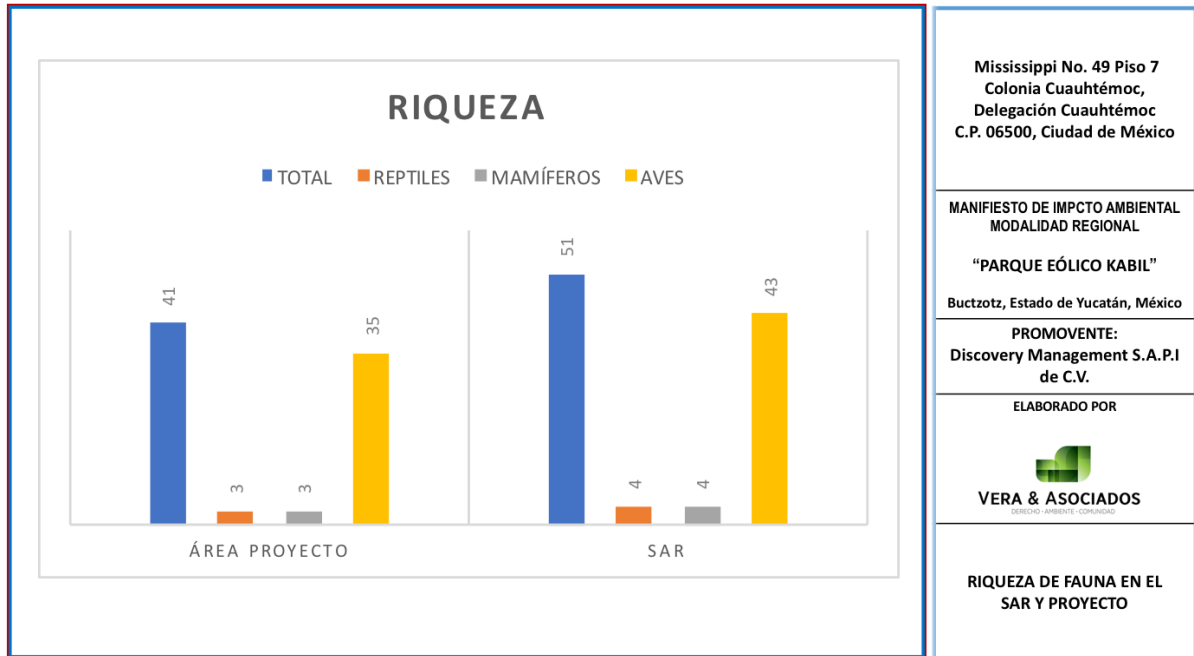
Diversidad.

Riqueza.

La riqueza total fue de 53 Especies, distribuidas en 45 especies de Aves, 4 de Mamíferos, y 4 Reptiles.

Comparando las riquezas obtenidas del SAR, con la zona descrita para el área del proyecto, el SAR presentó un mayor valor de riqueza, registrando 51 Especies, equivalente al 96% respecto al total registradas, a diferencia del área de proyecto que registro el 77% respecto al total de especies, mismas distribuidas en 35 especies de Aves, 3 de Mamíferos, y 3 de Reptiles, sumando un total de riqueza de 41 especies para el área de proyecto.

Figura IV.26. Riqueza Obtenida durante los trabajos en Campo.



Mississippi No. 49 Piso 7
Colonia Cuauhtémoc,
Delegación Cuauhtémoc
C.P. 06500, Ciudad de México

MANIFIESTO DE IMPCTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"PARQUE EÓLICO KABIL"

Buctzotz, Estado de Yucatán, México

PROMOVENTE:
Discovery Management S.A.P.I
de C.V.

ELABORADO POR


VERA & ASOCIADOS
DERECHO • AMBIENTE • COMUNIDAD

RIQUEZA DE FAUNA EN EL
SAR Y PROYECTO

Abundancia.

Tabla IV.29. Abundancia registrada para cada especie dentro del área de proyecto y SAR.

ÁREA PROYECTO		SAR	
ESPECIE	ABUNDANCIA	ESPECIE	ABUNDANCIA
AVES			
<i>Buteo jamaicensis</i>	1	<i>Buteo jamaicensis</i>	2
<i>Buteo plagiatus</i>	0	<i>Buteo plagiatus</i>	1
<i>Cathartes aura</i>	15	<i>Cathartes aura</i>	17
<i>Coragyps atratus</i>	6	<i>Coragyps atratus</i>	8
<i>Amazilia rutila</i>	2	<i>Amazilia rutila</i>	0
<i>Chlorostilbon canivetii</i>	1	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	3

ÁREA PROYECTO		SAR	
ESPECIE	ABUNDANCIA	ESPECIE	ABUNDANCIA
<i>Charadrius vociferus</i>	9	<i>Charadrius vociferus</i>	2
<i>Columbina passerina</i>	11	<i>Columbina passerina</i>	16
<i>Zenaida asiatica</i>	15	<i>Zenaida asiatica</i>	19
<i>Eumomota superciliosa</i>	0	<i>Eumomota superciliosa</i>	2
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	27	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	9
<i>Geococcyx velox</i>	3	<i>Geococcyx velox</i>	2
<i>Colinus nigrogularis</i>	12	<i>Colinus nigrogularis</i>	17
<i>Meleagris ocellata</i>	2	<i>Meleagris ocellata</i>	0
<i>Cardinalis cardinalis</i>	2	<i>Cardinalis cardinalis</i>	6
<i>Passerina cyanea</i>	6	<i>Passerina cyanea</i>	8
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	1	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	4
<i>Piranga rubra</i>	1	<i>Piranga rubra</i>	3
<i>Cyanocorax yncas</i>	2	<i>Cyanocorax yncas</i>	8
<i>Tiaris olivaceus</i>	0	<i>Tiaris olivaceus</i>	3
<i>Dives dives</i>	6	<i>Dives dives</i>	13
<i>Icterus auratus</i>	0	<i>Icterus auratus</i>	1
<i>Icterus cucullatus</i>	2	<i>Icterus cucullatus</i>	3
<i>Icterus gularis</i>	4	<i>Icterus gularis</i>	7
<i>Mimus gilvus</i>	10	<i>Mimus gilvus</i>	14
<i>Setophaga americana</i>	0	<i>Setophaga americana</i>	3
<i>Setophaga coronata</i>	6	<i>Setophaga coronata</i>	8

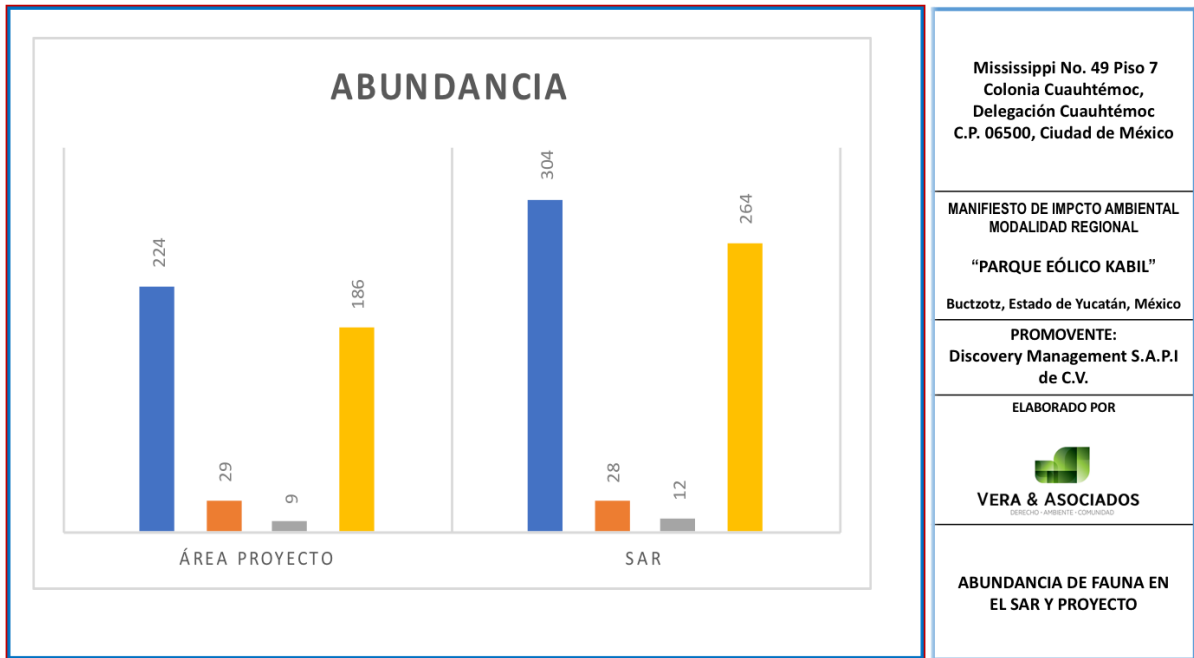
ÁREA PROYECTO		SAR	
ESPECIE	ABUNDANCIA	ESPECIE	ABUNDANCIA
<i>Setophaga palmarum</i>	1	<i>Setophaga palmarum</i>	4
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	2	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	5
<i>Polioptila caerulea</i>	6	<i>Polioptila caerulea</i>	14
<i>Volatina jacarina</i>	12	<i>Volatina jacarina</i>	17
<i>Myarchus tuberculifer</i>	2	<i>Myarchus tuberculifer</i>	5
<i>Myiozetetes similis</i>	4	<i>Myiozetetes similis</i>	4
<i>Pitangus sulphuratus</i>	4	<i>Pitangus sulphuratus</i>	9
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	2	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	3
<i>Tyrannus couchii</i>	1	<i>Tyrannus couchii</i>	4
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	0	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	1
<i>Vireo flavifrons</i>	0	<i>Vireo flavifrons</i>	1
<i>Vireo griseus</i>	1	<i>Vireo griseus</i>	3
<i>Vireo pallens</i>	0	<i>Vireo pallens</i>	1
<i>Ardea alba</i>	2	<i>Ardea alba</i>	4
<i>Ardea herodias</i>	0	<i>Ardea herodias</i>	1
<i>Melanerpes aurifrons</i>	4	<i>Melanerpes aurifrons</i>	7
<i>Bubo virginianus</i>	1	<i>Bubo virginianus</i>	1
<i>Glaucidium brasilianum</i>	0	<i>Glaucidium brasilianum</i>	1
TOTAL	186	TOTAL	264
MAMÍFEROS			
<i>Odocoileus virginianus</i>	1	<i>Odocoileus virginianus</i>	1

ÁREA PROYECTO		SAR	
ESPECIE	ABUNDANCIA	ESPECIE	ABUNDANCIA
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	2	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	3
<i>Didelphis sp.</i>	0	<i>Didelphis sp.</i>	1
<i>Sylvilagus florindanus</i>	6	<i>Sylvilagus florindanus</i>	7
TOTAL	9	TOTAL	12
REPTILES			
<i>Basiliscus vittatus</i>	0	<i>Basiliscus vittatus</i>	3
<i>Ctenosaura similis</i>	8	<i>Ctenosaura similis</i>	13
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	4	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	6
<i>Sceloporus serrifer</i>	17	<i>Sceloporus serrifer</i>	6
TOTAL	29	TOTAL	28
TOTAL GRAL.	224	TOTAL GRAL.	304

Para el área del proyecto, se registraron 224 individuos, distribuidos en 9 mamíferos, 29 reptiles y 186 Aves. Siendo las especies más abundantes la lagartija espinosa azul (*Sceloporus serrifer*) representando a los reptiles con 17 ejemplares, el conejo serrano (*Sylvilagus florindanus*), por el lado de los mamíferos con 6 individuos y por último representando al grupo de las aves, el garrapatero pijuy (*Crotophaga sulcirostris*), con 27 individuos.

Para el SAR, se registró un total de 304 individuos, mismos distribuidos en, 12 Mamíferos, 28 Reptiles y 264 Aves. Siendo la especie más abundante la Iguana negra cola espinosa (*Ctenosaura similis*), representando a los reptiles con 13 ejemplares. Por el lado de los mamíferos nuevamente se encuentra como más abundante el conejo serrano (*Sylvilagus florindanus*), con 7 ejemplares. Y por parte de las aves la paloma ala blanca (*Zenaida asiática*) con 19 ejemplares seguida de L Zopilote aura (*Cathartes aura*), la codorniz yucateca (*Colinus nigrogularis*) y el semillero brincador (*Volatina jacarina*).

Figura IV.27. Concentrado de Abundancia general obtenida dentro del área del proyecto y la SAR, durante los trabajos en campo.



Índice de Biodiversidad de Shannon-Wiener.

Tabla IV.30. Concentrado de Diversidad general obtenida dentro del área del proyecto y el SAR, durante los trabajos en campo.

SHANNON-WIENNER		
Especies	Área de proyecto	SAR
TOTAL	3.29	3.59
REPTILES	0.94	1.25
MAMÍFEROS	0.84	1.07
AVES	3.12	3.42

Índice de Equitatividad de Pielou.

Tabla IV.31. Concentrado de Equitatividad general obtenida dentro del área del proyecto y la SAR, durante los trabajos en campo.

PIELOU		
Especie	Área de Proyecto	SAR
TOTAL	0.88	0.91
REPTILES	0.85	0.9
MAMÍFEROS	0.77	0.77
AVES	0.87	0.9

De acuerdo a la comparativa de los índices de Diversidad Shannon-Wiener y el índice de Equitatividad de Pielou calculados tanto para el SAR, como para el área del proyecto, se describen de manera general ecosistemas con una diversidad alta, debido a que los valores resultantes fueron mayores a 3, siendo $H' = 3.29$ para el área del proyecto y $H' = 3.59$ para el SAR, siendo el SAR el que posee una mayor diversidad de manera general, y de igual manera por grupo faunístico. En lo que respecta al índice de Equitatividad de Pielou, el SAR y el área del proyecto presentan de manera general valores muy similares describiendo ambas partes como ecosistemas homogéneos en cuanto a sus abundancias, siendo más concretos una equitatividad de $J' = 0.91$ del SAR, contra $J' = 0.88$ para el área del proyecto, indicando así que existe una distribución ligeramente más homogénea en el SAR que en el área de proyecto en cuanto a la abundancia de sus especies.

Similitud entre zonas.

De acuerdo con el índice de similitud de Morisita, basado en el número de organismos de cada especie, calculado a través del programa Past3 (Hammer, 2001). Nos arroja un valor de similitud equivalente al 81.80% entre el área del proyecto y el SAR.

Densidad

De acuerdo con la densidad obtenida por medio del cálculo; ($D = n/2wL$), obtenidos en el área de estudio, se puede concluir que las especies de mayor índice de densidad de manera general fueron; el garrapatero pijuy (*Crotophaga sulcirostris*) con (1.50 Ind/Ha), la paloma ala blanca (*Zenaida asiática*) con

(1.42 Ind/Ha) y el zopilote aura (*Cathartes aura*) con (1.33 Ind/Ha), y la Paloma huilota (*Zenaida macroura*) con (2 Ind/Ha).

Comparativamente, entre el área del proyecto, y el SAR, el segundo, fue el que presentó una densidad total mayor, con (25.33 Ind/Ha), contra los (18.67 Ind/Ha) del área del proyecto.

Tabla IV.32. Tabla Cálculos de Densidad por Hectárea (Ha), para las especies dentro del área de estudio.

Especie	SAR (Ind./Ha)	Área Proyecto (Ind./Ha)	Total (Ind./Ha)
<i>Amazilia rutila</i>	-	0.17	0.08
<i>Ardea alba</i>	0.33	0.17	0.25
<i>Ardea herodias</i>	0.08	-	0.04
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	0.42	0.17	0.29
<i>Basiliscus vittatus</i>	0.25	-	0.13
<i>Bubo virginianus</i>	0.08	0.08	0.08
<i>Buteo jamaicensis</i>	0.17	0.08	0.13
<i>Buteo plagiatus</i>	0.08	-	0.04
<i>Cardinalis cardinalis</i>	0.50	0.17	0.33
<i>Cathartes aura</i>	1.42	1.25	1.33
<i>Charadrius vociferus</i>	0.17	0.75	0.46
<i>Chlorostilbon canivetii</i>	0.25	0.08	0.17
<i>Colinus nigrogularis</i>	1.42	1.00	1.21
<i>Columbina passerina</i>	1.33	0.92	1.13
<i>Coragyps atratus</i>	0.67	0.50	0.58
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	0.75	2.25	1.50
<i>Ctenosaura similis</i>	1.08	0.67	0.88
<i>Cyanocorax yncas</i>	0.67	0.17	0.42

Especie	SAR (Ind./Ha)	Área Proyecto (Ind./Ha)	Total (Ind./Ha)
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	0.08	-	0.04
<i>Didelphis sp.</i>	0.08	-	0.04
<i>Dives dives</i>	1.08	0.50	0.79
<i>Eumomota superciliosa</i>	0.17	-	0.08
<i>Geococcyx velox</i>	0.17	0.25	0.21
<i>Glaucidium brasilianum</i>	0.08	-	0.04
<i>Icterus auratus</i>	0.08	-	0.04
<i>Icterus cucullatus</i>	0.25	0.17	0.21
<i>Icterus gularis</i>	0.58	0.33	0.46
<i>Melanerpes aurifrons</i>	0.58	0.33	0.46
<i>Meleagris ocellata</i>	-	0.17	0.08
<i>Mimus gilvus</i>	1.17	0.83	1.00
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	0.42	0.17	0.29
<i>Myiozetetes similis</i>	0.33	0.33	0.33
<i>Odocoileus virginianus</i>	0.08	0.08	0.08
<i>Passerina cyanea</i>	0.67	0.50	0.58
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	0.33	0.08	0.21
<i>Piranga rubra</i>	0.25	0.08	0.17
<i>Pitangus sulphuratus</i>	0.75	0.33	0.54
<i>Polioptila caerulea</i>	1.17	0.50	0.83
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	0.25	0.17	0.21
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	0.50	0.33	0.42

Especie	SAR (Ind./Ha)	Área Proyecto (Ind./Ha)	Total (Ind./Ha)
<i>Sceloporus serrifer</i>	0.50	1.42	0.96
<i>Setophaga americana</i>	0.25	-	0.13
<i>Setophaga coronata</i>	0.67	0.50	0.58
<i>Setophaga palmarum</i>	0.33	0.08	0.21
<i>Sylvilagus florindanus</i>	0.58	0.50	0.54
<i>Tiaris olivaceus</i>	0.25	-	0.13
<i>Tyrannus couchii</i>	0.33	0.08	0.21
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	0.25	0.17	0.21
<i>Vireo flavifrons</i>	0.08	-	0.04
<i>Vireo griseus</i>	0.25	0.08	0.17
<i>Vireo pallens</i>	0.08	-	0.04
<i>Volatina jacarina</i>	1.42	1.00	1.21
<i>Zenaida asiatica</i>	1.58	1.25	1.42
Total	25.33	18.67	22.00

Quirópteros.

Debido a la falta de información respecto al grupo de los Murciélagos, se realizó un listado potencial de Quirópteros para el área de estudio, en la cual se registró un total de 21 Especies, repartidas en 7 Familias, 19 Géneros. De las cuales solamente 1 se encuentran enlistadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, con categoría A (Amenazada). A continuación, se muestra una tabla que resume la información descrita con anterioridad.

Tabla IV.33. Distribución Potencial de Quirópteros dentro del área de Estudio.

Familia	Especie	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Emballonuridae	<i>Peropteryx macrotis</i>	Murciélago Cara de perro	

Familia	Especie	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Noctilionidae	<i>Noctilio leporinus</i>	Murciélago pescador	
Mormoopidae	<i>Pteronotus davyi</i>	Murciélago lomo pelón	
Phyllostomidae	<i>Mycronycteris microtis</i>	Murciélago orejón	
Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	Vampiro común	
Phyllostomidae	<i>Diphylla ecaudata</i>	Vampiro patas peludas	
Phyllostomidae	<i>Mimon bennettii</i>	Murciélago dorado	A (Amenazada)
Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago cola corta	
Phyllostomidae	<i>Centurio senex</i>	Murciélago cara arrugada	
Phyllostomidae	<i>Chiroderma villosum</i>	Murciélago ojos grandes	
Phyllostomidae	<i>Artibeus phaeotis</i>	Murciélago Zapotero pardo	
Natalidae	<i>Natalus stramineus</i>	Murciélago orejas de embudo	
Vespertilionidae	<i>Eptesicus furinalis</i>	Murciélago moreno	
Vespertilionidae	<i>Lasiurus ega</i>	Murciélago amarillo cola peluda	
Vespertilionidae	<i>Lasiurus intermedius</i>	Murciélago amarillo gigante	
Vespertilionidae	<i>Myotis keaysi</i>	Murciélago pata peluda	
Molossidae	<i>Eumops bonariensis</i>	Murciélago enano	
Molossidae	<i>Eumops glaucinus</i>	Murciélago wagner	
Molossidae	<i>Molossus sinaloae</i>	Murcielago mastin sinaloense	
Molossidae	<i>Promops centralis</i>	Murcielago mastin mayor	
Molossidae	<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	Murcielago oreja ancha	

Conclusiones Generales.

Los resultados obtenidos señalan que el grupo de las Aves es el mejor representado tanto para el área del proyecto como el SAR, es decir, este grupo se presentó dominante tal y como lo indica la riqueza específica y el índice de Shannon; es importante mencionar que sus valores son ligeramente más altos en el SAR respecto al área del proyecto, mostrando condiciones semejantes o mejores para el SAR. Sin embargo, solamente el grupo de las aves es el que posee una diversidad alta, ya que en el caso de la fauna terrestre (Herpetofauna y Mamíferos), los valores obtenidos de diversidad indican que es baja para ambos sitios (área de proyecto y SAR). De igual manera, de acuerdo con el índice de similitud de morisita, indica que no existe gran diferencia entre las comunidades presentes en ambas zonas (Área de proyecto y SAR), que, aunado a la perturbación del lugar, la realización del proyecto no compromete a las poblaciones presentes en el área. La poca presencia de mamíferos y reptiles observada puede deberse a que existe una fuerte perturbación al ecosistema, ya que si bien, de manera general cuenta con recursos básicos, como lo son refugio, agua, comida, la actividad antropogénica y agrícola del lugar, ha ocasionado el desplazamiento de la fauna terrestre a lugares más tranquilos y menos perturbados para subsistir.

Es importante mencionar que no se descarta la presencia de un mayor número de especies, y debido a la presencia de especies con alguna categoría de riesgo, es de suma importancia se contemple llevar a cabo un programa de rescate y reubicación de la fauna correspondiente, con el cual se mitigaría en gran medida el daño que pudiera ocasionar a la fauna presente en el sitio durante las actividades de construcción y operación del proyecto.

IV.2.2.3 Medio Socioeconómico

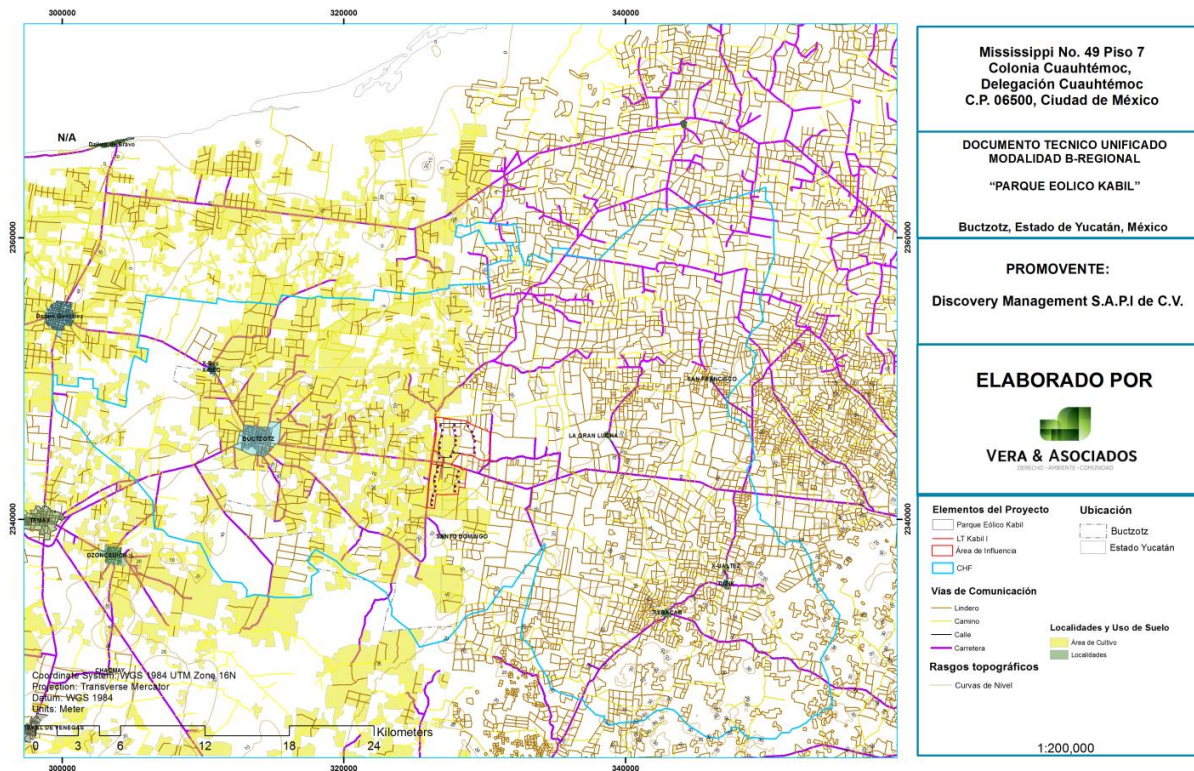
El estado de Yucatán se ha caracterizado por la elevada concentración demográfica en prácticamente un sólo centro urbano, producto de los flujos migratorios que optaron por buscar en estas concentraciones demográficas, alternativas de mejores empleos e ingresos y por lo tanto más elevados niveles de calidad de vida que los que sostenían en el área rural y que Mérida ofrece por su histórica centralidad que ejerce.

Este análisis demuestra de qué manera se relacionan con su entorno las comunidades humanas asentadas en el área de estudio del proyecto; permitiendo conocer los aspectos demográficos, de hábitat, recursos naturales y servicios ambientales.

Asimismo, se identificarán los factores relevantes que de ser alterados por el proyecto afectarán la distribución y abundancia de la población, la forma de aprovechamiento de los recursos naturales, los servicios ambientales que determinarán la calidad de vida, así como las costumbres y tradiciones.

El SAR bajo estudio abarca ocho municipios Buctotz, Panabá, Dzoncauich, Espita, Dzilam González, Temax, Sucilá y Cenotillo, el área que se verá afectada pertenece sólo al municipio de Buctotz por lo cual los estudios socioeconómicos se verán restringidos a dicho municipio.

Figura IV.28. Elementos Urbanos



Las categorías para clasificar a los municipios por parte del INAFED son los siguientes:

- Metropolitano: más del 50% de la población reside en localidades de más de un millón de habitantes.
- Urbano grande: más del 50% de la población reside en localidades entre 100 mil y menos de un millón de habitantes.

- Urbano medio: más del 50% de la población vive en localidades entre 15 mil y menos de 100 mil habitantes.
- Semiurbano: más del 50% de la población radica en localidades entre 2500 y menos de 15 mil habitantes.
- Rural: más del 50% de la población vive en localidades con menos de 2500 habitantes.
- Mixto: La población se distribuye en las categorías anteriores sin que sus localidades concentren un porcentaje de población mayor o igual al 50%.

Grupos etnicos

De acuerdo al XII Censo General de Población y Vivienda 2010 efectuado por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) la población de 5 años y más, hablante de lengua indígena en el municipio asciende a 971 personas. Su lengua indígena es el maya.

Evolución demográfica

De acuerdo al XII Censo General de Población y Vivienda 2010 efectuado por el INEGI. la población total del municipio es de 8,637 habitantes, de los cuales 4,336 son hombres y 4,301 son mujeres. La población total del municipio representa el 0.29 por ciento, con relación a la población total del estado.

Tabla IV.34. Nacimientos y defunciones por sexo al año 2010

Concepto	Total	Hombres	Mujeres
Nacimientos	169	76	93
Defunciones	52	30	22

Fuente: Secretaría de Gobierno, Dirección del Registro Civi. (2010)

Religión

Al año 2010 de acuerdo al citado Censo efectuado por el INEGI, la población de 5 años y más, que es católica asciende al 80 %, mientras que los no católicos en el mismo rango son del 20 %.

Infraestructura social y de comunicaciones

Educación

La cabecera municipal cuenta con la escuelas desde instancias infantiles o guarderlas educación inicial, primarias, secundarias y el Colegio de Bachilleres y educación para adultos

En la comisaria de Xbec y La Gran Lucha se cuenta con preescolar, primaria y telesecundaria.

En las comisarías de santo Domingo con preescolar y primaria.

Tanto en la cabecera municipal y las comisarias los alumnos tiene la posibilidad acudir ellas por la facilidad y libre acceso para llegar a ellas.

Salud

En referencia a la situación de la población en relación a la salud, el municipio cuenta con 1 Centro de salud General en la cabecera municipal y 3 módulos móviles de salud en las comisariass de Xbec, san Francisco y Santo Domingo. La cabecera municipal cuenta con más de 5 consultorios particulares y unas 4 farmacias, que expenden medicamentos basicos para la salud.

El H. Ayuntamiento brinda el apoyo económico y cuenta con un dispensario médico ubicado en los anexos del local del DIF-Municipal. A la vez cuénta con el servicio de traslado las 24 horas a la Cd. De Mérida y Tizimin Yucatán para la atención médica que no sea posible brindar en el centro de salud en los consultorios médicos particulares.

En referencia al centro de salud de la cabecera municipal las instalaciones ya resultan pequeñas e insuficientes para la gran demanda en atención médica para los habitantes.

Vivienda

De acuerdo al XII Censo General de Población y vivienda efectuado por el INEGI, el municipio cuenta al año 2010 con 2,368 viviendas, de las cuales 896 son hogares con jefatura masculina y 472 con jefatura femenina con promedio de 1 a 4 habitantes por hogar. Muchos hogares no cuenta con los servicios básicos como drenaje, electricidad, entre otros.

Servicios públicos

En referencia a lo antes citado, se entienden por los servicios básicos a la energía eléctrica, agua potable (entubada) y drenaje (sumideros, fosas sépticas y otros) con que la población cuenta y es de utilidad diaria para el beneficio de sus familias y la población en general tal y como lo demuestra el siguiente cuadro:

Tabla IV.35. Cobertura de Servicios a la vivienda

Servicio	Cobertura %
Energía Eléctrica	91.66
Agua entubada	74.32
Drenaje	37

Fuente: Gobierno del Estado de Yucatán e INEGI

Medios de comunicación

Según el Anuario Estadístico del Estado de Yucatán, editado por el INEGI, al año 2010 y la investigación campo realizada se cuenta con una agencia postal, se cuenta a la vez con los servicios de telefonía por cable de la empresa TELMEX, telefonía celular de la empresa TELCEL, así como Sky, Sistema Disk, Ultracable, Sistema Municipal de Cablevisión aun en trámite su registro; entre los cuales brindan el servicio de Internet y sistema de TV digital vía satélite o de fibra óptica.

En este diagnóstico se pudo identificar los trabajos de una empresa nacional denominada CABLEMAS que ya inició los trabajos de instalar la línea de fibra óptica y la instalación de la base para la operación de un nuevo servicio de telefonía, Sistema de Cable e Internet.

Localidades

Son 4, las principales son Buctzotz (cabecera municipal):

- Xbec
- Santo Domingo
- La Gran Lucha

- San Francisco

Existen diversas unidades ganaderas que a su vez albergan familias enteras y que habitan en las mismas y por temporadas se trasladan a la cabecera municipal o localidades cercanas para abastecerse de provisiones.

Se tienen delimitados los NCPA Santa Rosa Xluch, Chan Motul y J.F. Kennedy que desde su creación como ejidos o nuevos centros de población dentro de su carpeta básica se delimitó áreas para el asentamiento urbano y los ejidatarios optaron por habitar otras localidades de la región.

Vías de Comunicación

La red carretera, de acuerdo al Anuario Estadístico del Estado de Yucatán, editado por el INEGI, al año 2010 tiene una longitud de 114.1 Km. cuenta con carreteras amplias que cruzan y es paso obligatorio para las personas que se trasladan al centro, norte y oriente del Estado de Yucatán.

Actividad económica

Población Económicamente Activa por sector

La población económicamente activa del municipio de Buctutz, alcanza las 2,663 personas, de conformidad con el censo general de población y vivienda del 2010, de las cuales 2.642 se reportan como ocupadas.

Los ingresos de la población de Buctutz son muy bajos; el resultado es que cerca el 56% de su población ocupada gana de uno a dos salarios mínimos, el 11% no percibe ingresos y sólo el 4% percibe ingresos por arriba de 5 salarios mínimos, lo que coloca al municipio con poco valor adquisitivo. En relación al ingreso, podemos mencionar que el ingreso promedio es de un salario mínimo pero uno que otro habitante recibe ingresos mayores al salario mínimo, debido a que laboran en la ciudad de Mérida y otras localidades del Estado de Quintana Roo. En la zona el pago de un jornal rebasa los \$80. los ingresos de la población ocupada por sector económico se pueden observar en el siguiente cuadro.

Tabla IV.36. Población ocupada por sector.

Sector	No Recibe Ingreso	Menos de 1 Salario Mínimo	Más de 1 o hasta 2 Salarios Mínimos	Más de 2 hasta menos de 3 Salarios mínimos	De 3 a 6 Salarios mínimos	Más de 6 Salarios Mínimos
Primario	163	634	457	47	41	70
Secundario	41	162	117	12	30	2
Terciario	99	388	280	28	25	46
Total	303	1184	854	87	96	118

Agrícola

La producción agrícola de la comunidad es reducida sin embargo podemos encontrar cierta actividad a lo largo del año el potencial de Buctzotz en cuanto esta actividad es muy variada ya que se produce maíz grano, caimito, tamarindo, frijol, chile verde, coco fruta, mamey, mango, aguacate, limón, naranja, tomate, papaya, zapote y toronja. Los productores encontraron en la papaya marado y el chile habanero una nueva alternativa de producción en años anteriores se producía en el municipio en grandes volúmenes y fue de gran importancia para el Estado, se presentaron problemas de plagas, falta de organización y planeación en los cultivos y la actividad decayó en el municipio.

Según el INEGI y la SAGARPA la superficie sembrada de papaya maradol en el 2007 a 2010 fue de 140 has y las que se cosecharon fueron de 100 has el volumen de la producción fue de 2,420 toneladas con un valor de \$10,890,000.00 de pesos esta actividad se sigue incrementando y no solo por los productores agrícolas sino también los ganaderos con poder mayor adquisitivo han preparado en sus ranchos superficies para esta actividad dando mayor realce a su Municipio como fuentes de trabajo a la población.

Ganadería

Bovina

La primera actividad económica del municipio es la ganadería esta puede ser extensiva e intensiva en el municipio de Buctzotz se puede encontrar que los hatos son de diversos tamaños encontrándose con unidades ganaderas que van en número de diez cabezas hasta mil incluso, el tipo de manejo dominante en la actividad ganadera es el extensivo y en su minoría intensivo, la población ganadera del municipio según el INEGI y la SAGARPA es de bovinos de 30,949 entre machos y hembra y el valor del volumen de producción bovino en pie es 3,525.20 toneladas con un costo de \$54,393,836.00 millones de pesos, el volumen de la producción en canal es de 1,872.17 toneladas, el valor de la producción en canal es de \$ 53,841,231.54 millones de pesos, si hablamos de producción de leche en el municipio no es representativo ya que se produce 44,000 litros al año con un valor de la producción de \$ 186,400.

La superficie destinada en el municipio para la ganadería según datos del INEGI y del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la SAGARPA del año 2011, es de 35,094 has de las cuales 2,469 son praderas naturales y 32,625 has de pastos inducidos el número de ranchos existentes según SAGARPA es de aprox. de 450 ranchos entre 2,000 particulares y ejidales.

Apicultura

La actividad en el municipio en comparación con otros es poca con la misma importancia que los demás, según el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la SAGARPA del año 2011 no hay producción alguna de miel, cera u otro derivado de la actividad apícola. pero a la vez haciendo un análisis local hay unos 11 productores locales que se dedican a esta actividad el número de colmenas que poseen es de 400 colmenas y una producción aun no cuantificada de miel.

Tabla IV.37. Cuadro general de datos de producción (GANADERIA)

Producción Ganadera	Producción en pie Toneladas	Producción en canal/Toneladas
Ganado Bovino	3525.2	1872.17
Miel	0	0
Porcino	66.72	53.43
Pollos	122.04	96.46
Pavos	1.87	1.42

Ovinos	5.21	2.64
	3721.04	2026.12

FUENTE: INEGI SERVICIO DE INFORMACION AGROALIMENTARIA y PESQUERA S1AP CON INFORMACION DE LAS DELEGACIONES DE LAS SAGARPA y GOBIERNO DEL ESTADO DE YUCATAN Y ENTREVISTAS CON PRODUCTORES CLAVES.

Atractivos turisticos culturales

Monumentos históricos

Templo a san isidro labrador construido en el siglo xvi; capilla en honor a la inmaculada concepción y una ex hacienda llamada chenche de las torrés.

Restas, danzas y tradiciones

Fiestas populares

Del 8 al 11 de enero se lleva a cabo la fiesta en honor a la Inmaculada Concepción, durante el mes de mayo la fiesta tradicional en honor a San Isidro Labrador, patronos de la población. Además se lleva a cabo peregrinaciones a 105 Municipios de Dzilam de Bravo, Ozilam González, Temax y Dzoncauich en honor a la Inmaculada Concepción en diversas fechas del año.

Tradiciones y costumbres

Para las festividades de todos los Santos y Fieles difuntos se acostumbra colocar un altar en el lugar principal de la casa, donde se ofrece a los difuntos la comida que más les gustaba y el tradicional Mucbil patio, acompañado de atole de maiz nuevo, y chocolate batido con agua. En las fiestas regionales los habitantes bailan las jaranas, haciendo competencias entre los participantes.

Trajes típicos

Por costumbre y tradición muy pocas mujeres usan sencillo Huipil, con bordados que resaltan el corte cuadrado del cuello y el borde del vestido; este se coloca sobre el Fustán, que es un medio fondo rizado sujeto a la cintura con pretina de la misma tela, calzan sandalias. y para protegerse del sol se cubren con un rebozo.

Los campesinos, sobre todo los ancianos, visten pantalón holgado de manta cruda, camiseta abotonada al frente, mandil de cotí y sombrero de paja.

Para las vaqueras y fiestas principales las mujeres se engalanan con el Temo, confeccionado con finas telas, encajes y bordados hechos generalmente a mano en punto de cruz. Este se complementa con largas cadenas de oro, aretes, rosario de coral o filigrana y rebozo de santa Maria.

Los hombres visten pantalón blanco de corte recto, filipina de fina tela (los ricos llevan en esta prenda botonadura de oro), alpargatas y sombreros de jipijapa, sin faltar el tradicional pañuelo rojo llamado popularmente paliacate, indispensable al bailar la jarana.

IV.2.2.4 Paisaje

El paisaje, es concebido como una combinación del fenosistema (conjunto de componentes perceptibles en forma de panorama) y el criptosistema (conjunto de factores causales que subyacen al fenosistema y difícilmente son perceptibles) (González Bernáldez, 1981). De este modo se puede establecer una distinción entre dos tipos de paisaje: primero, el paisaje total, que se identifica con el medio y las relaciones entre ecosistemas, y, segundo, el paisaje visual, que abarca la percepción por parte del observador (Bruschi 2007; García Moruno 1998; González 2000; Muñoz-Pedreras 2004).

Por lo tanto para poder valorar el paisaje es importante saber cuáles son los elementos que lo componen, cómo se interrelacionan entre sí, cuál es su dinámica, para así estar en disposición de valorarlo por su calidad intrínseca y no sólo por su belleza, cualidad esta de notable subjetividad sujeta a la interpretación del individuo.

Es de este modo que para hacer la evaluación o análisis de paisaje del sitio del proyecto se consideraron los siguientes aspectos:

Visibilidad. Espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. De este modo se determinó que el proyecto se desarrollará en el Municipio de Buctzotz dentro del estado de Yucatán. El cual está localizado sobre una llanura rocosa de piso rocoso las cuales han sido utilizados para actividades agropecuarias y ganaderas. La vegetación existente en el sitio se considera como vegetación secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia y Acahual. De este modo, las tres unidades

paisajísticas diferenciadas determinaron que la matriz corresponde a Llanura rocosa con Asentamientos Urbanos, Zonas de Acahual, Llanura con Vegetación de Selva Mediana Subcaducifolia.

Figura IV.29. Unidad de Paisaje del área del proyecto correspondiente a Asentamientos.



Figura IV.30. Unidad de Paisaje del área del proyecto correspondiente a Vegetación de Acahual.



Figura IV.31. Unidad de Paisaje del área del proyecto correspondiente a Vegetación de Selva Mediana Subcaducifolia.



Calidad paisajística.

Incluye tres aspectos de percepción que a continuación se describen:

- Las características intrínsecas del sitio, que se definen en función de la morfología, vegetación, puntos de agua y rasgos paisajísticos sobresalientes.
- La calidad visual del entorno inmediato, situado a cierta distancia visual, y en ella se aprecian valores como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc.
- La calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto.

Por lo tanto la calidad paisajística referida en términos de la visibilidad parte de la condición de que desde determinados sitios sobre la planta del Proyecto, se perciben rasgos paisajísticos (puntos visibles sobre los elementos topográficos más cercanos y significativos).

Así, desde el interior del AID, el paisaje (se encuentra sujeto a las limitaciones del ojo humano y que, debido a la presencia de obstáculos (árboles y arbustos).

En la Tabla IV. 38 la evaluación de los componentes paisajísticos, su valoración y la puntuación para el sitio del proyecto, mientras que en la Tabla IV. 38, se describe la escala de referencia utilizada para determinar la clase de calidad visual.

Tabla IV. 38. Evaluación de los componentes paisajísticos, su valoración y la puntuación para el sitio del proyecto.

Componente	Criterios de Valoración y Puntuación						Proyecto
	Criterio	Valor	Criterio	Valor	Criterio	Valor	
Morfología	Relieve muy montañoso, marcado. Prominente (acantilados, agujas grandes, formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado o sistemas de dunas o bien presencia de algún rasgo muy similar y dominante	5	Formas erosivas interesantes o relieve variando en tamaño y forma y detalles interesantes pero no dominantes o excepcionales.	3	Colinas suaves, fondos de valle, planos, pocos o ningún detalle singular.	1	1
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesantes	5	Alguna variedad en la vegetación pero solo uno o dos tipos	3	Poca o ninguna variedad o contraste en la	1	5

Componente	Criterios de Valoración y Puntuación						Proyecto
	Criterio	Valor	Criterio	Valor	Criterio	Valor	
					vegetación		
Agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara. Aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo	5	Agua en movimiento o en reposo pero no dominante en el paisaje	3	Ausente o inapreciable	0	5
Color	Combinación de color intensas y variadas o contrastes agradables	5	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes pero no actúa como elemento dominante	3	Poca variación de color o contraste, colores apagados	1	3
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	5	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto	3	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto	0	0
Rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna o vegetación excepcional	6	Característico aunque similar a otros en la región	2	Bastante común en la región	1	2
Actuación humana	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual	5	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual	2	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.	0	0
						Σ=	16

Tabla IV. 39. Escala de referencia utilizada para determinar la clase de calidad visual.

Clase	Rango de Puntuación	Descripción
A	19 a 33	Área de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes

B	12 a 18	Áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales
C	0 a 11	Áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura

El puntaje del área para la calidad visual es de 16 puntos, que lo cataloga en la clase B, correspondiente a un área de calidad Media, cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales.

Tabla IV.40. Factores de paisaje considerados para la evaluación

Factor	Condiciones	Valores		Proyecto
		Nominal	Número	
Pendiente (s)	Inclinado (Pendiente > 55 %)	Bajo	1	3
	Inclinación suave (Pendiente de 25 - 55 %)	Moderado	2	
	Poco Inclinado (Pendiente de 0 - 25 %)	Alto	3	
Diversidad de vegetación (D)	Diversificada e interesante	Alta	3	3
	Diversidad media, repoblaciones	Media	2	
	Zonas degradadas, pastizales, prados, matorrales sin vegetación o monoespecífica	Baja	1	
Estabilidad del suelo y Erosionabilidad	Restricción alta derivada de riesgos altos de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial.	Bajo	1	2
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Moderado	2	
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3	
Contraste suelo / vegetación (V)	Alto contraste visual entre suelo y vegetación	Alto	3	3

Factor	Condiciones	Valores		Proyecto
		Nominal	Número	
	Contraste moderado entre suelo y vegetación	Moderado	2	
	Contraste visual bajo entre el suelo y vegetación, o sin vegetación	Bajo	1	
Potencia de regeneración de vegetación (R)	Potencial bajo o sin vegetación	Bajo	1	3
	Potencial moderado	Moderado	2	
	Potencial alto	Alto	3	
Contraste suelo /roca (C)	Contraste alto	Alto	3	2
	Contraste moderado	Moderado	2	
	Contraste bajo o inexistente	Bajo	1	
			Σ=	16

Fragilidad del paisaje. Es la capacidad del paisaje para absorber los cambios que ahí se produzcan. Se determinó que el sitio donde se ubicará el proyecto tiene una moderada capacidad para absorber cambios por la introducción de elementos artificiales, principalmente en el Área del Proyecto ya que las llanuras tienen un amplio rango visual y cualquier cambio resultaría altamente visible.

No obstante, el resultado obtenido se compara con una escala de referencia que representa los factores considerados, las condiciones en las que se presentan y los puntajes asignados a cada condición.

Tabla IV.41. Escala de referencia CAV

Bajo	< 15
Moderado	15 a 30
Alto	> 30

De acuerdo con la Tabla IV. 40 la suma de los factores del paisaje considerados para la evaluación del CAV es dieciseis. Con los valores obtenidos se aplicó la siguiente relación:

$$CAV = 3 *(3+2+3+3+2)=39$$

El valor de CAV obtenido (39) indica que el área corresponde a una zona de fragilidad paisajística Alta, cuyos elementos se encuentran condicionados a las evidencias de alteración y degradación antropogénica en gran parte del SAR.

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

Para definir de manera adecuada los servicios ambientales referentes a este capítulo, es necesario tomar en consideración lo que establece la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Capítulo II, artículo 7, fracción XXXIX, que define a los Servicios Ambientales como aquellos que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, y reconoce los siguientes servicios:

- Provisión de agua en calidad y cantidad;
- Captura de carbono, contaminantes y componentes naturales;
- Generación de oxígeno;
- Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales;
- Modulación o termorregulación climática;
- Protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida;
- Protección y recuperación de suelos;
- El paisaje y la recreación

El proyecto contempla una serie de medidas preventivas, de mitigación, compensación y restauración, para disminuir cualquier riesgo que pudiera provocarse en los servicios ambientales.

Los ecosistemas de una cuenca brindan numerosos servicios ambientales, no sólo a la zona en la que se encuentran, sino también a regiones cercanas y, de manera indirecta, al resto del país. Entre estos servicios se cuentan la regulación de los ciclos biogeoquímicos (captura de carbono y generación de oxígeno), el mantenimiento de los flujos hidrológicos, la recarga de los acuíferos, el mantenimiento de la productividad biológica y la biodiversidad, la regulación climática, la oferta de agua dulce, la protección y recuperación de suelos, el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales, el reciclaje de nutrientes y la generación de espacios habitables para las poblaciones humanas.

Determinación del nivel de riesgo

Para la asignación de un valor a los impactos ambientales que afectarán o no al ecosistema, se realiza un análisis en el que se le asigna un valor al nivel de riesgo, el objetivo es tener el control para que dicha afectación se pueda contrarrestar. La Tabla IV.42 muestra los valores que se utilizaron para calificar el nivel de riesgo en los diferentes servicios ambientales.

Tabla IV.42. Valores del nivel de riesgo en los diferentes servicios ambientales

Valor	Nivel de riesgo
1 a 2	Irrelevante
3 a 4	Leve
5 a 6	Moderado
7 a 8	Severo
9 a 10	Crítico

La identificación de los servicios ambientales que proporciona el ecosistema son de suma importancia para determinar la afectación que pudiera generar el desarrollo del proyecto, el nivel de riesgo y su importancia a nivel de SAR, de esta manera se pueden generar medidas correctivas eficaces. La siguiente tabla muestra la función, descripción y niveles de afectación y riesgo por servicio ambiental.

Tabla IV.43. Servicios Ambientales

Servicio ambiental	Función	Descripción	Afectación por el proyecto	Importancia a nivel cuenca	Nivel de riesgo
Provisión de agua en calidad y cantidad	Almacenamiento y retención de agua	Regulación del ciclo del agua que influye en la provisión y disponibilidad en el área, tanto para los animales como para riego local.	Sí	Leve	3
Captura de carbono, contaminantes y componentes naturales	Secuestro de carbono, contaminantes y componentes naturales	Capacidad actual del ecosistema para capturar carbono, contaminantes y componentes naturales; está previsto introducir medidas de compensación para la pérdida de los volumen forestales.	Si	Moderado	5
Generación de oxígeno	Producción de oxígeno	Capacidad actual de la vegetación en usar el gas carbónico en la fotosíntesis y convertir el dióxido de carbono (CO2) en oxígeno, está previsto llevar a cabo reforestaciones descritas a detalle en el programa de reforestación.	Sí	Moderado	5
Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales	Regulación de disturbios	Capacidad del ecosistema de dar respuesta y adaptarse a fluctuaciones ambientales, brindando protección de tormentas, sequías, etc.	Si	Irrelevante	2
Modulación y/o regulación climática	Regulación de procesos biológicos mediados por el clima	Está relacionado con la vegetación, ya que la ausencia de esta hará que en esa zona no se presente este servicio.	Sí	Moderado	5
Protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida	Conservar las especies biológicas	la reducción de las Interacciones durables entre las especies y su ambiente inmediato, aunque el área afectada es pequeña en relación a la superficie de SAR, se propone realizar el rescate de flora y fauna silvestre con algún estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010, cactáceas y especies de lento crecimiento y desplazamiento	Si	Leve	4

Servicio ambiental	Función	Descripción	Afectación por el proyecto	Importancia a nivel cuenca	Nivel de riesgo
Protección y recuperación de suelos	Control de la erosión y formación de suelo	La reducción es significativa porque a pesar de que el área afectada también se minimiza, está previsto introducir medidas de restauración, conservación y protección del suelo descritas a detalle en el programa de protección y restauración de suelo.	Sí	Leve	3
El paisaje y la recreación	Armonizar las interacciones de componentes vivo e inertes	La remoción de la vegetación incide en la alteración del paisaje a nivel área inmediata del área del proyecto, paisaje que no se verá afectado en cuanto a la pérdida de vegetación y formas orográficas.	Sí	Leve	4

Provisión de agua en cantidad y calidad

Uno de los servicios ambientales más importantes ya que el agua es un elemento esencial en todo ser vivo, y de su calidad y cantidad dependerá la abundancia y salud de la flora y fauna del lugar y la disponibilidad para uso del ser humano.

Provisión de agua en calidad

Para conservar la calidad de agua actual se están proponiendo medidas preventivas como es el uso de baños portátiles y contenedores de residuos sólidos urbanos, esto con el propósito de evitar o reducir los riesgos de contaminación por depósito de desechos corporales y de basura sobre el área sujeta a CUSTF, así mismo se propone al interior del área del CUSTF específicamente en el cauce principal, el establecimiento de presas de gaviones o de piedra acomodada con el fin de reducir la velocidad de las escorrentías, retener las partículas de suelo suspendidas en el agua a través de su sedimentación y filtrar el agua para que conserve su calidad, además la siembra de vegetación de matorral para favorecer la calidad del agua y favorecer la infiltración, todas estas medidas se pueden observar a detalle en el Capítulo VII del presente DTU.

Provisión de agua en cantidad

Para la provisión de agua en cantidad como servicio ambiental, es la cuenca hidrológica forestal la que conforma la unidad de elementos bióticos y abióticos que forman un ecosistema y los procesos

generados por la interacción de todos ellos es lo que hace posible el poder tener este servicio. Por ello la estructura, el funcionamiento y la conservación son determinantes en el lograr satisfacer las demandas del servicio como la disponibilidad de agua potable para consumo humano o para actividades productivas como la agropecuaria.

Es de suma importancia mencionar que existen algunas variables que inciden en la provisión de agua en cantidad en una unidad ambiental como son:

Precipitación del área

Formas del relieve (geomorfología)

Tipo de vegetación (cobertura)

Uso de suelo (si altera, remueve o disminuye la vegetación, la evapotranspiración cambia)

De acuerdo a la variación de estas variables, cambia la cantidad de agua que se evapotranspira, cantidad de escurrimiento y el volumen que se infiltra.

Seguidamente se muestra la estimación de la Infiltración y el coeficiente de escurrimiento de acuerdo a las variables descritas anteriormente, para el área sujeta a CUSTF.

Memoria de Cálculo del Balance Hídrico Actual en el Sistema Ambiental

Para la estimación del Balance Hídrico en la superficie del sistema ambiental regional (SAR) se siguió la metodología siguiente:

El polígono que conforma el sistema ambiental tiene una superficie de 17,513.47 has., las cuales, según la carta temática de Uso de Suelo y Vegetación obtenida de la página de INEGI escala, 1:250,000 se encuentran ocho tipos de vegetación y/o usos de suelo los cuales son agricultura de riesgo anual y semipermanente, agricultura de temporada anual, Asentamientos humanos, Bosque de encino, cuerpo de agua, matorral crausicaule, mezquital xerófilo, pastizal inducido, pastizal natural y zona urbano. Sin embargo, al momento de realizar la visita de campo se observó que el área sujeta a CUSTF se observa que sus características corresponden a matorral crausicaule y pastizal natural.

Tabla IV.44. Tipos de vegetación y/o usos de suelo en el SAR

Uso de suelo y vegetación SAR	Superficie
Agricultura de temporal anual	498.2
Agricultura de temporal permanente	3.92
Cuerpos de Agua	34.48
Pastizal cultivado	98658.13
Zona urbana	300.61
Vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia	2,2992.31
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana caducifolia	371.49
Total	122,859.14

Balance hídrico del SAR

Para determinar la precipitación media anual (dato que se utiliza durante el cálculo del balance hidrológico), se llevó a cabo un análisis de la información generada por la estación climatológica más cercana a la zona de estudio, dicha estación es San José Iturbide (SMN) (tabla IV.55) la información recopilada corresponde a un periodo de 50 años.

Tabla IV.45. Estaciones meteorológicas cercanas a la zona de estudio.

Estación	Número	Municipio y estado	Latitud	Longitud	Altura (s.s.n.m.)
Buctzotz	31003	Merida, Yucatán	21°12'29"	088°48'00"	6.00

Según los datos contenidos la precipitación media anual del área es de 524.80 mm.

La fórmula que se utilizó para desarrollar el cálculo del balance hídrico del proyecto, es la siguiente:

$$BH = P - (Eva + Esc + Inf)$$

Donde:

BH = Balance Hídrico del SAR

P = Precipitación (volumen precipitado) del SAR

Eva = Evapotranspiración del SAR

Esc = Escurrimiento superficial del SAR

Volumen de agua precipitada (P) en el SAR

El volumen de agua que precipita en el SAR sin realizar el CUSTF se estima con la precipitación media anual y con la superficie del mismo, para lo cual se ha determinado que el valor de la precipitación corresponde a:

Tabla IV.46. Volumen de agua precipitada en el SAR

Precipitación del SAR				
Precipitación (mm)	Precipitación (m)	Área (Has)	Área (m ²)	Precipitación (m ³)
1,167.60	1.167	1,228,591,400	122,859.14	1,434,503,318.64

Evatranspiración (Eva) en el SAR

Para estimar la evapotranspiración se consideró la temperatura media normal anual de 33.20 °C y la precipitación media anual de 1,167.60 mm, se utilizaron formulas empíricas para estimar la evapotranspiración real, fórmulas de Turc, modificado por Cruz-Falcón (2007) para zonas de selvas:

$$Et = P / (1.5 + (P/L)^2)^{0.5}$$

Dónde:

P= precipitación en mm.

L= 300+25T+0.05T² (condición válida para P> 0.31L; si P< 0.31L, entonces ET=P)

T= temperatura en °C.

Para la validación de la formula calculamos primeramente L mediante la fórmula:

$$L = 300 + 25T + 0.05 T^2$$

$$L = 300 + 25(33.20) + 0.05(33.20)^2$$

$$L = 1,185.11$$

Condición válida para $P > 0.31L$

Sustituyendo $1,167.60 > 0.31(1,185.11)$

Resultado $1,167.60 > 367.38$

Toda vez que la precipitación es mayor que 0.31 por L la condición es válida para el uso de esta fórmula.

$$Et = P / (1.5 + (P/L)^2)^{0.5}$$

Sustituyendo $Et = (1,167.60) / (1.5 + (1,167.60/1,185.11)^2)^{0.5}$

Resultado $Et = 740 \text{ mm} = 0.74 \text{ m}$

$$Et \text{ SAR} = Et \text{ calculado} * \text{Sup SAR}$$

$$Et \text{ en Sistema Ambiental Regional} = 912,629,753.76 \text{ m}^3$$

Escorrentamiento (Esc) en el SAR

En el numeral A.1.2.1 de la NOM-011-CONAGUA-2015 se especifica que el método indirecto para determinar el volumen medio anual de escorrentamiento es mediante la siguiente expresión:

$$Vm = (A) (C) (Pm)$$

Dónde:

Vm = Volumen anual de escorrentamiento natural de la cuenca (m^3)

A = Área de la cuenca (m^2)

C = Coeficiente de escorrentamiento (adimensional)

Pm = Precipitación anual de la cuenca (m)

Para aplicar esta fórmula, es indispensable determinar cada uno de los factores que en ella intervienen y para lograrlo deben seguirse los pasos siguientes:

Para obtener el C_e se utilizó la expresión empírica de la NOM-011-CNA-2000 (DOF 2002), con las modificaciones realizadas por Cruz-Falcón (2007) al parámetro K:

$$C_e = K (P - 250 / 2000) + (K - 0.15 / 1.5) \text{ para } K > 0.15$$

$$C_e = K (P - 250 / 2000) \text{ para } K \leq 0.15$$

Dónde:

C_e = coeficiente de escurrimiento anual (adimensional).

K = parámetro que depende del uso y tipo de suelo.

P = precipitación

Para el cálculo del coeficiente de escurrimiento se utiliza un parámetro K que depende del tipo y uso de suelo (Tabla IV.47), así como de la precipitación. Para este proceso se utilizó la información de los mapas de edafología y uso de suelo y vegetación serie V de INEGI (2012-2013).

Tabla IV.47. Valores del parámetro K Factor K de acuerdo al tipo de suelo de la clasificación desarrollada por la WRB), para diferentes tipos de suelo.

Orden	Textura		Clasificación WRB		
	G	M	F	Nombre	Símbolo
AC	0.03	0.04	0.01	Acrisol	AC
AL	0.03	0.04	0.01	Alisol	AL
AN	0.03	0.04	0.01	Andosol	AN
AR	0.13	0.02	0.01	Arenosol	AR
CH	0.13	0.02	0.01	Calcisol	CL
CL	0.05	0.08	0.03	Cambisol	CM
CM	0.03	0.04	0.01	Chernozem	CH
DU	0.05	0.08	0.03	Durisol	DU

Orden	Textura		Clasificación WRB		
	G	M	F	Nombre	Símbolo
FL	0.03	0.04	0.01	Fluvisol	FL
FR	0.01	0.02	0.01	Ferralsol	FR
GL	0.03	0.04	0.01	Gleysol	GL
GY	0.05	0.08	0.03	Gypsisol	GY
HS	0.05	0.02	0.01	Histosol	HS
KS	0.03	0.04	0.01	Kastanozem	KS
LP	0.01	0.02	0.01	Leptosol	LP
LV	0.03	0.04	0.01	Lixisol	LX
LX	0.01	0.02	0.01	Luvisol	LV
NT	0.01	0.02	0.01	Nitisol	NT
PH	0.01	0.02	0.01	Phaeozem	PH
PL	0.05	0.08	0.03	Planosol	PL
PT	0.03	0.04	0.01	Plinthosol	PT
RG	0.03	0.04	0.01	Regosol	RG
SC	0.03	0.04	0.01	Solonchak	SC
SN	0.05	0.04	0.01	Solonetz	SN
UM	0.03	0.04	0.01	Umbrisol	UM
VR	0.05	0.08	0.03	Vertisol	VR

Como se observa en la Tabla IV.47 en el sistema ambiental existen diferentes tipos de vegetación con superficie y valor de K diferente.

Para estimar el valor de K del sistema ambiental se calcula una media ponderada de sus valores de acuerdo al tipo de vegetación y la superficie que ocupa, mediante la siguiente formula:

$$K_p = ((K_{v_1} * Sup_1) + (K_{v_2} * Sup_2) + (K_{v_3} * Sup_3) + (K_{v_n} * Sup_n)) / Sup_t$$

Dónde:

K_p= Valor de K ponderado.

K_{v₁} = Valor de K en la vegetación 1

Sup₁ = Superficie de la vegetación 1 en el SAR

K_{v₂} = Valor de K en la vegetación 2

Sup₂ = Superficie de la vegetación 2 en el SAR

K_{v_n} = Valor de K en la vegetación n

Sup_n = Superficie de la vegetación n en el SAR

Sup_t = Superficie total del SAR

Los resultados obtenidos del valor de K ponderada se presentan en la tabla IV.48.

Tabla IV.48. Tipo de suelo, superficie y valor de K para cada una de ellas

Tipos de suelo en la CHF	Has	Porcentaje	Valor de K	K ponderada
Cambisol	3489.64	2.84%	0.079	275.68
Leptosol	67525.88	55.03%	0.02	1350.52
Phaeozem	51,690.08	42.13%	0.02	1033.80
	122,705.60	100.00%		0.02

Toda vez que el valor de K en todos los tipos de suelos y el valor de K ponderada es menor a 0.16 (para K < 0.15), se utiliza la fórmula:

$$Ce = K (P - 250 / 2000) \text{ para } K < 0.15$$

$$Ce = 0.05 (1,167.60 - 250) / 2000$$

$$C_e = 0.166$$

Para determinar el volumen medio anual de escurrimiento es mediante la siguiente expresión:

$$V_m = (A) (C) (P_m)$$

Sustituyendo:

$$V_m = (1,228,591,400 \text{ m}^2) (0.166) (1.167 \text{ m})$$

$$V_m = 238,172,499.60 \text{ m}^3$$

Infiltración en el SAR

Para el cálculo de la infiltración mediante la siguiente expresión $I = P - Et - Es$ (Castany 1971) es decir de la precipitación se le restan los valores de evapotranspiración y escurrimiento y da como resultado el volumen que se infiltra.

$$I = P - Et - Es$$

Dónde:

I = Volumen de Infiltración del sistema ambiental m^3

P = Volumen de Precipitación del sistema ambiental m^3

Et = Volumen de Evapotranspiración del sistema ambiental m^3

Es = Volumen medio anual de Escurrimiento del sistema ambiental m^3

$$I = 1,434,503,318.64 - 912,629,753.76 - 238,172,499.60$$

$$I = 283,701,065.28 \text{ m}^3$$

En la siguiente tabla se presentan los valores de precipitación, escurrimiento, evapotranspiración e infiltración, como también el valor resultante del cálculo del balance hidrológico:

Tabla IV.48. Balance Hidrológico del SAR

Balance Hidrológico de CHF		
Variable	Volumen en m^2	%

Balance Hidrológico de CHF		
Variable	Volumen en m ²	%
Precipitación SAR	1,434,503,318.64	100.00%
Evotranspiración (Et)	912,629,753.76	63.62%
Escurrimiento (Es)	238,172,499.60	16.60%
Infiltración (I)	283,701,065.28	19.78%
BH SAR	0.00	0.00

Memoria de Cálculo del Balance Hídrico Actual en la superficie sujeta a CUSTF.

El polígono sujeto a cambio de uso de suelo tiene una superficie de **10.30 has.**, las cuales, se encuentran el tipo de vegetación de matorral submontano, siguiendo la misma metodología se calcula el Balance Hidrológico del CUSTF. La fórmula que se utilizó para desarrollar el cálculo del balance hídrico del proyecto, es la siguiente:

$$BH = P - (Eva + Esc + Inf)$$

Donde:

BH = Balance Hídrico en el CUSTF

P = Precipitación (volumen precipitado) en el CUSTF

Eva = Evapotranspiración en el CUSTF

Esc = Escurrimiento superficial e el CUSTF

Inf = Infiltración en el CUSTF

Volumen de Agua Precipitado (P) en el CUSTF

El volumen de agua que precipita a nivel proyecto (área sujeta a CUSTF) se estima con la precipitación media anual y con la superficie del mismo, para lo cual se ha determinado que el valor de la precipitación corresponde a:

Tabla IV.49. Volumen de agua precipitada en el área de CUSTF

Precipitación CUSTF				
Precipitación (mm)	Precipitación (m)	Área (Has)	Área (m ²)	Precipitación (m ³)
1,167.60	1.167	10.30	103,000	120,262.80

Evapotranspiración (Eva) en el CUSTF

Para estimar la evapotranspiración se consideró la temperatura media normal anual de 25.80 °C y la precipitación media anual de 1,167.60 mm, se utilizaron formulas empíricas para estimar la evapotranspiración real, fórmulas de Turc, modificado por Cruz-Falcón (2007) para zonas áridas:

$$Et = P / (1.5 + (P/L)^2)^{0.5}$$

Dónde:

P= precipitación en mm.

L= 300+25T+0.05T² (condición válida para P> 0.31L; si P< 0.31L, entonces ET=P)

T= temperatura en °C.

Para la validación de la formula calculamos primeramente L mediante la fórmula:

$$L = 300 + 25T + 0.05 T^2$$

$$L = 2,232.24$$

Condición válida para P< 0.31L

Sustituyendo 1,167.60 < 0.31(2,232.24)

Resultado 1,167.60 < 691.99

Toda vez que la precipitación es mayor que 0.31 por L la condición es válida para el uso de esta fórmula.

$$Et = P / (1.5 + (P/L)^2)^{0.5}$$

Resultado Et = 880 mm = 0.88 m

$$Et_{CUSTF} = Et_{calculado} * Sup_{CUSTF}$$

Et en el área del CUSTF = 90,303.42 m³

Escorrimento (Esc) en el CUSTF

En el numeral A.1.2.1 de la NOM-011-CONAGUA-2015 se especifica que el método indirecto para determinar el volumen medio anual de escurrimiento es mediante la siguiente expresión:

$$Vm = (A) (C) (Pm)$$

Dónde:

Vm = Volumen anual de escurrimiento natural de la cuenca (m³)

A = Área de la cuenca (m²)

C = Coeficiente de escurrimiento (adimensional)

Pm = Precipitación anual de la cuenca (m)

Para aplicar esta fórmula, es indispensable determinar cada uno de los factores que en ella intervienen y para lograrlo deben seguirse los pasos siguientes:

Para obtener el Ce se utilizó la expresión empírica de la NOM-011-CNA-2000 (DOF 2002), con las modificaciones realizadas por Cruz-Falcón (2007) al parámetro K:

$$Ce = K (P - 250 / 2000) + (K - 0.15 / 1.5) \text{ para } K > 0.15$$

$$Ce = K (P - 250 / 2000) \text{ para } K \leq 0.15$$

Dónde:

Ce = coeficiente de escurrimiento anual (adimensional).

K = parámetro que depende del uso y tipo de suelo.

P = precipitación

Para el cálculo del coeficiente de escurrimiento se utiliza un parámetro K que depende del tipo y uso de suelo (Tabla IV.50), así como de la precipitación. Para este proceso se utilizó la información de los mapas de edafología y uso de suelo y vegetación serie V de INEGI (2012-2013) y de los datos levantados en campo, existiendo solo un tipo de suelo leptosol con un valor de 0.02.

Toda vez que el valor de K en el tipo de suelo es menor a 0.16 (para $K < 0.15$), se utiliza la fórmula:

$$C_e = K (P - 250 / 2000) \text{ para } K < 0.15$$

$$C_e = 0.05 (1,167.60 - 250) / 2000$$

$$C_e = 0.166$$

Para determinar el volumen medio anual de escurrimiento es mediante la siguiente expresión:

$$V_m = (A) (C) (P_m)$$

Sustituyendo:

$$V_m = (103,000 \text{ m}^2) (0.0099) (1.167 \text{ m})$$

$$V_m = 1,103.53 \text{ m}^3$$

Infiltración en el área de CUSTF

Para el cálculo de la infiltración mediante la siguiente expresión $I = P - Et - Es$ (Castany 1971) es decir de la precipitación se le restan los valores de evapotranspiración y escurrimiento y da como resultado el volumen que se infiltra.

$$I = P - Et - Es$$

Dónde:

I= Volumen de Infiltración del del área de CUSTF m^3

P=Volumen de Precipitación del área de CUSTF m^3

Et=Volumen de Evapotranspiración del área de CUSTF m^3

Es=Volumen medio anual de Escurrimiento del área de CUSTF m^3

$$I = P - Et - Es$$

$$I = 120,262.80 - 90,303.42 - 1,103.53$$

$$I = 28,855.84 \text{ m}^3$$

En la siguiente **Tabla (IV.51)** se presentan los valores actuales de precipitación, escurrimiento, evapotranspiración e infiltración, como también el valor resultante del cálculo del balance.

Tabla IV.50. Balance hidrológico en condiciones actuales en el área propuesta para el CUSTF.

Balance Hidrológico del CUSTF		
Variable	Volumen en m ³	%
Precipitación CUSTF	120,262.80	100.00%
Evotranspiración (Et)	90,303.42	75.09%
Escurrimiento (Es)	1,103.53	0.92%
Infiltración (I)	28,855.84	23.99%
BH CUSTF	0.00	0.00%

Memoria de Cálculo del Balance Hídrico al ejecutar el CUSTF.

La fórmula que se utilizó para desarrollar el cálculo del balance hídrico del proyecto, es la siguiente:

$$BH = P - (Eva + Esc + Inf)$$

Donde:

BH = Balance Hídrico al ejecutar CUSTF

P = Precipitación (volumen precipitado) al ejecutar CUSTF

Eva = Evapotranspiración al ejecutar CUSTF

Esc = Escurrimiento superficial al ejecutar CUSTF

Inf = Infiltración al ejecutar CUSTF

Volumen de Agua Precipitado (P) al ejecutar el CUSTF

Para la estimación del volumen que precipita se empleó el mismo valor obtenido anteriormente ya que no se verá modificado por el cambio uso de suelo:

$$P = 120,262.80 \text{ m}^3$$

Evapotranspiración (Eva) al ejecutar el CUSTF

Para la estimación del volumen que evapotranspira se empleó el mismo valor obtenido anteriormente ya que no se verá modificado por el cambio uso de suelo:

$$\text{Eva} = 90,303.42 \text{ m}^3$$

Escurrimiento (Esc) al ejecutar el CUSTF

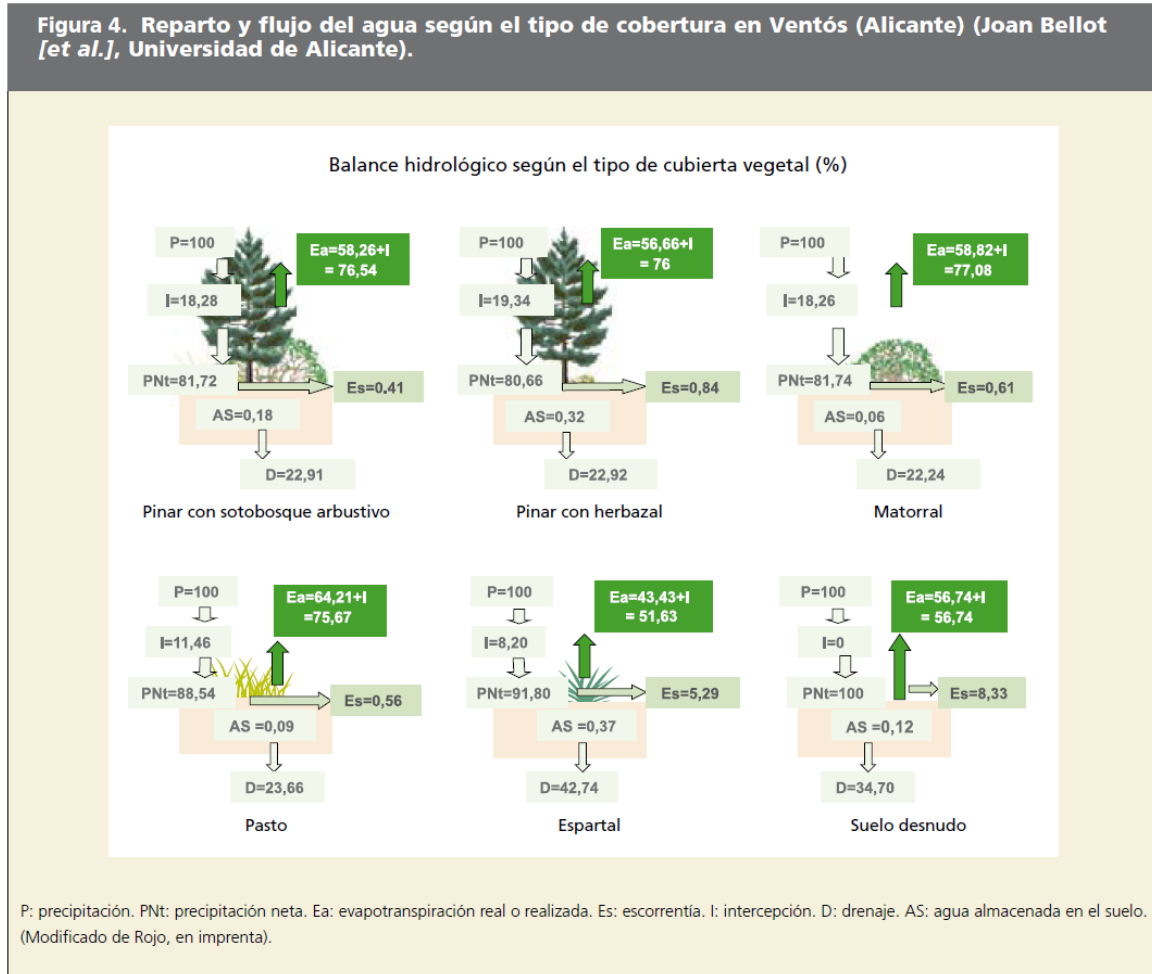
Toda vez que para estimar el escurrimiento del área del proyecto una vez ejecutado el CUSTF, no se tienen estudios de referencia a nivel local y regional en condiciones similares de acuerdo a la precipitación, vegetación y estructura del suelo del área del proyecto, que nos indique el aumento o disminución de la evapotranspiración removida la vegetación, nos basaremos con la información disponible en estudios realizados para este rubro.

De acuerdo al estudio de Impactos Hidrológicos realizado por el investigador Santi Sabaté de la Universidad de Barcelona y Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (CREF), en el Capítulo 9 titulado "Los Bosques y el Escurrimiento", donde realizo la modelización del escurrimiento, mediante el modelo GOTILWA+, página 121, Figura IV.52 Balance hidrológico según el tipo de cubierta vegetal (%). Donde se observan los valores de escurrimiento:

Tabla IV.51. Evapotranspiración según cubierta vegetal

Evapotranspiración según cubierta vegetal	
Cubierta vegetal	Escurrimiento (%)
Pinar con sotobosque arbustivo	0.41
Pinar con herbazal	0.84
Matorral	0.61
Pasto	5.29
Espartal	51.63
Suelo desnudo	8.33

Figura IV.32. Balance hidrológico según el tipo de cubierta vegetal (%)



Para determinar el volumen medio anual de escurrimiento se utilizó la siguiente expresión (NOM-011-CONAGUA-2015):

$$Vm = (A) (C) (Pm)$$

Dónde:

Vm = Volumen anual de escurrimiento natural (m^3)

A = Área de CUSTF (m^2)

C = Coeficiente de escurrimiento (adimensional)

P_m = Precipitación anual (m)

Al ejecutar la remoción de la vegetación en la superficie propuesta para cambio uso de suelo, se tendrá un área con suelo desnudo.

El coeficiente de escurrimiento para el área ejecutando el CUSTF es de 0.0833 (8.33%), este valor fue tomado del estudio de Impactos Hidrológicos realizado por el investigador Santi Sabaté de la Universidad de Barcelona y Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (CREF), en el Capítulo 9 titulado "Los Bosques y La Evapotranspiración", página 121, Figura IV.30. Balance hidrológico.

$$V_m = (A) (C) (P_m)$$

$$V_m = (103,000) * (0.083) * (1.167)$$

$$V_m = 10,017.89 \text{ m}^3$$

Infiltración (I) al ejecutar el CUSTF

La infiltración puede ser calculada por métodos indirectos usando la información conocida del balance hidrológico, esto a partir de la diferencia resultante entre la precipitación total menos el volumen medio de evapotranspiración, menos el escurrimiento.

$$\text{Infiltración} = P - ETR - V_m$$

Dónde:

P = Precipitación total (m^3)

ETR = Evapotranspiración (m^3)

V_m = Volumen de escurrimiento (m^3).

Empleando la fórmula anterior, la infiltración en el área sujeta a CUSTF es la siguiente:

$$\text{Infiltración} = (120,262.80) - (90,869.23) - (10,017.89) \text{ m}^3$$

$$\text{Infiltración} = 19,941.48 \text{ m}^3$$

Balance hidrológico ejecutando el CUSTF

En la siguiente **Tabla (IV.53)** se presentan los valores de precipitación, escurrimiento, evapotranspiración e infiltración al aplicar el CUSTF, como también el valor resultante del cálculo del balance.

Tabla IV.52. Balance hidrológico al ejecutar el CUSTF

Balance Hidrológico al ejecutar CUSTF		
Variable	Volumen en m ²	%
Precipitación al ejecutar CUSTF	120,262.80	100.00%
Evotranspiración (Et)	90,303.42	75.09%
Escurrecimiento (Es)	10,017.89	8.33%
Infiltración (I)	19,941.48	16.58%
BH ejecutar CUSTF	0.00	0.00%

Memoria de Cálculo del Balance Hídrico con la aplicación de medidas de mitigación (siembra de especies nativas de 10.30 has) en el CUSTF

Se propone como medida de mitigación la siembra de matorral nativo dentro del área donde se pretende realizar el cambio uso de suelo en una superficie de 10.30 has. Se calculó el balance hidrológico al cubrir con especies nativas una superficie propuesta aledaña a la superficie del CUSTF.

Volumen de Agua Precipitado (P) con medidas de mitigación

Para la estimación del volumen que precipita se empleó el mismo valor obtenido anteriormente ya que no se verá modificado por el cambio uso de suelo y efectuando las medidas de mitigación.

$$P = 120,262.80 \text{ m}^3$$

Evapotranspiración (Eva) con medidas el CUSTF

Para la estimación del volumen que evapotranspira se empleó el mismo valor obtenido anteriormente ya que no se verá modificado por el cambio uso de suelo:

$$Eva = 90,303.42 \text{ m}^3$$

Escorrimento (Esc) con medidas de mitigación (siembra de especies nativas)

En el numeral A.1.2.1 de la NOM-011-CONAGUA-2015 se especifica que el método indirecto para determinar el volumen medio anual de escurrimento es mediante la siguiente expresión:

$$Vm = (A) (C) (Pm)$$

Dónde:

Vm = Volumen anual de escurrimento natural de la cuenca (m³)

A = Área de la cuenca (m²)

C = Coeficiente de escurrimento (adimensional)

Pm = Precipitación anual de la cuenca (m)

Para aplicar esta fórmula, es indispensable determinar cada uno de los factores que en ella intervienen y para lograrlo deben seguirse los pasos siguientes:

Para obtener el Ce se utilizó la expresión empírica de la NOM-011-CNA-2000 (DOF 2002), con las modificaciones realizadas por Cruz-Falcón (2007) al parámetro K:

$$Ce = K (P - 250 / 2000) + (K - 0.15 / 1.5) \text{ para } K > 0.15$$

$$Ce = K (P - 250 / 2000) \text{ para } K \leq 0.15$$

Dónde:

Ce = coeficiente de escurrimento anual (adimensional).

K = parámetro que depende del uso y tipo de suelo.

P = precipitación

Para el cálculo del coeficiente de escurrimento se utiliza un parámetro K que depende del tipo y uso de suelo, para este caso es leptosol con un valor de 0.02.

Toda vez que el valor de K en todos los tipos de suelos y el valor de K ponderada es menor a 0.16 (para K < 0.15), se utiliza la fórmula:

$$C_e = K (P - 250 / 2000) \text{ para } K < 0.15$$

$$C_e = 0.05 (524.80 - 250) / 2000$$

$$C_e = 0.009$$

Para determinar el volumen medio anual de escurrimiento es mediante la siguiente expresión:

$$Vm = (A) (C) (Pm)$$

Sustiyendo:

$$Vm = (103,000 \text{ m}^2) (0.009) (1.167 \text{ m})$$

$$Vm = 1,103.53 \text{ m}^3$$

Infiltración (Inf) con medidas de mitigación (siembra de especies nativas)

La infiltración puede ser calculada por métodos indirectos usando la información conocida del balance hidrológico, esto a partir de la diferencia resultante entre la precipitación total menos el volumen medio de evapotranspiración, menos el escurrimiento.

$$\text{Infiltración} = P - ETR - Vm$$

Dónde:

P = Precipitación total (m³)

ETR = Evapotranspiración (m³)

Vm = Volumen de escurrimiento (m³).

Empleando la fórmula anterior, la infiltración al aplicar la medida de mitigación es la siguiente:

$$\text{Infiltración} = (120,262.80 \text{ m}^3) - (90,303.42 \text{ m}^3) - (1,103.53 \text{ m}^3)$$

$$\text{Infiltración anual} = 28,855.84 \text{ m}^3 \text{ al aplicar la siembra de especies nativas}$$

En la siguiente Tabla (IV.53) se presentan los valores de precipitación, escurrimiento, evapotranspiración e infiltración al aplicar la medida de mitigación como también el valor resultante del cálculo del balance.

Tabla IV.53. Balance hidrológico aplicando la medida de mitigación

Balance Hidrológico del CUSTF con medidas de reforestación de vegetación		
Variable	Volumen en m ²	%
Precipitación CUSTF	120,262.80	100.00%
Evotranspiración (Et)	90,303.42	75.09%
Escurrimiento (Es)	1,103.53	0.92%
Infiltración (I)	28,855.84	23.99%
BH	0.00	0.00

El cálculo del balance hídrico para cada uno de los escenarios fue calculado con base a la temperatura media normal anual de 33.20 °C y una precipitación media anual de 1,167.60 mm, contemplando un escenario actual, en donde se cuenta con cobertura vegetal de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia igualmente en un escenario donde se remueve esa cobertura vegetal por la ejecución del CUSTF, por lo que resultaría una superficie sin vegetación, y un escenario donde se realiza la siembra de especies nativas como medida de mitigación, para más detalles ver la **Tabla IV.56**.

Tabla IV.54. Balance hidrológico en tres escenarios actual, al ejecutar el CUSTF y al aplicar la medida de mitigación

Variable	Actual		Al ejecutar el CUSTF		Con medidas de mitigación	
	Volumen en m ³	%	Volumen en m ³	%	Volumen en m ³	%
Precipitación	120,262.80	100.00%	120,262.80	100.00%	120,262.80	100.00%
Evo transpiración	90,303.42	75.09%	90,303.42	75.09%	90,303.42	75.09%
Escurrimiento	1,103.53	0.92%	10,017.89	8.33%	1,103.53	0.92%
Infiltración	28,855.84	23.99%	19,941.48	16.58%	28,855.84	23.99%
BH	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00

Con base a las medidas de compensación establecidas de reforestar una superficie aledaña de 10.30 has con especies nativas, se logra mantener la infiltración en la superficie de CUSTF, de acuerdo a lo anteriormente expuesto **se considera que no se compromete la prestación del servicio ambiental de la provisión de agua en cantidad y calidad del sistema ambiental regional ni a nivel de la superficie de CUSTF.**

Captura de carbono y componentes naturales

Captura de carbono en el SAR

Las plantas verdes absorben el carbono de la atmosfera a través de la fotosíntesis, separando el átomo de carbono del átomo del oxígeno. El oxígeno es devuelto a la atmósfera y el carbono es empleado para producir la biomasa en forma de raíces, tallos y follaje (*Tipper, 1996; Brown, 1996; PICC, 1995*).

Actualmente la quema de combustibles fósiles provoca el 80% de las emisiones totales de CO₂ a la atmósfera y el 20% se debe a los procesos de deforestación. Estas son las causas principales del aumento en la concentración atmosférica del CO₂ de 280 ppm a 360 ppm en los últimos 200 años, con una tasa de incremento de 1.8 ppm año⁻¹ (*Cannel, 1996*).

La cantidad de carbono almacenado en los diferentes tipos de vegetación presentes se tomó de los datos de la figura IV.49 y IV.50 contenida en la publicación de la CONANP (*Bezaury-Creel J.E.2009*). El Valor de los Bienes y Servicios que las Áreas Naturales Protegidas proveen a los mexicanos. (*The Nature Conservancy Programa México-Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México*).

Tabla IV.55. Carbono almacenado en los diferentes tipos de vegetación en México

Carbono almacenado en los diferentes tipos de vegetación en México (TCO _{2e} /Ha)	Vegetación aérea	Suelo	Racices	Total
Bosque de coníferas	118	120	19	257
Bosque de encino	105	126	5	236
Bosque mesofilo de montaña	189	205	36	430
Selva perennifolia	186	115	4	305

Carbono almacenado en los diferentes tipos de vegetación en México (TCO ₂ e/Ha)	Vegetación aérea	Suelo	Racíces	Total
Serlva tropical caducifolia, subcaducifolia y bosque espinoso	54	100	0	154
Matorral xerófilo y vegetación semiárida	19	60	1	80
Pastizal natural, halófilo y gipsófilo	16	81	0	97
Vegetación acuática y sub acuática	223	59	0	282

Tabla IV.56. Carbono almacenado en diferentes tipos de cultivo

Cultivo/Carbono	Toneladas/Ha promedio 2000/2007	Precio promedio en Mx por tonelada cultivos 2000/2007 TCO ₂ e 2005/2007	Valor total de la producción/servicio por hectárea
Aguacate	9.9	6,574.6	65,089
CO ₂ (Precio ponderado 2007)	161	191.6	30,848
Caña de azucar	73.8	325.4	24,015
Arroz	4.5	1,744.0	7,848
Maíz	2.8	1,723.3	4,825
Frijol	0.7	6,024.2	4,217
Soya	1.6	2,493.1	3,989
CO ₂ (Precio ponderado 2007)	161.3	19.2	3,091

Se estima que la captura de carbono total en el SAR es de aproximadamente 10,842,632.12 toneladas de CO₂. En la tabla IV.57 se puede ver el volumen de carbono capturado por cada tipo de vegetación:

Tabla IV.57. Estimación de captura de carbono por uso de suelo y vegetación en el SAR.

Uso de suelo y vegetación SAR	Superficie (Has)	Porcentaje	Factores de captura de CO ₂ por componente (Ton/ha)			Toneladas de CO ₂ /Ha			Total de Toneladas de CO ₂
			Vegetación aérea	Suelo	Racíces	Vegetación aérea	Suelo	Racíces	
Agricultura de temporal anual	498.20	0.41%	2.80	0.00	0.00	1,394.96	0.00	0.00	1,394.96
Agricultura de temporal permanente	3.92	0.00%	2.80	0.00	0.00	10.98	0.00	0.00	10.98
Cuerpos de Agua	34.48	0.03%	223.00	59.00	0.00	7,689.04	2,034.32	0.00	9,723.36
Pastizal cultivado	98,658.13	80.30%	16.00	81.00	0.00	1,578,530.08	7,991,308.53	0.00	9,569,838.61
Zona urbana	300.61	0.24%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia	22,992.31	18.71%	54.00	100.00	0.00	1,241,584.74	2,299,231.00	0.00	3,540,815.74
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana caducifolia	371.49	0.30%	54.00	100.00	0.00	20,060.46	37,149.00	0.00	57,209.46
Total	122,859.14	100.00%				2,849,270.26	10,329,722.85	0.00	13,178,993.11

Captura de carbono en el CUSTF

Para el cálculo del potencial de captura de carbono por tipo de vegetación actual en el área sujeta al CUSTF se tomaron los valores de la tablas IV.55 y IV.56 al tipo de vegetación de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, los resultados se muestran en la Tabla IV.58.

Tabla IV.58. Calculo de captura de carbono actual del área sujeta a CUSTF

Tipo de vegetación en el CUSTF	Has	Factores de captura de CO ₂ por componente (ton/ha)			Toneladas de CO ₂ /ha			Total de CO ₂ capturados (Toneladas)
		Vegetación aérea	Suelo	Racíces	Vegetación aérea	Suelo	Racíces	
Vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia	10.30	54.00	100.00	0.00	556.20	1,030.00	0.00	1,586.20

Para el cálculo del potencial de captura de carbono por tipo de vegetación en el área ejecutando el CUSTF sin medidas de mitigación se tomaron los valores de la figura IV.32 que al remover la vegetación se perdería la captura de carbono de la vegetación aérea, del suelo y de las raíces, debido a que los caminos y la infraestructura sería permanente por el desmonte y despalme los resultados se muestran en la Tabla IV.59.

Tabla IV.59. Calculo de captura de carbono al ejecutar el CUSTF

Tipo de vegetación en el CUSTF	Has	Factores de captura de CO ₂ por componente (ton/ha)			Toneladas de CO ₂ /ha			Total de CO ₂ capturados (Toneladas)
		Vegetación aérea	Suelo	Raíces	Vegetación aérea	Suelo	Raíces	
Sin vegetación SMS	10.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Para el cálculo del potencial de captura de carbono por tipo de vegetación en el área ejecutando el CUSTF con medidas de mitigación se tomaron los valores de la figura IV.32 que al llevar a cabo una superficie de reforestación de matorral de 10.30 has y los resultados se muestran en la Tabla IV.60.

Tabla IV.60. Calculo de captura de carbono al ejecutar las medidas de compensación en el CUSTF

Tipo de vegetación en el CUSTF	Has	Factores de captura de CO ₂ por componente (ton/ha)			Toneladas de CO ₂ /ha			Total de CO ₂ capturados (Toneladas)
		Vegetación aérea	Suelo	Raíces	Vegetación aérea	Suelo	Raíces	
Reforestación con especies nativas	10.30	16.00	81.00	0.00	164.8	834.30	0.00	999.10

Para el cálculo del potencial de captura de carbono en cada uno de los escenarios del área sujeta a CUSTF se tomaron los valores de la Tabla IV.58, Tabla IV.59, Tabla IV.60 y los resultados se muestran en la Tabla IV.61.

Tabla IV.61. Potencial de captura de carbono en los tres escenarios del área sujeta a CUSTF

Escenarios	SAR	Actual	Con CUSTF	Realizando las medidas de mitigación

Total, CUSTF (tCO2e/CUSTF)	10,842,632.12	1,586.20	0.00	999.1
----------------------------	---------------	----------	------	-------

Se describe a continuación el comportamiento del potencial en la captura de carbón de acuerdo a los escenarios calculados:

Conclusiones

El valor de captura de carbono en el SAR por los tipos de vegetación presentes es de 13,178,993.11 toneladas de carbono, que para el tipo de vegetación específico para el cambio de uso de suelo que corresponde a vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia de 3,540,815.74 ton de carbono, lo que representa el 26.86% del total del SAR, en la superficie del CUSTF tenemos una captura de 1,586.20, lo que representa a nivel del SAR con el mismo tipo de vegetación de 0.044%, una vez ejecutado el cambio de uso de suelo la pérdida se disminuye en un 26.816% a nivel de SAR, pero a nivel de CUSTF la disminución es del 100%, pero con las medidas de mitigación se recupera la captura de carbono en un 62.98%, **por lo que se considera que no se pone en riesgo la prestación de este servicio en el sistema ambiental regional ni a nivel local de la superficie por la ejecución del CUSTF.**

Componentes naturales

Los componentes naturales son aquellos que se refieren a la naturaleza y entre los cuales tenemos relieve, atmósfera, clima, corrientes de aire, cuerpos de agua, suelo, flora y fauna.

Relieve. -Durante la ejecución del proyecto solo se realizará la remoción de la vegetación, no se realizará despalle es decir el suelo orgánico se queda en el mismo sitio, no se realizará cortes de cerros, taludes o cárcamos que modifiquen la conformación del relieve.

Atmósfera. - Con el proyecto no se alterará significativamente la conformación de los gases de la atmósfera, ya que se respetarán la normatividad de los niveles de las emisiones de los vehículos, maquinaria y equipo que se utilice de manera temporal y puntual durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

Clima.- Este componente natural está conformado entre otros por la temperatura, humedad, presión, viento y precipitación, por el tamaño que representa el área sujeta a CUSTF en relación al SAR y con las medidas de mitigación propuestas, estos elementos no serán alterados de manera significativa en el

SAR, la temperatura ambiente, el cambio de estaciones del año, es decir, el clima seguirá siendo la de una región semiárida con primavera y veranos cálidos e inviernos fríos, y con los rangos de precipitación promedio similares a los que se han presentado históricamente, con un temporal de lluvias de verano.

Corrientes de aire.- Las corrientes de aire son grandes masas de aire en movimiento, causadas por la rotación de la tierra, el material de la superficie terrestre, la radiación solar, la pérdida de calor en la superficie terrestre y el relieve de la superficie, dos de los elementos son inalterables por actividades antrópicas, dos de ellos no serán modificados y el único elemento que sufrirá modificación es el material de la superficie terrestre al remover la vegetación que existe actualmente pero con las medidas de mitigación propuestas estamos compensando dicha modificación, es decir, la velocidad y la dirección de los vientos predominantes continuara análogos como están actualmente.

Cuerpos de agua. - Regulan el clima y modifican la vegetación, dentro del área sujeta al CUSTF no se encontraron cuerpos de agua y ni corrientes intermitentes.

Suelo.- La creación de los suelos es debido principalmente a los siguientes factores la deposición eólica, sedimentación en cursos de agua, meteorización, y deposición de materia orgánica, la primera estamos proponiendo como medida de mitigación de la reforestación de 10.30 has de las áreas aledañas con especies nativas para estabilizar el suelo y captar partículas suspendidas en el viento, para mitigar el segundo de los factores sirve la misma siembra de especies nativas, el tercer de los factores se presenta por acción de la temperatura, precipitación y acción del viento y se da principalmente en la roca de las partes altas de la montaña, donde nuestro proyecto no tendrá afectaciones significativas, en cuanto a la deposición de materia orgánica se está proponiendo que toda la vegetación que sea removida en el área ejecutando el CUSTF sea picada y esparcida sobre el suelo orgánico para enriquecer el mismo y aumentar su fertilidad.

Flora.-Conformada por todas las especies que existen actualmente en el SAR y específicamente en el área propuesta para el CUSTF, primeramente se realizó un inventario de la flora para conocer las especies presentes y su abundancia, previo a la remoción de la vegetación se implementara un programa de identificación, rescate y reubicación de las especies de flora sujetas a protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y aquellas plantas suculentas que por su desarrollo lento se

propone su rescate y reubicación aun y cuando no se esté obligado por no estar con algún status en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Fauna.- Formada por todas las especies que existen actualmente en el SAR y específicamente en el área propuesta para el CUSTF, primeramente se realizó un inventario de la fauna para conocer las especies presentes y su abundancia, previo a la remoción de la vegetación se implementara un programa que incluya el ahuyentamiento, identificación, rescate y reubicación de las especies de fauna sujetas a protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y aquellas que por su estado de desarrollo, de lento desplazamiento o por arraigo a madriguera o nido se propone su rescate y reubicación aun y cuando no se esté obligado por no estar con algún status en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Generación de oxígeno

La generación de oxígeno tiene relevancia porque es una sustancia que comprende una importante parte de la atmósfera y resulta necesario para sostener la vida terrestre, es el elemento más abundante en la corteza terrestre formando prácticamente la mitad de su masa, pero debido a su reactividad química, el oxígeno no puede permanecer en la atmósfera terrestre como elemento libre sin ser reabastecido constantemente por la acción fotosintética de los organismos que utilizan la energía solar elemental a partir del agua y dado que constituye la mayor parte de la masa del agua, es también el componente mayoritario de la masa de los seres vivos.

Los ecosistemas nos proporcionan varios servicios ambientales de acuerdo a sus elementos bióticos y abióticos, entre los primeros son de gran importancia los que prestan los diferentes tipos de vegetación, ya que el dióxido de carbono (CO₂) presente en la atmósfera es absorbido por las plantas, a través del proceso de la fotosíntesis. Por este medio convierten la energía solar en energía química la cual es aprovechada por los organismos vivos (*Gayoso, 2005*).

El oxígeno generado por las plantas se obtiene en diferentes cantidades ya que depende de la especie y tamaño de los árboles, pero sobre todo de la velocidad de crecimiento. El O₂ es proporcional a la tasa de crecimiento e incremento de biomasa (*Norwak et al. 2007*).

La producción de oxígeno de un árbol durante un año, está directamente relacionada con la cantidad de carbono almacenado, mismo que se encuentra almacenado en la biomasa de los árboles y si la captación de Dióxido de Carbono durante la fotosíntesis excede la liberación de Dióxido de Carbono por la respiración durante el año, el árbol acumulara carbono (*Norwak et al. 2007*). De este modo, un árbol que tiene una acumulación neta de carbono durante un año (crecimiento de los árboles) también tiene una producción neta de oxígeno (*Yolasigmaz y Keles, 2009*). De acuerdo a lo mencionado por Salisbury y Ross (1978) la producción neta de Oxígeno de los árboles se basa en la cantidad de Oxígeno producido durante la fotosíntesis menos la cantidad de Oxígeno consumido durante la respiración de las plantas.

Fotosíntesis: $n(\text{CO}_2) + n(\text{H}_2\text{O}) + \text{luz} \rightarrow (\text{CH}_2\text{O})_n + n\text{O}_2$

Respiración: $(\text{CH}_2\text{O})_n + n\text{O}_2 \rightarrow n(\text{CO}_2) + n(\text{H}_2\text{O}) + \text{energía}$

De este modo la cantidad de Oxígeno producido se estima a partir de la captura de Carbono en base a los pesos atómicos:

$$\text{Producción neta de O}_2 \text{ (Kg/año)} = \text{Carbono secuestrado en la biomasa (ton/año)} * (32/12).$$

Generación de oxígeno en el SAR

Para nuestro caso estimaremos la producción neta de O_2 (Kg/año) utilizando la formula anterior con los valores del carbono secuestrado en la biomasa del SAR, descritos en el rubro anterior.

Para el cálculo del potencial de generación de O_2 por tipo de vegetación actual en el SAR se tomaron los valores de captura de carbono de la Tabla IV.59 y los resultados se muestran en la Tabla IV.62.

Tabla IV.62. Cálculo del potencial de generación de Oxígeno en el SAR

GENERACIÓN DE O ₂ TONELADAS GENERADAS							
Superficie	Toneladas de CO ₂ capturadas			Toneladas de O ₂ generados			Total de O ₂ generadas
	Vegetación aérea	Suelo	Raíces	Vegetación aérea	Suelo	Raíces	
SAR	2,849,270.26	10,329,722.85	0.00	7,598,054.02	27,545,927.60	0.00	35,143,981.62

Generación de oxígeno en el CUSTF

Para nuestro caso estimaremos la producción neta de O₂ (Kg/año) utilizando la formula anterior con los valores del carbono secuestrado en la biomasa del área sujeta a CUSTF, descritos en el subcapítulo anterior.

Para el cálculo del potencial de **generación de O₂ por tipo de vegetación actual en el área sujeta al CUSTF** se tomaron los valores de captura de carbono de la Tabla IV.60 y los resultados se muestran en la Tabla. IV.63.

Tabla IV.63. Generación actual de O₂ en el área sujeta a CUSTF

Superficie	Toneladas de CO ₂ capturadas			Toneladas de O ₂ generados			Total de O ₂ generadas
	Vegetación aérea	Suelo	Raíces	Vegetación aérea	Suelo	Raíces	
CUSTF	556.20	1,030.00	0.00	1,483.20	2,746.67	0.00	4,229.87

Al ejecutar el CUSTF, la **generación de oxígeno se pierde totalmente en el área, su valor es cero.**

Pero al ejecutar las medidas de mitigación con especies nativas la generación de oxígeno se recupera en un 62.98%, tal como se muestra en la tabla IV.64.

Tabla IV.64. Generación de O₂ al ejecutar el CUSTF con medidas de mitigación

Superficie	Toneladas de CO ₂ capturadas			Toneladas de O ₂ generados			Total de O ₂ generadas
	Vegetación aérea	Suelo	Raíces	Vegetación aérea	Suelo	Raíces	
CON MEDIDAS	164.8	834.3	0	439.47	2,224.80	0.00	2,664.27

Conclusiones

El valor de generación de oxígeno en el SAR por los tipos de vegetación presentes es de 35,913,685.66 toneladas de oxígeno, que para el tipo de vegetación específico para el cambio de uso de suelo que corresponde a vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia de 9,442,175.31 ton de oxígeno, lo que representa el 26.86% del total del SAR, en la superficie del CUSTF tenemos una generación de 4,229.87, lo que representa a nivel del SAR con el mismo tipo de vegetación de 0.044%, una vez ejecutado el cambio de uso de suelo la pérdida se disminuye en un 26.816% a nivel de SAR, pero a nivel

de CUSTF la disminución es del 100%, pero con las medidas de mitigación se recupera la captura de carbono en un 62.98%, **por lo que se considera que no se pone en riesgo la prestación de este servicio en el sistema ambiental regional ni a nivel local de la superficie por la ejecución del CUSTF.**

Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales

La presencia de una cobertura vegetal disminuye los impactos generados por los fenómenos naturales como lo son las sequías y granizadas, que tienen un impacto directo en la producción ganadera y agrícola, sin embargo, por las características y dimensiones del proyecto no se considera que este servicio ambiental se ponga en riesgo o que se pueda afectar significativamente.

Modulación o termoregulación climática

Si bien es cierto que, a nivel local y puntual, la pérdida de cobertura y la colocación de estructuras puede generar un incremento local de temperatura (en áreas descubiertas), en el plano regional no es significativo ya que se mantienen amplias zonas de vegetación de matorral submontano en la región, así como otros tipos de vegetación que contribuyen al proceso de regulación climática. Por las 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 protección de la biodiversidad es importante porque asegura la salud y la seguridad humana. La biodiversidad no solo provee los beneficios directos de la comida, agua limpia, medicina y energía; también asegura que el ambiente funcione en una manera que apoya la vida. La biodiversidad es necesaria para limitar los efectos negativos causados por la contaminación para proteger las cuencas hidrográficas y para combatir los efectos de la erosión del suelo, al igual que para proveer una protección contra las fluctuaciones del tiempo y el clima.

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 al igual que efectos adversos significativos sobre especies amenazadas o en peligro de extinción.

En el caso de este proyecto, no se afectan ecosistemas únicos o particularmente sensibles a las actividades humanas.

En el área del CUSTF solo se encontraron un individuo de especies de flora listadas en algún estatus de protección de la NOM-052-SEMARNAT-2010, sin embargo, se implementará un programa de rescate y reubicación de las especies de flora con interés ecológico, medicinal o comercial. Con base en estas acciones se mitigará la pérdida de especies y por ende se protegerá la biodiversidad.

Otra medida para proteger la biodiversidad es que la remoción de la vegetación se hará en forma selectiva y progresiva para permitir que las especies animales que pudieran quedar entre las plantas huyan hacia otras áreas y se prevenga su afectación.

Con relación a las especies de fauna listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que que transiten dentro de la superficie de CUSTF y del SAR, se aplicará un programa que incluya actividades de ahuyentamiento y rescate para las especies de flora, así mismo se prohibirá:

- La colecta de cualquier especie de flora,
- La caza o captura de cualquier especie de fauna
- Delimitación de áreas de manejo ambiental
- Rescate y reubicación de especies de flora y fauna de importancia ecológica
- Remoción adecuada de la cobertura vegetal
- Revegetalización y recuperación de cobertura vegetal en la etapa de abandono o
- desmantelamiento de obras.
- Los objetivos de estas medidas de manejo y protección de flora y fauna son:
- Proteger las especies nativas de flora y fauna.
- Proteger los hábitats, zonas de refugio y de alimentación de la fauna local.
- Evitar la erosión.
- Proteger el paisaje.

- Evitar el deterioro de la calidad visual.
- Facilitar la rehabilitación de las áreas intervenidas, una vez sean abandonadas.

Con dichas acciones se garantiza de manera directa o indirecta sobre la continuidad de la biodiversidad asociada a las áreas del proyecto, debido a que se protege con las acciones antes mencionadas sus fuentes de alimentación, zonas de refugio y apareamiento.

Protección y recuperación de suelos

El suelo puede definirse, de acuerdo con el glosario de la Sociedad Americana de la Ciencia del Suelo (1984), como el material mineral no consolidado en la superficie de la tierra, que ha estado sometido a la influencia de factores genéticos y ambientales (material parental, clima, macro y microorganismos y topografía), actuando durante un determinado periodo (*Sánchez et al., 2004*). En todos los ecosistemas, los suelos cumplen con importantes funciones de las cuales se derivan servicios ambientales indispensables para el sostenimiento tanto del ecosistema como de la vida humana. La función más conocida es la de soporte y suministro de nutrientes a las plantas.

El suelo cumple con otras funciones igualmente trascendentes como la de constituir un medio filtrante que permite la recarga de los acuíferos influyendo también en la calidad del agua. Asimismo, constituye el medio donde se realizan ciclos biogeoquímicos necesarios para el reciclaje de los compuestos orgánicos (*Cotler et al., 2007*). Según sus características, el suelo funciona también como hábitat para una miríada de organismos, desde células microscópicas a pequeños mamíferos y reptiles, manteniendo una amplia biodiversidad.

Finalmente, en los ecosistemas urbanos, el suelo juega un papel fundamental como material de construcción y como cimiento para la infraestructura urbana (*Brady y Weil, 1999*).

La degradación de suelos se refiere a los procesos inducidos por el hombre que disminuyen la capacidad actual y/o futura del suelo para sostener la vida humana (*Oldeman, 1998*).

Erosión hídrica

La erosión hídrica por lluvia comienza cuando el suelo es privado de su cobertura vegetal por deforestación, quema, sobrepastoreo y labranza. Las gotas de lluvia impactan en el suelo desnudo y

rompen sus agregados, los cuales además de ser más fácilmente arrastrados por los escurrimientos, tapan los microporos del suelo, reduciendo con ello la infiltración del agua. El agua que no llega a infiltrarse escurre sobre la superficie y sigue la topografía arrastrando suelo superficial. La vulnerabilidad de los suelos a la erosión hídrica depende del tipo de cobertura vegetal (cultivo, pastizal, etc.); de las características de la lluvia (intensidad y frecuencia); de la topografía (inclinación, forma y longitud de pendientes); y del tipo de suelo (porosidad, porcentaje de materia orgánica, textura y profundidad) (Carabias *et al.*, 1998).

A continuación, se presenta el cálculo de la pérdida de suelo mediante la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo tanto en el Sistema Ambiental Regional como en el área propuesta para el cambio uso de suelo.

Determinación de la Pérdida de Suelo por Erosión Hídrica mediante el uso de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE)

La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (Wischmeier y Smith, 1962), se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$A = R * K * L * S * C$$

Donde:

A, representa el valor promedio de las pérdidas de suelo anuales (Tm/ha, año) en función de un índice de erosividad de la lluvia R, la erosibilidad del suelo K, un factor de relieve LS, un factor de cubierta vegetal.

R, factor de erosividad, recoge la influencia que sobre la erosión tiene la energía cinética de los aguaceros, disgregando las partículas del suelo y compactando su superficie, y su intensidad máxima, determinando la aparición de escorrentía superficial cuando se supera la capacidad de infiltración.

K, la erosionabilidad, o vulnerabilidad del suelo a la erosión, es una característica propia del suelo ligada a su granulometría, porosidad, condiciones hidrológicas, etcétera, y expuesta a unas determinadas condiciones de clima, relieve y cobertura vegetal.

L, factor de longitud de ladera, definido como el cociente entre la tasa de erosión anual de una parcela con una longitud de ladera determinada, y la tasa de erosión de esa parcela con las mismas condiciones de clima (R), suelo (K), pendiente (S) y vegetación (C), y de longitud de ladera igual a 22.13 metros que corresponde a la parcela estándar.

S, el factor de pendiente, definido como el cociente entre la tasa de erosión de una determinada parcela con una pendiente *s* y la tasa de erosión de esa parcela con las mismas condiciones de R, K, L y C pero con una pendiente del 9% considerada como estándar.

C, factor de cubierta; la cubierta vegetal es el elemento natural de protección del suelo frente a la fuerza erosiva de las precipitaciones, controlando no sólo la energía con la que llegan las gotas de lluvia a la superficie del suelo, sino la velocidad de la escorrentía superficial.

Según MESEN (2009), el producto de los primeros factores (R, K, L y S) es el potencial erosivo inherente en el sitio; eso es, la pérdida de suelo que ocurriría en la ausencia de cualquier cobertura vegetal (C). El último factor reduce esta pérdida potencial.

Determinación de pérdida de suelo en el SAR mediante USLE

Para el desarrollo de la fórmula de la Ecuación universal de pérdida de suelo (USLE) se tomó de base lo descrito en: *Montes-León, M.A.L., Uribe-Alcántara, E.M. & García-Celis, E.* Mapa Nacional de Erosión Potencial. Tecnología y Ciencias del Agua, antes Ingeniería Hidráulica de México. Vol. II, No. 1, enero-marzo, 2011, pp. 5-17. Información disponible en la página web www.scielo.org.mx/pdf/tca/v2n1/v2n1a1.pdf.

Factor R

El factor R representa, para un área específica, la energía potencial de la lluvia y su escurrimiento asociado; es el factor de tipo climático que incide el potencial erosivo de las precipitaciones (Montes-León et al., 2011).

A partir de la precipitación media anual registrada por la estación meteorológica 8155 "Villa Ahumada", se aplicó la ecuación de erosividad de la región número 4, que es la región donde se ubica el SAR y el proyecto (ver Figura IV.33 y Tabla IV.65), determinada por Cortés (Becerra, 1997).

Figura IV.33. Regionalización nacional de factor R (Becerra, 1997).

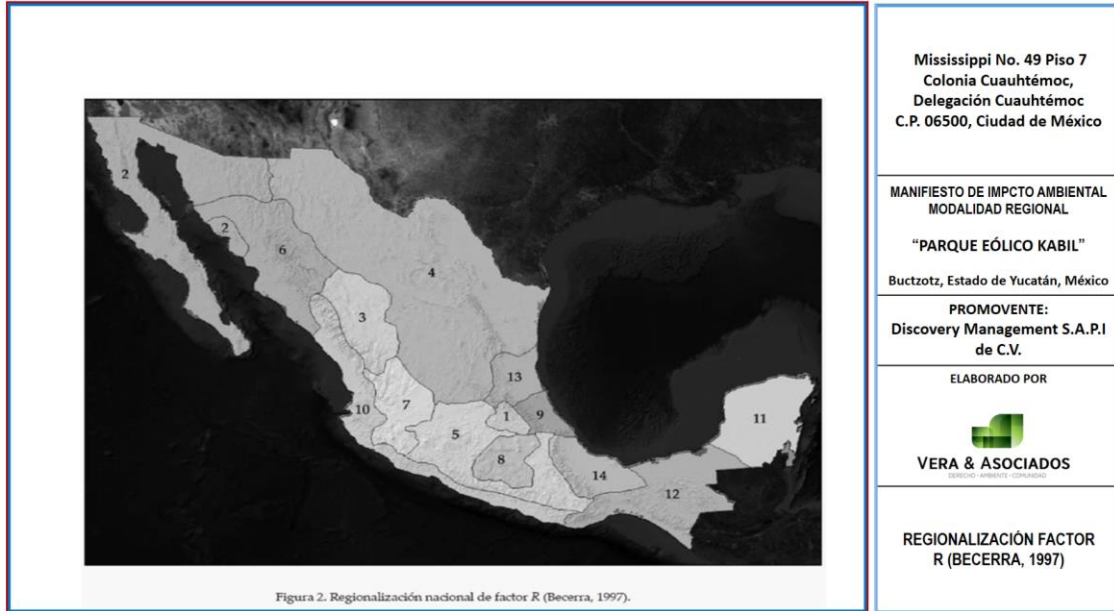


Tabla IV.65. Ecuaciones regionalizadas para la república mexicana (Becerra,1997).

REGIÓN	ECUACIÓN
1	$1.2078 * P + 0.002276 * P^2$
2	$3.4555 * P + 0.006470 * P^2$
3	$3.6752 * P - 0.001720 * P^2$
4	$2.8959 * P + 0.002983 * P^2$
5	$3.4880 * P - 0.000188 * P^2$
6	$6.6847 * P + 0.001680 * P^2$
7	$(-0.0334) * P + 0.0061 * P^2$
8	$1.9967 * P + 0.003270 * P^2$
9	$7.0458 * P - 0.002096 * P^2$
10	$6.8938 * P + 0.000442 * P^2$

REGIÓN	ECUACIÓN
11	$3.7745 * P + 0.004540 * P^2$
12	$2.4619 * P + 0.006067 * P^2$
13	$10.7427 * P - 0.001008 * P^2$
14	$1.5005 * P + 0.002640 * P^2$

Dónde: P = precipitación media anual

De modo que, el índice de erosividad de lluvia resulta en lo siguiente:

$$R = 2.8959 * P + 0.002983 * P^2$$

$$R = 2.8959 * (1,167.60) + 0.002983 * (1,167.60)^2$$

$$R = 4,324.22 \text{ MJ mm/ ha h}$$

Factor K

El factor K indica el grado de susceptibilidad o resistencia de un horizonte específico del suelo a la erosión. La erosionabilidad del suelo es una propiedad compleja y se concibe como la facilidad con la cual es desprendido por:

- 1) el salpicado de las gotas durante un evento de lluvia,
- 2) el flujo superficial o
- 3) por la acción de ambos fenómenos.

Sin embargo, desde un punto de vista más cuantitativo, la erosionabilidad del suelo puede entenderse como el cambio en la pérdida de suelo por unidad de fuerza o energía externa aplicada (*Montes, 2002*).

Se utilizó la metodología propuesta por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación); el cual permite estimar el factor K a partir de la clasificación del tipo de suelo y la textura superficial (gruesa, media o fina) y así asignar dicho valor, el cual se representa en la Tabla IV.79.

Tabla IV.66. Factor K de acuerdo al tipo de suelo de la clasificación desarrollada por la WRB

Orden	Textura			Clasificación WRB	
	G	M	F	Nombre	Símbolo
AC	0.026	0.04	0.013	Acrisol	AC
AL	0.026	0.04	0.013	Alisol	AL
AN	0.026	0.04	0.013	Andosol	AN
AR	0.13	0.02	0.007	Arenosol	AR
CH	0.13	0.02	0.007	Calcisol	CL
CL	0.053	0.079	0.026	Cambisol	CM
CM	0.026	0.04	0.013	Chernozem	CH
DU	0.053	0.079	0.026	Durisol	DU
FL	0.026	0.04	0.013	Fluvisol	FL
FR	0.013	0.02	0.007	Ferralsol	FR
GL	0.026	0.04	0.013	Gleysol	GL
GY	0.053	0.079	0.026	Gypsisol	GY
HS	0.053	0.02	0.007	Histosol	HS
KS	0.026	0.04	0.013	Kastanozem	KS
LP	0.013	0.02	0.007	Leptosol	LP
LV	0.026	0.04	0.013	Lixisol	LX
LX	0.013	0.02	0.007	Luvisol	LV
NT	0.013	0.02	0.007	Nitisol	NT
PH	0.013	0.02	0.007	Phaeozem	PH

Orden	Textura			Clasificación WRB	
	G	M	F	Nombre	Símbolo
PL	0.053	0.079	0.026	Planosol	PL
PT	0.026	0.04	0.013	Plinthosol	PT
RG	0.026	0.04	0.013	Regosol	RG
SC	0.026	0.04	0.013	Solonchak	SC
SN	0.053	0.04	0.013	Solonetz	SN
UM	0.026	0.04	0.013	Umbrisol	UM
VR	0.053	0.079	0.026	Vertisol	VR

Para la determinación de este factor se empleó la información edafológica del INEGI: Escala 1:250,000, Serie II (Continuo Nacional), información actualizada durante el periodo 2002-2006 (INEGI, 2007). Como se puede apreciar en el **Plano** dentro del SAR hay 3 tipos de suelo, por lo cual, se estimó la media ponderada del valor de K:

$$X_{\text{factor K}} = \frac{(\text{Superficie Suelo}_1 * \text{Factor K}) + (\text{Superficie Suelo}_2 * \text{Factor K}) + (\text{Superficie Suelo}_n * \text{Factor K})}{\text{Superficie total del SAR}}$$

En la Tabla IV.67 se muestra el valor resultante al estimar la media ponderada del valor de K.

Tabla IV.67. Tipo de suelo presente en el SAR, valor de K para cada tipo de suelo, superficie por tipo de suelo y media pondera para el Factor de K

Tipo de suelo	Has	Porcentaje	Valor de K	K ponderada
Cambisol	3489.64	2.84%	0.079	275.68
Leptosol	67525.88	55.03%	0.02	1350.52
Phaeozem	51,690.08	42.13%	0.02	1033.80
	122,705.60	100.00%		0.02

Factor LS

El efecto de la topografía sobre la erosión está representado por los factores: longitud (L) y grado de pendiente (S).

Primeramente, se determinó el factor L y posteriormente el S, para luego obtener el producto de ambos. Para estimar el factor de L se usó la siguiente expresión:

$$L = (X / 22.13)^m$$

Dónde:

X, longitud del terreno (m).

$$m = \beta / (1 + \beta).$$

$$\beta = (\text{sen } \theta / 0.0896) / [3(\text{sen } \theta)0.8 + 0.56].$$

θ = pendiente del terreno.

Foster et al. (1977) menciona que la longitud de la pendiente (X) se define como la distancia horizontal desde donde se origina el flujo superficial al punto donde comienza la deposición o donde la escorrentía fluye a un canal. De modo que X se calculó por medio de la calculadora geométrica del Sistema de Información Geográfica QGIS, resultando una longitud del cauce principal para el SAR con un valor de 25,000 metros.

Para obtener la pendiente del terreno se obtiene con la siguiente fórmula (Martínez, 2005):

$$S = ((H_f - H_i) / L) * 100$$

Dónde:

s = pendiente media del terreno.

H_f = altura más alta del terreno en metros.

H_i = altura más baja del terreno en metros.

L = longitud del terreno en metros.

En base a la generación del modelo de elevación (MDE), el SAR manifiesta un rango de elevación de 15 a 11 metros sobre el nivel medio del mar. El valor de L se calculó por medio de la calculadora geométrica del Sistema de Información Geográfica QGIS, resultando una longitud del cauce principal para el SAR con un valor de 25,000 metros.

Al sustituir la fórmula para el cálculo de la pendiente media del terreno se obtiene lo siguiente:

$$s = (2050 - 2,025) / 12,507.92 * 100$$

$$s = 0.02$$

El valor de s se convierte a una unidad de ángulo mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Pendiente (Unidad de ángulo)} = \text{Arcotangente (Pendiente (\%)) / 100}$$

Se sustituye el valor de la pendiente en porcentaje a la fórmula de pendiente en unidad de ángulo:

$$\text{Pendiente (Unidad de ángulo)} = \text{Arcotangente (Pendiente (0.02)) / 100}$$

$$\text{Pendiente (Unidad de ángulo)} = 0.0002$$

Cabe mencionar que la función Arcotangente se expresa en radianes, de modo que al usar el valor en radianes en la fórmula de β para la función de seno primeramente se tiene que multiplicar por π (3.1416) y dividir entre 180 para convertir las unidades a grados sexagesimales.

Se obtiene el valor de β :

$$\beta = (\text{sen } (\vartheta * \pi / 180) / 0.0896) / (3.0 (\vartheta * \pi / 180)^{0.8} + 0.56)$$

$$\beta = (\text{sen } (0.0002 * \pi / 180) / 0.0896) / (3.0 (0.0002 * \pi / 180)^{0.8} + 0.56)$$

$$\beta = 0.92$$

Se sustituye en la fórmula de m :

$$m = (\beta / (1 + \beta))$$

$$m = (0.92 / (1 + 0.92))$$

$$m = 0.48$$

Y se procede a calcular L:

$$L = (X / 22.13)^m$$

$$L = (12,507.92 / 22.13)^{0.48}$$

$$L = 28.98$$

Para el cálculo del factor S de pendiente, definido como el cociente entre la tasa de erosión de una determinada parcela con una pendiente *s*, se evalúa de acuerdo con las expresiones siguientes:

$$S = 10.8 \text{ Sen } (\vartheta/180) + 0.03 \text{ si es } S \leq 9\%$$

$$S = 16.8 \text{ Sen } (\vartheta/180) + 0.50 \text{ si es } S > 9\%$$

La ecuación aplicable a una pendiente (s) de 100 % es la siguiente:

$$S = 10.8 \text{ Sen } (\vartheta/180) + 0.03 \text{ si es } S \leq 9\%$$

$$S = 10.8 \text{ Sen } (0.0002/180) + 0.03$$

$$S = 0.06$$

Finalmente se realiza el producto LS para obtener el resultado asociado con dicho factor (*Renard, 1997*):

$$LS = (L) * (S)$$

$$LS = (28.98) * (0.060)$$

$$LS = 1.73$$

Factor C

La cubierta vegetal comprende la vegetación y tiene efectos benéficos en la reducción de las pérdidas de las partículas del suelo ya que brinda protección contra acción de los agentes erosivos. Una cubierta vegetal abundante reduce la erosión a límites aceptables. La eficiencia de la vegetación para reducir la erosión depende de la altura y continuidad de la cubierta vegetal aérea, de la densidad de cobertura en el suelo y de la densidad de raíces (*Figueroa et al., 1991*).

Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo el valor de C se reduce y puede alcanzar valores similares a 0 (correspondiente a un

terreno protegido) y a 1.0 (para terrenos sin ninguna protección) (Montes-León et al., 2011). En la Tabla IV.68 se presenta la relación del valor C para cada tipo de vegetación y/o uso de suelo.

Tabla IV.68. Factor para vegetación y/o uso de suelo (Montes-León et al., 2011)

Vegetación y/o uso de suelo	C	Vegetación y/o uso de suelo	C
Bosque de ayarin	0.01	Pastizal gipsofilo	0.25
Bosque de cedro	0.01	Pastizal halófilo	0.25
Bosque de encino	0.1	Pastizal inducido	0.02
Bosque de encino-pino	0.01	Pastizal natural	0.07
Bosque de galería	0.1	Popal	0.85
Bosque de oyamel	0.01	Pradera de alta montaña	0.05
Bosque de pino	0.01	Sabana	0.54
Bosque de pino-encino	0.01	Sabanoide	0.54
Bosque de tascate	0.01	Selca alta perennifolia	0.45
Bosque de mesofilo de montaña	0.01	Selva alta subperennifolia	0.45
Chaparral	0.65	Selva baja caducifolia	0.5
Manglar	0.1	Selva baja espinosa caducifolia	0.5
Matorral crasicaule	0.65	Selva baja espinosa subperennifolia	0.5
Matorral de coníferas	0.2	Selva mediana caducifolia	0.45
Matorral desértico microfilo	0.25	Selva mediana perennifolia	0.45
Matorral desértico roetofilo	0.25	Selva mediana subcaducifolia	0.45
Matorral espinoso tamaulipeco	0.45	Tular	0.1
Matorral rosetofilo costero	0.25	Vegetación de desiertos arenosos	0.85

Vegetación y/o uso de suelo	C	Vegetación y/o uso de suelo	C
Matorral sarcocaulé	0.25	Vegetación de dunas costeras	0.85
Matorral sarco-crasicaule	0.25	Vegetación de galería	0.85
Matorral sarco-crasicaule de neblina	0.25	Vegetación halófila	0.85
Matorral submontano	0.35	Zona urbana	0.005
Matorral subtropical	0.12	Cuerpos de agua	1
Mezquital	0.65	Agricultura en riego	0.55
Palmar inducido	0.75	Agricultura de temporal	0.75
Palmar natural	0.75	Agricultura de humedad	0.25

Derivado que en el SAR existen 7 tipos de usos y vegetación se utilizó la fórmula de la media ponderada para el cálculo del factor C.

$$X_{\text{factor C}} = (\text{Superficie Vegetación}_1 * \text{Factor C}) + (\text{Superficie Vegetación}_2 * \text{Factor C}) + (\text{Superficie Vegetación}_n * \text{Factor C}) / \text{Superficie total del SAR}$$

En la siguiente Tabla IV.69 se presenta el valor resultante al estimar la media ponderada del Factor C.

Tabla IV.69. Tipo de vegetación en el SAR, Factor C para cada tipo de vegetación, superficie por tipo de vegetación y media ponderada para el Factor de C.

Uso de suelo y vegetación SAR	Superficie	Porcentaje	Valores de C	C ponderada
Agricultura de temporal anual	498.2	0.41%	0.75	373.65
Agricultura de temporal permanente	3.92	0.00%	0.75	2.94
Cuerpos de Agua	34.48	0.03%	1	34.48
Pastizal cultivado	98,658.13	80.30%	0.07	6906.07
Zona urbana	300.61	0.24%	0.005	1.50
Vegetación secundaria de selva mediana	22,992.31	18.71%	0.5	11496.16

Uso de suelo y vegetación SAR	Superficie	Porcentaje	Volores de C	C ponderada
subcaducifolia				
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana caducifolia	371.49	0.30%	0.5	185.75
Total	122,859.14	100.00%		0.15

Por tanto, el Factor C para el SAR resulta un valor de 0.15.

Una vez obtenidos cada uno de los factores, se realizó el producto como lo establece la ecuación USLE para estimar la erosión hídrica (ver Tabla IV.70).

Tabla IV.70. Pérdida de suelo actual en el SAR.

POLÍGONO	FACTOR R	FACTOR K	FACTOR LS	FACTOR C	EROSIÓN ACTUAL (Ton/Ha año)	SUPERFICIE EN HAS	EROSIÓN ACTUAL EN EL SAR (Ton/año)
SAR	4,324.22	0.02	1.73	0.15	24.68	122,859.14	3,031,824.90

Como se puede apreciar en la tabla anterior, actualmente en el SAR en condiciones normales se estima una pérdida de suelo por erosión hídrica de 24.68 toneladas por hectárea por año y proyectando esa cantidad en toda la superficie del SAR se estima una pérdida de suelo de 3,031,824.90 toneladas por año. De acuerdo a la clasificación descrita por *Montes-León et al. (2011)* la erosión hídrica que se presenta en el SAR se considera Baja (ver Tabla IV.71), puesto que la cantidad es menor a 50 ton/ha son clasificadas como baja.

Tabla IV.71. Rangos de clasificación de la erosión hídrica.

TIPO	RANGO (ton/ha/año)	CLASIFICACIÓN
1	<50	Baja
2	50-100	Media
3	100-150	Considerable
4	150-200	Alta

TIPO	RANGO (ton/ha/año)	CLASIFICACIÓN
5	200-250	Muy alta
6	>250	Extrema

Nota: Se adjunta al presente estudio la memoria de cálculo de las operaciones realizadas para obtener la pérdida de suelo por erosión hídrica del SAR.

Determinación de pérdida de suelo en el área sujeta a cambio de uso de suelo

Factor R

Cabe mencionar que para la estimación de la pérdida de suelo por erosión hídrica en la superficie sujeta a CUSTF se tomó el mismo valor del factor R utilizado para estimar la pérdida de suelo en el SAR, que corresponde al valor de **4,324.22 MJ mm/ha h**.

Factor K

De acuerdo a la información edafológica de INEGI (Escala 1:250,000, Serie II), dentro del polígono sujeto a cambio uso de suelo se presenta el tipo de suelo leptozol, cuyo valor de K es de 0.02.

Factor LS

Cabe mencionar que para la estimación de la pérdida de suelo por erosión hídrica en la superficie sujeta a CUSTF se tomó el mismo valor del factor **LS** utilizado para estimar la pérdida de suelo en el SAR, que corresponde al valor de **1.73**.

Factor C

Actualmente dentro del polígono donde se propone el CUSTF se manifiesta un solo tipo de vegetación de: vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia; y de acuerdo a los valores del Factor C descritos por *Montes-León et al. (2011)*, se les designa un valor del Factor C de 0.50.

Al tener cada uno de los factores, se realizó el producto como lo establece la ecuación USLE para estimar la erosión hídrica actual en la superficie sujeta a cambio uso de suelo:

Tabla IV.72. Pérdida de suelo actual en la superficie sujeta a cambio uso de suelo.

POLÍGONO	FACTOR R	FACTOR K	FACTOR LS	FACTOR C	EROSIÓN ACTUAL (Ton/Ha año)	SUPERFICIE EN HAS	EROSIÓN ACTUAL EN SUPERFICIE SUJETA A CUSTF (Ton/año)
CUSTF	4,324.22	0.02	1.73	0.5	43.93	10.30	452.45

Actualmente en la superficie en donde se propone realizar el cambio uso de suelo, es decir, manteniendo la cobertura vegetal del polígono se tiene una pérdida de suelo por erosión hídrica de 43.93 ton/ha año, al proyectar esa cantidad en toda la superficie del polígono se estima una pérdida de suelo de 452 ton/año. Cabe mencionar que la cantidad de pérdida de suelo expresadas en **ton/ha** (452.45 ton/ha) se considera **baja** de acuerdo a la clasificación propuesta por *Montes-León et al. (2011)*, ya que cantidades menores a 50 ton/ha se clasifican como media.

Pérdida de suelo potencial al ejecutar el CUSTF

El producto de los primeros factores (R, K, L y S) representa el potencial erosivo; eso es, la pérdida del suelo que ocurrirá con la ejecución del cambio uso de suelo, considerando el valor del Factor C con un valor de 1, ya que el valor 1 representa a terrenos sin ninguna protección, es decir, sin cobertura vegetal.

En la siguiente tabla se muestra la cantidad de pérdida de suelo por erosión hídrica al llevar a cabo el cambio uso de suelo.

Tabla IV.73. Pérdida de suelo al ejecutar el cambio uso de suelo.

POLÍGONO	FACTOR R	FACTOR K	FACTOR LS	FACTOR C	EROSIÓN POTENCIAL (Ton/Ha)	SUPERFICIE EN HAS	EROSIÓN POTENCIAL EN SUPERFICIE SUJETA A CUSTF (Ton/año)
CUSTF	4,324.22	0.02	1.73	1	87.85	10.30	904.90

Al ejecutar el cambio uso de suelo en la superficie propuesta para tal fin se aumentaría la pérdida de suelo a 452.45 ton/año (ver Tabla IV.74), dicha cifra resultado por la diferencia entre la pérdida potencial

de suelo (904.90 ton/año) menos la pérdida actual de suelo (452.45 ton/año), dando como resultado el volumen de suelo que se va incrementar por la ejecución del cambio uso de suelo.

Tabla IV.74. Diferencia entre erosión potencial y erosión actual en la superficie sujeta a cambio uso de suelo.

Erosión actual (Ton/año)	Erosión potencial al ejecutar CUSTF (Ton/año)	Incrmeento en la pérdida de suelo (Ton/año)
452.45	904.90	452.45

Cabe señalar que a pesar de que aumente la erosión hídrica de 43.93 ton/ha año a 87.85 ton/ha año se clasifica como una erosión hídrica **media** de acuerdo a la clasificación propuesta por *Montes-León et al. (2011)*, ya que la cantidad de pérdida de suelo se transfiere a un valor entre 50 a 100 ton/ha (ver Tabla IV.71).

Nota: Se adjunta al presente estudio la memoria de cálculo de las operaciones realizadas para obtener la pérdida de suelo por erosión hídrica del área sujeta a cambio uso de suelo.

Pérdida de suelo potencial al ejecutar el CUSTF y aplicar las medidas de compensación

Como medida de mitigación se está proponiendo la siembra de matorral nativo dentro de la superficie donde se realizará el CUSTF de una superficie de 10.30 has, debido a que no se está contemplando la siembra de especies nativas en un área igual a la superficie sujeta a cambio uso de suelo, ya que la reforestación será en una superficie aledaña al proyecto y dentro de los predios arrendados.

Así que al realizar esta siembra dentro de dicha superficie se volvería a mantener una cobertura vegetal y por tanto se estaría atenuando la erosión hídrica.

Reforestación con matorral nativo de 10.30 has de las áreas temporales

Para la estimación de la pérdida de suelo contemplando la medida de mitigación se usaron los mismos valores del Factor R, Factor K, Factor LS y C estimados anteriormente ya que no se verán modificadas estos factores por el cambio uso de suelo, los cuales corresponden a:

Tabla IV.75. Valor del Factor R, K y LS para el área sujeta a cambio uso de suelo.

FACTOR R	FACTOR K	FACTOR LS	FACTOR C
4,324.22	0.02	1.73	0.50

La diferencia con esta medida de mitigación es que se recupera el área de afectación por el CUSTF, debido a que se reforestan 10.30 has de especies nativas.

En la siguiente tabla se presenta la pérdida de suelo que habría al cubrir con especies nativas donde se realizara el cambio uso de suelo:

Tabla IV.76. Pérdida de suelo por erosión hídrica al contemplar la siembra de especies nativas en la superficie sujeta a CUSTF.

Polígono	Factor R	Factor K	Factor LS	Factor C	Erosión (Ton/Ha año)	Superficie en Has	Erosión en área sujeta a CUSTF (Ton/año)
CUSTF	4,324.22	0.02	1.73	0.50	43.9.	10.30	452.45

Conclusiones

A nivel SAR actualmente existe una pérdida de suelo por erosión hídrica de 3,031,824.90 ton/año, pero en el área de cambio uso de suelo en la superficie propuesta se tiene una pérdida de suelo de 452.45 ton/año, representando una pérdida de 0.014%; pero ejecutando el CUSTF la erosión incrementa a 904.90 ton/año, representando un valor del 0.29 %, lo que significa que se incrementa en un 2 veces a la erosión actual.

Al implementar las medidas de mitigación, es decir, la siembra de especies nativas se estaría mitigando a nivel del SAR a su condición actual de pérdida de suelo de suelo, lo que significa que a nivel de la superficie de CUSTF la erosión actual es igual que con las medidas de compensación de 0.014%.

Erosión eólica

La erosión eólica es el desgaste de las rocas o la remoción del suelo debido a la acción del viento. El viento es un eficaz agente de erosión capaz de arrancar, levantar y transportar partículas, sin embargo, su capacidad para erosionar rocas compactadas y duras es limitada. En el fenómeno de erosión eólica,

es determinante la superficie sobre la que actúa el viento. Su alteración no se limita a puntos o áreas limitadas como ocurre con la erosión hídrica, la acción del viento se ejerce sobre la totalidad de la superficie (López, 2012). Este fenómeno se presenta de manera predominante en las zonas áridas y semiáridas, aunque también se presenta en las regiones con escasa o nula vegetación durante la estación seca (Carabias et al., 1998).

En seguida se describe la metodología empleada para estimar la erosión eólica que se presenta tanto en el SAR como en la superficie sujeta a CUSTF.

Determinación de pérdida de suelo por erosión eólica

Los factores que afectan a la erosión eólica son clima, suelo y vegetación. La topografía parece ser no muy importante, aunque la longitud de la superficie erosionable tiene gran influencia en movimiento del suelo.

Clima. - Los factores climáticos que tienen influencia en la erosión eólica son precipitación pluvial, temperatura y viento (humedad, viscosidad y densidad del aire). La distribución de la lluvia y su efecto en la humedad del suelo son de importancia básica en el movimiento. La evaporación y la transpiración son influenciadas por viento, humedad relativa y temperatura. Estos procesos disminuyen la humedad del suelo y que al secarse resulta más propenso a la erosión eólica. Las características del viento que afectan a la erosión eólica son: velocidad, duración, dirección y turbulencia.

Suelo. – Los factores del suelo que son afectados por erosión eólica son textura, estructura y densidad de partículas, densidad aparente, materia orgánica, contenido de humedad y coeficiente de rugosidad. La rugosidad cambia en los sistemas de labranza y la formación de costras disminuye la rugosidad, pero tiende a reducirse el movimiento del suelo debido al viento.

Vegetación. – Los factores de la vegetación que influyen en el proceso erosivo son altura y densidad de la cobertura, tipo de vegetación y distribución en el año. La presencia de raíces y residuos de cosecha son muy efectivos para reducir la erosión.

Considerando que el viento es el agente que causa la erosión es necesario definir como se mueve el viento para tratar de definir su poder erosivo.

Determinación de pérdida de suelo por erosión eólica

Para conocer la pérdida de suelo que ocurre por el factor eólico en el SAR fue necesario adaptar distintas ecuaciones planteadas por diversos autores (*Entre ello W. H. Wischmeier y D.D. Smith en 1965; E. L. Skidmore y N. P. Woodruff en 1968*).

Fue necesario calcular primero los siguientes valores:

- **PECRE** - Periodo de crecimiento (días con lluvia al año).
- **IAVIE** - Índice de agresividad del viento.
- **CATEX** - Calificación de textura y fase.
- **CAUSO** - Calificación por uso de suelo.

La fórmula para calcular la erosión eólica en ton/ha/año es:

$$\text{Erosión eólica} = \text{IAVIE} * \text{CATEX} * \text{CAUSO}$$

Donde los valores que se obtienen oscilan entre 0.0 a más de 200 ton/ha/año, mismo que se clasifican según la siguiente tabla.

Tabla IV.77. Clases de degradación de suelos

Clase de degradación	Valor de erosión eólica (ton/ha/año)
Sin erosión	Menor de 12
Ligera	De 12 a 50
Moderada	De 50 a 100
Alta	De 100 a 200
Muy alta	Mayor de 200

Obtención del periodo de crecimiento (**PECRE**), que se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo. La fórmula es la siguiente:

$$\text{PECRE} = 0.2408 (\text{Precipitación}) - 0.0000372 (\text{Precipitación})^2 - 33.1019$$

Que realizando la sustitución quedaría de la siguiente manera:

$$PECRE = 0.2408 (1,167.60) - 0.0000372 (1,167.60)^2 - 33.1019$$

$$PECRE = 33.38$$

Con el periodo de crecimiento, se calculó el "índice de agresividad del viento" (IAVIE), mediante la siguiente fórmula:

$$IAVIE = 160.8252 - 0.7660 (PECRE)$$

Realizando la sustitución quedaría de la siguiente manera:

$$IAVIE = 160.8252 - 0.7660 (33.38)$$

$$IAVIE = 135.25$$

La calificación de textura y fase (CATEX); de las texturas, se consideraron los tres tipos (en caso de estar presentes) y de las fases sólo se tomaron en cuenta la gravosa y la pedregosa. Los valores atribuidos a las fases y texturas del suelo se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IV.78. Fases y texturas de suelos

CATEX	Textura y fase
0.2	Gruesa
0.3	Media
0.1	Fina
0.5	Fase pedregosa o gravosa

Para la determinación de este factor se empleó la información edafológica del INEGI: Escala 1:250,000, Serie II (Continuo Nacional), información actualizada durante el periodo 2002-2006 (INEGI, 2007). Como se puede apreciar en el **Plano** dentro del SAR hay 3 tipos de suelo, por lo cual, se estimó la media ponderada del valor de K:

$$X_{factor K} = (Superficie Suelo_1 * CATEX) + (Superficie Suelo_2 * CATEX) + (Superficie Suelo_n * CATEX) /$$

$$Superficie total del SAR$$

En la Tabla IV.79 se muestra el valor resultante al estimar la media ponderada del valor de **CATEX**.

Tabla IV.79. Tipo de suelo presente en el SAR, valor de CATEX para cada tipo de suelo, superficie por tipo de suelo y media pondera para CATEX

Tipo de suelo	Has	Porcentaje	CATEX
Cambisol	3489.64	2.84%	0.30
Leptosol	67525.88	55.03%	0.30
Phaeozem	51,690.08	42.13%	0.30
	122,705.60	100.00%	0.30

El **CAUSO** se obtuvo conociendo los valores de calificación por cambio de uso de suelo y realizando también, un promedio ponderado, donde se incluyeron todos los tipos de vegetación presentes en el SAR. A continuación, se presentan los valores de **CAUSO** para cada tipo de vegetación.

Tabla IV.80. Valores de CAUSO por tipo de vegetación

CAUSO	Vegetación
0.8	Agrícola
0.1	Bosque
0.12	Patizal o pradera
0.11	Pastizal inducido
0.15	Matorral
0.4	Sin vegetación aparente
0.13	Vegetación secundaria (otras coberturas vegetales)
0.05	Humedal
0	Área urbana, asentamientos humanos, cuerpos de agua

En la siguiente tabla se muestran los tipos de vegetación presentes en el SAR, su valor correspondiente de CAUSO y el área que ocupa. Teniendo estos datos se realizó un promedio ponderado para conocer el valor de CAUSO del SAR.

$$CAUSO = (CAUSO \text{ tipo de vegetación}_1 * Superficie \text{ vegetación}_1 + CAUSO \text{ tipo de vegetación}_2 * Superficie \text{ vegetación}_2 + CAUSO \text{ tipo de vegetación}_n * Superficie \text{ vegetación}_n) / Superficie \text{ del SAR}$$

Cuyo valor obtenido del CAUSO ponderado se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV.81. Valor de CAUSO ponderado del SAR

Uso de suelo y vegetación SAR	Superficie	Porcentaje	CAUSO	CAUSO ponderado
Agricultura de temporal anual	498.2	0.41%	0.80	398.56
Agricultura de temporal permanente	3.92	0.00%	0.80	3.14
Cuerpos de Agua	34.48	0.03%	0.05	1.72
Pastizal cultivado	98658.13	80.30%	0.11	10852.39
Zona urbana	300.61	0.24%	0.00	0.00
Vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia	22992.31	18.71%	0.13	2989.00
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana caducifolia	371.49	0.30%	0.13	48.29
Total	122859.14	100.00%		0.12

Por último, se realizó la ecuación para calcular la erosión eólica la cual se expresa de la siguiente manera:

$$Erosión \text{ eólica} = IAVIE * CATEX * CAUSO$$

$$Erosión \text{ eólica} = 135.25 * 0.30 * 0.12$$

$$Erosión \text{ eólica} = 4.72 \text{ ton/ha/año}$$

El valor obtenido en el SAR de 17.76 ton/ha/año, se califica **sin erosión** de acuerdo a la tabla IV.92, multiplicando este volumen por el número de hectáreas que abarca el SAR, podemos conocer el total de toneladas de suelo que se pierden en el total del SAR por año.

$$\text{Erosión eólica SAR} = \text{Erosión eólica} * \text{Superficie del SAR}$$

$$\text{Erosión eólica SAR} = 4.72 * 122,859.14$$

$$\text{Erosión eólica} = 579,959.23 \text{ ton/año}$$

Determinación de pérdida de suelo por erosión eólica en el área sujeta a cambio uso de suelo

Para el cálculo de la Erosión Eólica que ocurre en el Predio en el que se pretende establecer el proyecto, fue necesario adaptar distintas ecuaciones planteadas por diversos autores (*Entre ello W. H. Wischmeier y D.D. Smith en 1965; E. L. Skidmore y N. P. Woodruff en 1968*) a fin de darles expresión en el área sujeta a CUSTF que en este documento se propone, por lo que para su obtención fue necesario calcular los siguientes valores:

- PECRE: Periodo de crecimiento (días con lluvia al año).
- IAVIE: Índice de agresividad del viento.
- CATEX: Calificación de textura y fase.
- CAUSO: Calificación por uso del suelo.

La fórmula para calcular la erosión eólica en ton/ha/año es:

$$\text{Erosión eólica} = \text{IAVIE} * \text{CATEX} * \text{CAUSO}$$

Obtención del periodo de crecimiento (**PECRE**), que se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo. La fórmula es la siguiente:

$$\text{PECRE} = 0.2408 (\text{Precipitación}) - 0.0000372 (\text{Precipitación})^2 - 33.1019$$

Que realizando la sustitución quedaría de la siguiente manera:

$$\text{PECRE} = 0.2408 (1,167.60) - 0.0000372 (1,167.60)^2 - 33.1019$$

$$\text{PECRE} = 33.38$$

Con el periodo de crecimiento, se calculó el "índice de agresividad del viento" (IAVIE), mediante la siguiente fórmula:

$$IAVIE = 160.8252 - 0.7660 (PECRE)$$

Realizando la sustitución quedaría de la siguiente manera:

$$IAVIE = 160.8252 - 0.7660 (33.38)$$

$$IAVIE = 135.25$$

Para la determinación de este factor se empleó la información edafológica del INEGI: Escala 1:250,000, Serie II (Continuo Nacional), información actualizada durante el periodo 2002-2006 (INEGI, 2007). Como se puede apreciar en el **Plano** dentro del SAR hay 1 tipo de suelo, por lo cual, se tomo el valor de CATEX de 0.3.

El valor de causo para el tipo de vegetación de presente es de 0.13.

Finalmente se realizó la operación para conocer la perdida de suelo actual que hay en el predio propuesto para la realización de CUSTF, quedando de la siguiente manera:

$$Erosión\ eólica\ actual_{CUSTF} = IAVIE * CATEX * CAUSO$$

$$Erosión\ eólica\ actual_{CUSTF} = 135.25 * 0.3 * 0.13$$

$$Erosión\ eólica\ actual_{CUSTF} = 5.27\ Ton/ha/año$$

El valor obtenido en el CUSTF de 5.27 ton/ha/año, se clasifica **sin erosión** de acuerdo a la tabla IV.79, multiplicando este volumen por el número de hectáreas que abarca el CUSTF, podemos conocer el total de toneladas de suelo que se pierden en el total del CUSTF por año.

$$Erosión\ eólica\ actual_{CUSTF} = Erosión\ eólica * Superficie\ del\ CUSTF$$

$$Erosión\ eólica\ actual_{CUSTF} = 54.33\ ton/año$$

Una vez calculado este valor se procedió a calcular la erosión eólica potencial, este es un modelo comparativo que nos permite saber cuál sería el aumento en la erosión eólica habiendo realizado el desmonte de la vegetación. Para esto se hace el cambio en el valor del CAUSO por el correspondiente a "Sin vegetación aparente" que equivale a 0.4 por lo que la fórmula queda de la siguiente manera:

$$Erosión\ eólica\ potencial_{CUSTF} = IAVIE * CATEX * CAUSO$$

$$\text{Erosión eólica potencial}_{CUSTF} = 135.25 * 0.30 * 0.40$$

$$\text{Erosión eólica potencial}_{CUSTF} = 16.13 \text{ ton/ha/año}$$

Nuevamente multiplicamos este valor por la superficie del predio para conocer la erosión total por año.

$$\text{Erosión eólica potencial}_{CUSTF} = \text{Erosión eólica potencial} * \text{Superficie del CUSTF}$$

$$\text{Erosión eólica potencial}_{CUSTF} = 167.17 \text{ ton/año}$$

Para finalizar se calcula la diferencia de erosión en la erosión restando a la Erosión Eólica potencial la Erosión Eólica actual.

$$\text{Aumento en la erosión} = \text{Erosión eólica potencial} - \text{Erosión eólica actual}$$

$$\text{Aumento en la erosión} = 167.17 - 54.33 \text{ ton/año}$$

$$\text{Incremento en la erosión} = 112.84 \text{ ton/año}$$

Como medida de mitigación se propone la siembra de matorral nativo en el área sujeta a CUSTF, esto una vez que se hallan realizado los trabajos de preparación del sitio y construcción, en aquellas áreas donde se encuentren las obras temporales en una superficie de 10.30 has, la siembra de especies nativas ayudará a reducir la acción erosiva del viento una vez que se halla desarrollado, y también permitirá captar suelo arrastrado de otras áreas por acción del viento, depositándolo en esa área; para cuantificar el volumen de suelo que se dejará de perder con la siembra matorral nativo se utilizó la misma fórmula empleada para calcular la pérdida de suelo.

Lo que significa que se recuperará a su condición original la pérdida de suelo por erosión eólica anivel del SAR.

IV.4. Diagnóstico ambiental

A manera de resumir el panorama ambiental general de la zona, se presenta la siguiente síntesis de los principales componentes ambientales (Tabla IV.82), acotada a la situación actual o diagnóstico de la zona:

Tabla IV.82. Diagnóstico del Sistema Ambiental

Componente ambiental	Indicador	Estado actual del componente ambiental
Medio físico		
Clima	Modificación del microclima	En el SAR se ha disminuido la cobertura vegetal para el desarrollo de las actividades agropecuarias en estas áreas desmontadas, se ha modificado el microclima debido al incremento de la temperatura por mayor insolación.
Calidad del aire	Presencia o ausencia de fuentes de emisiones a la atmósfera	No existen datos sobre la calidad del aire de la región, sin embargo se puede suponer que no existen problemas de contaminación atmosférica, debido a que las fuentes de emisión son prácticamente nulas, ya que no existen desarrollos industriales que puedan generar contaminantes; la ausencia de barreras físicas (macizos o cadenas montañosas) que dificulten su dispersión; y a que los vientos que soplan todo el año no permiten la acumulación de contaminantes. Los incendios forestales son las principales fuentes de emisión de contaminantes. La temporada de incendios, fuertemente vinculada con la de sequía, se establece a partir de enero, llegando a su máximo en abril y mayo.
Ruidos y vibraciones	Presencia o ausencia de fuentes de emisiones de ruido	Las emisiones de ruido en las zonas rurales se deben principalmente al tránsito de vehículos sobre las principales carreteras y caminos del SAR, particularmente en el Área del Proyecto, el ruido proviene del tránsito de los vehículos sobre la carretera No. 176 Buctzotz-Sucila.
Hidrología superficial	Presencia o ausencia de contaminación de los ríos y cuerpos de agua	La elevada precipitación pluvial, aunada a la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica, favorece la renovación del agua subterránea, por lo que prácticamente toda el SAR funciona como zona de recarga propiciando que los escurrimientos superficiales sean prácticamente escasos o de muy corto recorrido. El SAR solo se registran 34 has ocupadas por cuerpos de agua, en el Área sujeta a cambio de suelo no se registraron cuerpos de agua superficiales.
Hidrología subterránea	Estado actual del acuífero (sobrexplotado o subexplotado)	Las principales fuentes de contaminación provienen de las descargas de aguas residuales de las localidades así como el uso de agroquímicos. El SAR se encuentra en la Unidad Regional denominada "Acuífero Península de Yucatán" el cual tiene un volumen disponible de 3,388.86 m ³ anuales para nuevas concesiones por lo que no está sobrexplotado
Geomorfología	Modificación de relieve	En el SAR se localiza al oriente de la Península de Yucatán, constituida por roca caliza de origen sedimentario marino que conforma una superficie predominantemente plana, pero existen micro relieves de origen cárstico, hondonadas y algunas elevaciones
Suelo	Presencia o ausencia de erosión y/o	En el SAR se identificaron tres unidades dominantes de suelo en orden descendente respecto a la superficie que ocupan son; Leptosol, Paheozem y Cambisol. En el Área

Componente ambiental	Indicador	Estado actual del componente ambiental
	contaminación	del Proyecto predomina el suelo Leptosol.
Medio biótico		
Vegetación	Estado de conservación	El tipo de vegetación natural presente en nuestra área de estudio corresponde principalmente al tipo Pastizal cultivado aunque presenta vegetación correspondiente de Acahual, además ciertas manchas de vegetación forestal secundaria de selva Mediana Subcaducifolia donde originalmente el uso era agrícola En el SAR y Área de Influencia la fragmentación de la selva se ha dado principalmente por el desarrollo de las actividades agropecuarias, el crecimiento de las zonas urbanas, y la construcción de infraestructura vial y eléctrica. En el Área del Proyecto la fragmentación registrada se debe a algunas parcelas agrícolas presentes.
	Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010	No se encontraron especies Listadas en la NOM-059 SEMARNAT-2010.
Fauna	No. de especies	Se registraron un total de 53 especies; 45 especies de Aves, 4 de Mamíferos y 4 de Reptiles.
	Especies en estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010	Se registraron 3 especies; bajo Amenaza se encontraron <i>Bubo virginianus</i> , <i>Meleagris ocellata</i> y <i>Ctenosaura similis</i> .
Medio socioeconómico		
Paisaje	Disminución de la calidad del paisaje	El paisaje correspondiente a un área de calidad Media, cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales, además se considera como un paisaje de fragilidad moderada, cuyos elementos se encuentran condicionados a las evidencias de alteración y degradación antropogénica en gran parte del SAR.
Demografía	Tasa de crecimiento	En los últimos años, el crecimiento exponencial de habitantes para el municipio de matamoros ha ido en aumento, actualmente 8,637 habitantes , la cual representa el 0.29 por ciento de los habitantes en el estado.

**Discovery Management
S.A.P.I de C.V.**

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B-REGIONAL
“PARQUE EOLICO KABIL”**

PREPARADO POR:

VERA & ASOCIADOS
DERECHO • AMBIENTE • COMUNIDAD

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD REGIONAL, TIPO B (DTU-BR)**

**PROYECTO:
“PARQUE EOLICO KABIL”**

**CAPITULO IX: IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS
METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS
RESULTADOS DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD
B-REGIONAL**

**PROMOVENTE:
DISCOVERY MANAGEMENT S.A.P.I DE C.V.**

CONTENIDO

IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL DOCUEMNTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD B-REGIONAL	3
IX.1. Cartografía	3
IX.2. Fotografías	4
IX.3. Base de datos	4
IX.4 Bibliografía	5
Vinculación	5
Vinculación (normatividad).....	6
Clima.....	7
Geología y geomorfología.....	8
Edafología	9
Hidrología	9
Vegetación	9
Fauna	10
Socioeconómico	17
Medidas de mitigación	18

IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD B-REGIONAL

En este capítulo se mencionan los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en el Documento Técnico Unificado Modalidad B-Regional del Proyecto “**Parque Eólico Kabil**”.

IX.1. Cartografía

Macro Ubicación del proyecto

Ciclones tropicales

Climas Isotermas e Isoyetas

Climas

Delimitación del SAR

Deslizamientos y Hundimientos

Edafología

Elementos Urbanos

Elevación

Fisiografía

Geología

Granizo

Heladas

Hidrología Subterránea

Hidrología Superficial

Intensidad de Sismos

Sequía

Sismos

Topoformas

Transectos Muestreo Fauna

Uso de suelo y Vegetación

Riesgo por Inundaciones

Área de Importancia de Conservación de Aves (AICA)

Áreas Naturales Protegidas (ANP)

Programa de Ordenamiento General del Territorio (POEGT)

Región Hidrológica Prioritaria (RHP)

Región Terrestre Prioritaria (RTP)

Sitios Prioritarios Acuáticos (SPA)

Sitios Prioritarios Terrestres (SPT)

Sitios Prioritarios Acuáticos Continentales (SPAC)

Sitios Prioritarios Primates (SPP)

Zonas Arqueológicas

IX.2. Fotografías

Anexo Fotográfico "Sitios de Muestreo-Parque Eólico Kabil"

Anexo Fotográfico "Actividades de campo"

Catalogo de figuras del proyecto

IX.3. Base de datos

Base de Datos Fauna_Parque Eólico Kabil

Base de Datos Flora_Parque Eólico Kabil

Costos de restauración_Parque Eólico Kabil

Estimación económica de los servicios ambientales_Parque_Eólico_Kabil

Evaluación económica del predio sujeto a CUSTF.

Servicios ambientales a afectar_Parque_Eólico_Kabil

IX.4 Bibliografía

Vinculación

Abarca, F.J. y M. Cervantes (Editores). 1996. Manual para el manejo y conservación de los humedales de México. Publicación especial bajo colaboración de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Ecología, U.S. Fish and Wildlife Service, Arizona Game and Fish Department y Wetlands International the Americas-Programa México.

Benítez, H., C. Arizmendi y L. Márquez. 1999. Base de Datos de las AICAS. CIPAMEX, CONABIO, FMCN y CCA. México. (<http://www.conabio.gob.mx>).

Contreras, E.F.1985. Las Lagunas Costeras Mexicanas. Centro de Eco Desarrollo, SEPESCA.138-142 pp.

Escalante, P., A.G. Navarro y A.T. Peterson. 1992. Cap. 8 A geographic, ecological and historical análisis of land bird diversity in Mexico. In Ramamoorthy, T.P. et. Al. (Eds.) Biological diversity of México: origins and distributions. Oxford University Press. New York, USA.

Navarro, S.G.A. y D.H. Benítez. 1993. Patrones de riqueza y endemismo de las aves. Pp 45-54. In: Flores-Villela, O. y S.G.A. Navarro (compiladores). Biología y problemática de los vertebrados en México. Ciencias, No. 7.

NOM-059-ECOL-2001. Norma oficial mexicana que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección. Diario Oficial de la Federación.

Sprunt IV.A, y C.E. Knoder. 1980. Populations of wading birds and other colonial nesting species on the Gulf and Caribbean coasts of México. Pp 1-36 In: Scaeffter P.P. y S.M. Ehlers (editores The birds of Mexico. Their Ecology and Conservation. Proc. Nat. Audubon Soc. Symposium, 1980.

Vinculación (normatividad)

CONABIO 2012. Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad. Disponible en web:
<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html>

CONANP 2012. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Disponible en web:
http://www.conanp.gob.mx/listado_areas.html

Conferencia Internacional sobre Energías Renovables. Disponible en web:
http://www.sener.gob.mx/webSener/res/PE_y_DT/pe/conf_inter_er.pdf

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. Última reforma publicada en DOF 09 de febrero de 2012. Disponible en web: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/index.htm>

Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica. Última reforma DOF. 09-04-2012. Disponible en:
<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/index.htm>

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Última reforma publicada en DOF. 04-06-2012. Disponible en web: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgdfs.htm>.

Ley General de Vida Silvestre. Última reforma publicada en DOF. 06-06-2012
<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgvs.htm>

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Última reforma publicada en: DOF. 04-06-2012. Disponible en web: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgeepa.htm>

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Última reforma publicada en DOF. 30-05-12. Disponible en web: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lpggir.htm>

Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética. Publicada en DOF 12-01-2012. Disponible en web:
<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/laerfte.htm>

Normas Oficiales Mexicanas. Disponible en web: <http://www.economia-noms.gob.mx/noms/inicio.do>

POISE 2011-2025. Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico 2011-2025. Disponible en web:
<http://aplicaciones.cfe.gob.mx/aplicaciones/otros/POISE20102024.ZIP>

Prospectiva del Sector Eléctrico 2009-2024. Disponible en web: <http://www.sener.gob.mx>

Protocolo de Kyoto. Disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>

Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica. Última reforma publicada en Diario Oficial de la Federación el 25 de mayo de 2001. Disponible en web: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla.htm>

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Última reforma publicada en DOF el 21 de febrero de 2005. Disponible en web: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla.htm>

Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. Última reforma publicada en DOF 30 de noviembre 2006. Disponible en web: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla.htm>

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Última reforma publicada en DOF 26-04-2012. Disponible en web: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley.htm>

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Última reforma publicada en DOF el 30 de noviembre de 2006. Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla.htm>

Reglamento de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética. Publicada en Diario Oficial de la Federación el 2 de septiembre de 2009. Disponible en web: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla.htm>

Clima

Fuentes, O., M. T. Vázquez. 1997. Probabilidad de presentación de ciclones tropicales en México. Cuadernos de Investigación 42, CENAPRED. 37 pp.

García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 217 pp. México.

García, E. 1997. Mapas de climas 1:1 000 000 (clasificación Köppen modificado por E. García). Hojas Chiapas. CONABIO.

Hernández, E., A. Tejeda y S. Reyes. 1991. Atlas Solar de la República Mexicana. Col. Textos Universitarios. Universidad Veracruzana – Universidad de Colima. 155 pp.

IMTA. 2006. Software/Base de datos CD-ERIC III: Extractor Rápido de Información Climática ver 3.0. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua- Comisión Nacional del Agua. CD-ROM.

Rosengaus, M. *et al.* 2002. Atlas Climatológico de ciclones en México. CENAPRED. 106 p.

SMN. 2014. Normales Climatológicas 1951-2010 Servicio Meteorológico Nacional, Comisión Nacional del Agua.

Tejeda, A., C. Welsh (Coordinadores). 2006. Inundaciones 2005 en el Estado de Veracruz. Editorial Universidad Veracruzana-Consejo Veracruzano de Ciencias y Tecnología, Xalapa, Veracruz, México. ISBN 968-834-754-X.

Tejeda, A., *et al.* 2010. Climatología. Pp: 66-84. En: Florescano, E., Ortíz J. (coordinadores). 2010. Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz. Gobierno del Estado de Veracruz; Universidad Veracruzana.

Unisys. 2014. Unisys Weather – Hurricane. <http://weather.unisys.com/hurricane/index.html>.

Geología y geomorfología

Ferrusquía, I. 1998. Geología de México: una sinopsis. p. 3-108. Publicado en: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (compiladores), 1998. Diversidad Biológica de México. Instituto de Biología UNAM. 792 pp.

Padilla y Sánchez, R. 2007. Evolución geológica del sureste mexicano desde el Mesozoico al presente en el contexto regional del Golfo de México. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Tomo LIX, Núm. 1, 2007, P. 19-42.

SSN-UNAM. 2014 Consulta electrónica del Boletín Sismológico. Servicio Sismológico de la UNAM. <http://www.ssn.unam.mx>.

USGS. 2014. National Earthquake Information Center. Base de datos sismológicos a nivel mundial. <http://earthquake.usgs.gov>.

Zepeda, O., S. González (Editores). 2001. Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres de México. Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana. Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). 225 pp.

Zamora, A. 2007. Estudio vulcanológico del área del volcán San Martín Tuxtla, Veracruz. México. Tesis doctoral. Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM.

INEGI. 2000. Datos Vectoriales Fallas y Fracturas escala 1:1 000 000. Instituto Nacional de estadística y geografía.

Edafología

FAO-UNESCO. 1998. Mapa mundial de suelos – leyenda revisada. Informes sobre recursos mundiales de suelos 60. FAO – UNESCO – ISRIC. 142 pp.

INIFAP-CONABIO 1995. Metadatos "Edafología". Escalas 1:250 000 y 1:1 000 000. México.

IUSS Grupo de Trabajo WRB. 2007. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma.

Hidrología

Arriaga, L., V. Aguilar, J. Alcocer. 2002. Aguas continentales y diversidad biológica de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. <http://www.conabio.gob.mx>.

IMTA. 2002. CD BANDAS: Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua- Comisión Nacional del Agua. CD-ROM.

Perez, A., M. Ortíz. 2002. Cambio de la cubierta vegetal y vulnerabilidad a la inundación en el curso bajo del río Papaloapan, Veracruz. Investigaciones geográficas (mx). Boletín del Instituto de Geografía de la UNAM, No. 48. 90-105.

Velásquez, L., A. Ordaz, 1993-1994. Provincias Hidrogeológicas de México. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Tomo LII. Núm. 1-2. p. 15-33.

Vegetación

Gentry A. 1996. A Field guide to the Families and Genera of Woody Plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Perú). The University of Chicago Press. United States of America. 895 pp.

Mostacedo B, Fredericksen TS (2000) Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia. 87 pp

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México, DF, 432 pp.

Standley, P. C. 1958. Flora of Guatemala. EE. UU. Chicago Natural Museum. Fieldiana botany 24 (1)11-63

Wheeler B.D., Money R.P. y Shaw S.C. 2002. Freshwater wetlands. En: Perrow M.R. y Davy A.J. Eds. Handbook of Ecological restoration, pp. 325-354. Vol. 2. Restoration in practice. Cambridge University Press. Cambridge.

Fauna

Altringham, J.D., 2011. Bats from evolution to conservation, 2nd ed., Oxford, Oxford university press.

Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología, A.C. y CONABIO. Xalapa, Ver., México. 212 pp.

Arnett, E. B. (2007) Patterns of pre-construction bat activity at a proposed wind facility in northwest Massachusetts. Annual report Prepared for the Bats and wind energy cooperative.

Arroyo-Cabrales, J., González-Christen, A., Canales, D., León-Burgos, F., Franco-Morales, M.L., Navarro, L. y Vargas-Contreras, J., Coord., 2011. Los Murciélagos de Calakmul. Guía ilustrada. Veracruz. Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico.

Badii, M. H., Landeros, J., Cerna, E. (2008). Patrones de asociación de especies y sustentabilidad. International Journal of Good Conscience. 3(1): 632-660.

Baev, P. V; Penev. L. D. 1995. Biodiv: program for calculating biological diversity parameters, similarity, noche overlap, and cluster analysis. Version 5.1. Pensoft, Sofia-Moscow, 57 pp.

- Benítez, H., C. Arizmendi y L. Márquez. 1999. Base de Datos de las AICAS. CIPAMEX, CONABIO, FMCN y CCA. México. (<http://www.conabio.gob.mx>).
- Bernard, E. (2001), Vertical stratification of bat communities in primary forest of Central Amazon, Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 17:115-126.
- Buckley, L. B., G. H. Rodda, and W. Jetz. 2008. Thermal and energetic constraints on ectotherm abundance: a global test using lizards. *Ecology* 89:48–55.
- Cabrera-Cruz, S. A. T. J. Mabee y R. V. Patraca. 2013. Using theoretical flight speeds to discriminate birds from insects in radar studies. *Condor* 115:263-272.
- Cabrera-Cruz, S. A. T. J. Mabee y R. V. Patraca. En prensa. Nocturnal bird migration in Mexico. First records with marine radar. *Ornitología Neotropical* 24:299-399
- Campbell, J. A. 1998. Comments on the identities of certain Tantilla (Squamata: Colubridae) from Guatemala, with descriptions of two new species in the genus. *Scientific Papers, Natural History Museum, The University of Kansas* 7:1–14.
- Campbell, J. y W. Lamar. 1989. *The Venomous Reptiles of Latin America*, Cornell University Press, Nueva York.
- Casas-Andreu G., F. Méndez-de la Cruz y J. L. Camarillo. 1996. Anfibios y Reptiles de Oaxaca. Lista, distribución y conservación. *Acta Zoológica Mexicana* 69:1-35.
- Casas-Andreu, G.; McCoy, C. (1987). *Anfibios y reptiles de México: claves ilustradas para su identificación*. Limusa.
- Casas-Andréu, G.; Valenzuela-López, G; Ramírez-Bautista, A. (1991). *Cómo Hacer una Colección de Anfibios y Reptiles*. UNAM. México, D. F. 68 pp.
- Ceballos, G. y Arroyo-Cabrales, J. 2012. Lista actualizada de los mamíferos de México 2012. *Revista Mexicana de Mastozoología Nueva Época*, 2 (2): 27-80.
- Ceballos, G. y Oliva, G. 2005. *Los Mamíferos Silvestres de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Fondo de Cultura Económica, México, D. F. 986 pp.

CITES 2011. Lista de las especies CITES. Secretaria de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies.

Colwell R K and Coddington J A 1994 Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation; Philos. Trans. R. Soc. London B 345 101–118

Cooper, B. A., R. H. Day, R. J. Ritchie, and L. C. Clayton. 1991. An Improved Marine Radar System for Studies of Bird Migration. *Journal of Field Ornithology* 62:367-377.

Cuarón, A.D. 2005. *Tamandua mexicana* (Saussure, 1860) Oso hormiguero. In: G. Ceballos and G. Oliva (eds), *Los mamíferos silvestres de México*, pp. 121-123. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica, México.

Darrel R. (2007). *Amphibian Species of the World: an Online Reference*. Version 5.2 (15 July 2008).

Del Pont, R. Coord. 1997. *Guía de aves canoras y de ornato*. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP. México. (Edición digital: INE 1997).

EstimateS Statistical estimation of species richness and shared species from samples Version 8.0.0 2006 by Robert K. Colwell, University of Connecticut USA, Copyright 1994-2012

Faaborg, J., R. T. Holmes, A. D. Anders, K. L. Bildstein, K. M. Dugger, S. A. Gauthreaux Jr, P. Heglund, K. A. Hobson, A. E. Jahn, and D. H. Johnson. 2010. Recent advances in understanding migration systems of New World land birds. *Ecological Monographs* 80:3-48.

Flores-Villela, O. (1993). *La Herpetofauna Mexicana*. Lista Anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes, y nuevas especies. USA.

Furuno. 2002. Operator's manual. 15" Multi-color high performance shipborne radar and ARPA. Model FR-1500 MARK-3 series. FURUNO Electric Co. Ltd., Nishinomiya, Japan.

Galindo-González, J. 1998. Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. *Acta Zool. Mex.* (n. s.) 73:57-74.

Gaona, S., González-Christen, A. y López-Wilchis, R. 2003. Síntesis del conocimiento de los mamíferos silvestres del Estado de Veracruz, México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, Vol. 1: 91-123.

- García A., A. y G. Ceballos. 1994. Guía de Campo de los Reptiles y Anfibios de la Costa de Jalisco. Fundación Ecológica de Cuixmala, A.C. Instituto de Biología, UNAM, México D.F. 184 pp.
- Gauthreaux. 1971. A radar and direct visual study of passerine spring migration in Southern Louisiana. The Auk, Vol. 88, No. 2. pp. 343-365.
- Gómez de Silva, G. H. & R. Medellín. 2001. Evaluating completeness of species lists for conservation and macroecology: case-study of Mexican land birds. Conser. Biol. 15:1384-1395.
- Grindal, S. y Brigham, M., 1999. Impacts of forest harvesting on habitat use by foraging insectivorous bats at different spatial scales, Ecoscience, 6, pp. 25-34.
- Halffter, G. 1998. A strategy for measuring landscape biodiversity. Biology International, 36: 3-17.
- Halffter, G., y E. Ezcurra. 1992. ¿Qué es la biodiversidad? In: G. Halffter (comp.) La diversidad biológica de Iberoamérica. Coedición Instituto de Ecología, SEDESOL, and CYTED-D. Xalapa, Veracruz. pp.3–24.
- Harmata, A. R., K. M. Podruzny, J. R. Zelenak, y M. L. Morrison. 1999. Using marine surveillance radar to study bird movements and impact assessment. Wildlife Society Bulletin 27: 44-52.
- Harper, J. L. ; Hawksworth, D. L. 1994. Biodiversity: measurement and estimation. Biol Sci 29; 345 (1311): 5-12.
- Heywood, V. H. (ed.) Global Biodiversity Assessment (Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1995). 20.
- Prance, G. T., Beent J. H., Dransreld, J. & Johns, R. The Tropical Flora Remains Undercollected
- Howell, S.N.G., & S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and northern Central America. Oxford University Press, New York.
- INEGI, 1997. Estadísticas del Medio Ambiente 1997. Disponible en http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/01_informes/informe_1997.pdf. Consultado 22-01-2014.
- IUCN 2013. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.2. <<http://www.iucnredlist.org>>.
- IUCN. 2015. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.1. <<http://www.iucnredlist.org>>. [Consultada 05/08/2015].

Jones, G. y Teeling, E., 2006. The evolution of echolocation in bats, *Trends in ecology and evolution*, 21 (3), pp. 149-156.

Kent, M; Coker, P. (1992). *Vegetation Description and analysis. A practical approach.* CRC Press Florida, USA. 363 pp.

Köhler, G. 2003. *Reptiles of Central America.* Herpeton. 367 pp. Kunz, H.T. 2004. Wind power: bats and wind turbines. Pp. 50-56 In: *The American wind energy Association and The American Bird Conservancy. Proceeding of the wind energy and birds/bats workshop: understanding and resolving bird and bat impacts.* Washington, DC. May 18-19. 107 pp.

Kunz, H.T.E., B. Arnett, W. Cooper, R. Erickson, T. Larkin, M. Mabee, Morrison, M.D. and J. Szwczak. 2007. Assessing impacts of wind-energy development on nocturnally active birds and bats: a guidance document. *The Journal of Wildlife Management* 71(8): 2449-2486.

Larkin, R. P. 1991. Flight speeds observed with radar, a correction: slow "birds" are insects. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 29:221-224.

Lasso, C. A., A. I. Rial, J. Castroviejo & I. de la Riva. 2,002. *Herpetofauna del Parque Nacional del Monte Alén (Río Muni, Guinea Ecuatorial).* *Graellsia*, 58(2):21-34.

Lee, J. C. 2000. *A Field Guide to the Amphibians and Reptile of the Maya World: the lowlands of Mexico, Northern Guatemala y Belize.* Compstock/Cornell Paperbacks.Cornell University Press.

Lowery, G. H., Jr. 1951. A quantitative study of the nocturnal migration of birds. *University of Kansas Museum of Natural History* 3:361–472.

MacSwiney, M.C., Clarke, F. M. y Racey, P. A., 2008. What you see is not what you get: the role of ultrasonic detector in increasing inventory completeness in Neotropical bat assemblages. *Journal of applied ecology*, 45, pp. 1364-1371.

Magurran, A. (1988). *Ecological Diversity and its Measurement.* Princeton University Press.

Medellín, R.A., Arita, H.T y Sánchez, O. 1997. Identificación de los murciélagos en México, clave de campo. *Asociación Mexicana de Mastozoología*, México. 83 pp. Medellín, R. A., H. T. Arita y O. Sánchez.

2008. Identificación de los murciélagos de México, clave de campo, Segunda Edición. Instituto de Ecología, UNAM, CONABIO, 89 pp

Montejo Díaz, J. E., 2003. Un programa de estudio de poblaciones de aves y sus relaciones con el hábitat, conectado con el manejo del humedal y tierras de uso agrícola, así como programas de educación ambiental en el humedal de la Laguna de Alvarado. In: Portilla Ochoa, E. 2003. Establecimiento de Unidades de Gestión Ambiental en el Humedal de Alvarado, Veracruz, México Base para su Ordenamiento Ecológico y Social. Reporte académico semestral North American Wetlands Conservation Council (NAWCC). Área Biología de la Conservación. Instituto de Investigaciones Biológicas. Universidad Veracruzana.

Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. SEA. 83 pp.

MultiVariate Statistical Package (MVSP) Version 3.21 Copyriht 1985-2012 Computingservices.

Neuweiler, G., 2000. The biology of bats. Translated from german by Ellen Covey. Oxford, Oxford university press.

O´Farrell, M. J., Miller, B. y Gannon, W. L., 1999. Qualitative identification of free-flying bats using the anabat detector, *Journal of Mammalogy*, 89 (1), pp. 11-23.

Ojasti, J. 2000. Manejo de fauna silvestre neotropical. F. Dallmeier (Ed) SIMAB. Serie, No. 5, Smithsonian Institution/MAB, Program. Washington, D.C.

Orozco-Lugo, C. L., 2007. Efecto de la perturbación del hábitat en la comunidad de murciélagos insectívoros de la selva baja caducifolia, Tesis de Maestría, Distrito Federal, Universidad Nacional Autónoma de México.

Peet R K 1974 The measurement of species diversity; *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 5 285–307.

Pelcastre V. L. y O. A. Flores-Villela. 1992. Lista de especies y localidades de recolecta de la herpetofauna de Veracruz, México. *Publ. Esp. Mus. Zool.*4:25-96.

Peters, J., Orejas-Miranda, B. (1970). Catalogue of the Neotropical Squamata. Part I: Snakes. *Bull. U. S. Natl. Mus.*, n° 297. Viii + 347 pp.

Pielou, E. C. 1975. *Ecological diversity*. John Wiley & Sons, Inc., New York, 165 pp.

Portilla-Ochoa E. 2003. Ficha informativa de los humedales de Ramsar (IFR). Sistema Lagunar Alvarado. (<http://www.ramsar.org>).

Portilla-Ochoa, E. A., I. Sánchez-Hernández, A. Ortega-Argueta, A. Juárez-Eusebio, H. E. Escobar-López, R. Gutiérrez-García, J. E. Montejó-Díaz, B. E. Cortina-Julio, S. Garza-Garza y C. García-Hernández. 2003. Establecimiento de Unidades de Gestión Ambiental en el Humedal de Alvarado, Veracruz, México: Bases para su Ordenamiento Ecológico y Social. Informe Técnico Semestral. Instituto de Investigaciones Biológicas, Universidad Veracruzana. 45pp.

Ramírez-Bautista, A. 1994. Manual y claves ilustradas de los anfibios y reptiles de la región de Chamela, Jalisco, México. Instituto de Biología, UNAM. 127 pp.

Ramírez-Pulido J., J. Arroyo-Cabrales y A. Castro-Campillo. 2005. Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. Acta Zoológica Mexicana (n.s) 21(1): 21-82.

Reeder, T. W., C. J. Cole & H. C. Dessauer. 2002. Phylogenetic relationships of whiptail lizards of the genus *Cnemidophorus* (Squamata: Teiidae): a test of monophyly, reevaluation of karyotypic evolution and review of hybrid origins. American Museum Novitates 3365:1–61.

Reid, F., 1997. A field guide to the Mammals of Central America and Southeast Mexico. Oxford University press, Oxford.

Rizo-Aguilar, A., 2008, Descripción y análisis de los pulsos de ecolocación de 14 especies de murciélagos insectívoros aéreos del Estado de Morelos. Tesis de Maestría, Xalapa, Instituto de Ecología, A. C.

Schnitzeler, H. y E. Kalko, 2001. Echolocation by insect-eating bats. BioScience. 51 (7), pp. 557-569.

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2012. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio, lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, México, D.F., México.

SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. Segunda Sección: 1-78.

Smith, H. H y E. H. Taylor. 1996. Herpetology of Mexico – Annotated checklist and key to the Amphibians and Reptiles: A reprint of bulletins 187, 194 and 199 of the US National Museum with a List of Subsequent 1st Ed. Ashton: Eric Lundberg. 639 pp.

Solbrig, O.T. 1991. From Genes to Ecosystems: A research agenda for biodiversity. IUBS, París.

Solórzano, A. (2004). Serpientes de Costa Rica: Distribución, taxonomía e historia natural. Primera edición. Editorial INBio. 791 pp.

Sosa, V., Hernández-Salazar, E., Hernández-Conrique, D. y Castro-Luna, A. 2008. Murciélagos. En Manson *et al.* (eds), Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz biodiversidad, manejo y conservación. Incol-SEMARNAT, México.

Torres, W.; Méndez, M.; Dorantes, A.; Durán, R. 2010. Estructura, composición y diversidad del Matorral de Duna Costera en el litoral yucateco. Bol. Soc. Bot. Mex. N° 86.

UNEP. 1992. Convention on biological diversity. United Nations Environmental Program, Environmental Law and Institutions Program Activity Centre. Nairobi.

UNEP-WCMC (Comps.) 2015. The Checklist of CITES Species Website. CITES Secretariat, Geneva, Switzerland. Compilado por UNEP-WCMC, Cambridge, UK. Disponible en: <http://checklist.cites.org>. [Consultado 05/08/2015].

Whittaker, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21 (2/3): 213-251.

Wilson, M. V.; Shmida. Y A. 1984. Measuring beta diversity with presence-absence data. *Journal of Ecology*, 72: 1055-1064

Wilson, O., 2002. Murciélagos: respuestas al vuelo, traducido del inglés por J. Galindo. Xalapa, Universidad Veracruzana.

Socioeconómico

Bassols-Batalla, 1990. Atlas Nacional de México. Mapa VI.14.3. Regionalización Económica. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México.

CONAPO. 2009. Sistema Urbano Nacional: Población y tasas de crecimiento

http://www.conapo.gob.mx/distribucion_tp/material/01_01.xls

INEGI. 2006. Resultados del II Censo de Población y Vivienda 2005. Principales resultados por localidad 2005.

<http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/conteo2005/localidad/iter/default.asp>

INEGI. 2010. Resultados del II Censo de Población y Vivienda 2005. Principales resultados por localidad 2010

<http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/conteo2005/localidad/iter/default.asp>

Medidas de mitigación

Gauthreaux, S. A. Jr. and C. G. Belser. 1999. The behavioural responses of migrating birds to different lighting systems on tall towers. In Proceedings of Avian Mortality at Communications Towers Workshop (A. Manville, editor), 11 August 1999.

Hodos, W., A. Potocki, T. Storm and M. Gaffney. 2001. Reduction of motion smear to reduce avian collisions with wind turbines. Pp. 88-105. National Avian-Wind Power Planning Meeting IV, Proceedings. Prepared by Resolve, Inc., Washington DC.

Kingsley, A. and B. Whittam. 2001. Potential Impacts of Wind Turbines on Birds at North Cape, Prince Edward Island: A report for the Prince Edward Island Energy Corporation. Bird Studies Canada, Atlantic Region. 31 p.

Mossop, D.H. 1998. Five years of monitoring bird strike potential at a mountaintop wind turbine, Yukon Territory. CANMET Energy Technology Centre, Energy Technology Branch, Energy Sector, Department of Natural Resources Canada, Ottawa.

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1993, Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. Diario Oficial de la Federación, México, D.F., México.

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-015-SCT3-1995, Que regula el señalamiento visual y luminoso de objetos Diario Oficial de la Federación (dof-01-09-1996). México, D.F., México.

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2012. Norma Oficial Mexicana NOM–059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio, lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, México, D.F., México.

Sterner, D. 2002. A Roadmap for PIER Research on Avian Collisions with Wind Turbines in California. California Energy Commission. 40 p.

U.S. Fish & Wildlife Service. 2003. Service Interim Guidance on Avoiding and Minimizing Wildlife Impacts from Wind Turbines. Washington D.C.

**Discovery Management
S.A.P.I de C.V.**

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B-REGIONAL
“PARQUE EOLICO KABIL”**

PREPARADO POR:

VERA & ASOCIADOS
DERECHO • AMBIENTE • COMUNIDAD

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD REGIONAL, TIPO B (DTU-BR)
PROYECTO:
“PARQUE EOLICO KABIL”**

**CAPITULO V: IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE
LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL
SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL**

**PROMOVENTE:
DISCOVERY MANAGEMENT S.A.P.I DE C.V.**

CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL	4
V.1. Identificación de impactos ambientales	6
V.2. Identificación de obras y actividades del proyecto susceptibles de producir impactos ambientales	6
Obras y actividades	6
V.3. Identificación de los componentes ambientales susceptibles de recibir impactos ambientales	7
Redes de interacción	7
Componentes y factores ambientales afectables por el proyecto	8
Identificación de las interacciones proyecto – SAR	9
Matrices de interacción	9
Evaluación de los impactos ambientales	14
Determinación de la importancia.....	15
Criterios para la valoración de la importancia del impacto	15
Criterios para la evaluación del atributo de Intensidad.....	16
Criterios para la evaluación del atributo de Sinergia.....	17
Determinación de la magnitud.....	18
Matriz de la Importancia y Magnitud de impactos ambientales.....	18
Determinación de la significancia de los impactos ambientales	18
Significancia	22
V.2. Análisis de Impactos acumulativos y residuales.....	25
Impactos acumulativos.....	25
Identificación de efectos acumulativos por otras obras y actividades dentro del SAR	25
Identificación de impactos acumulativos del proyecto	27

Impactos Sinérgicos	28
Identificación de interconexiones de los impactos	28
Identificación de grados de sinergia	29
Identificación de nivel de influencia y sensibilidad sinérgica	31
Estandarización	31
V.3. Impactos residuales	33
V.4. Descripción y análisis de los impactos ambientales	33
V.4.1. Erosión de suelo	34
V.4.2. Modificación de las propiedades del suelo	35
V.4.3. Contaminación del suelo.....	36
V.4.4. Contaminación atmosférica	37
V.4.5. Contaminación auditiva	38
V.4.6. Modificación de escorrentías	39
V.4.7. Contaminación del agua	39
V.4.8. Disminución de la recarga hídrica.....	40
V.4.9. Pérdida de individuos de flora	41
V.4.10. Modificación del hábitat	43
V.4.11. Pérdida de individuos de fauna	44
V.4.12. Modificación del paisaje	46
V.5. Conclusiones	47

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Con el propósito de determinar los alcances de las afectaciones potenciales del Proyecto “**Parque Eólico Kabil**” sobre los factores del medio físico, biótico y social del sistema ambiental en que pretende integrarse, se realizó una evaluación integral de todos los componentes del proyecto e interacciones ambientales.

Un análisis de impacto se orienta a la evaluación de los efectos que pueden repercutir en los factores ambientales, a escala del sistema ambiental de referencia. Considerando lo anterior, la evaluación del proyecto “**Parque Eólico Kabil**” se desarrolló con los siguientes objetivos:

- a) Identificar de los impactos ambientales potenciales del proyecto “**Parque Eólico Kabil**”.
- b) Caracterizar de los impactos.
- c) Valorar la magnitud y significancia de los impactos ambientales.
- d) Determinar los impactos ambientales significativos.
- e) Identificar los impactos acumulativos y residuales del proyecto “**Parque Eólico Kabil**”.

Con la intención de lograr un balance objetivo de los efectos ambientales potenciales del proyecto “**Parque Eólico Kabil**”, la evaluación realizada se enmarcó en los siguientes principios:

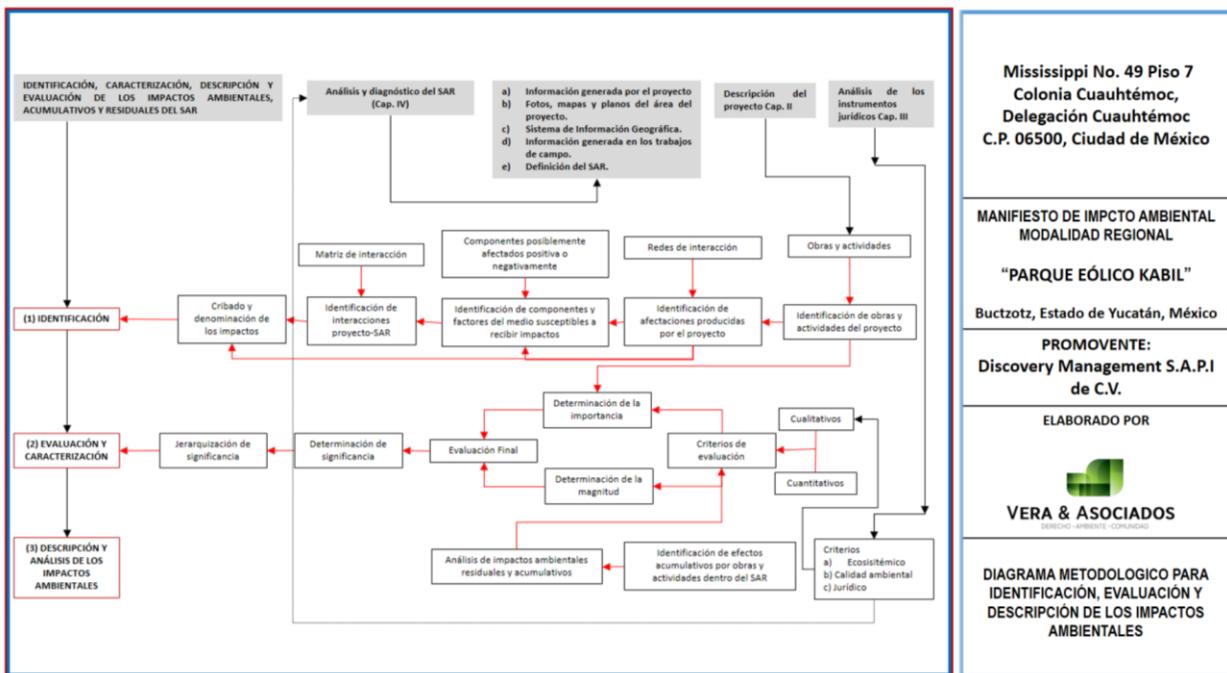
- Se considera la mayor cantidad -y con mejor fundamento- de información disponible sobre la caracterización ambiental del sitio y su área de influencia.
- La evaluación está basada en la descripción de los componentes del proyecto “**Parque Eólico Kabil**” expuestos en el Capítulo II de este documento- y sustentada en la ingeniería conceptual, básica y de detalle disponible para cada componente.
- Se valora la importancia y vulnerabilidad de los factores ambientales sobre los que incide el proyecto “**Parque Eólico Kabil**”.
- Se aborda el análisis de los efectos sobre el medio ambiente, considerando al proyecto “**Parque Eólico Kabil**” como un elemento que se integra al contexto ambiental en sus ámbitos estructurales

y funcionales.

En este sentido, con apoyo de la información del diagnóstico ambiental que fue desarrollado en el capítulo anterior (IV), en el presente capítulo se identifican, describen y evalúan únicamente los **impactos ambientales negativos** que se generaran por el desarrollo de las obras y/o actividades que conforman el proyecto sobre los componentes ambientales del SAR.

Esto permitirá conocer las acciones que pueden generar desequilibrios ecológicos y que por su magnitud e importancia provocarán daños permanentes al ambiente y/o contribuirán en la consolidación de los procesos de cambio existentes.

Figura V.1. Diagrama esquemático de la identificación, caracterización, evaluación y descripción de los impactos ambientales



Mississippi No. 49 Piso 7
Colonia Cuauhtémoc,
Delegación Cuauhtémoc
C.P. 06500, Ciudad de México

MANIFIESTO DE IMPCTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL
“PARQUE EÓLICO KABIL”
Buctotz, Estado de Yucatán, México

PROMOVENTE:
Discovery Management S.A.P.I
de C.V.

ELABORADO POR

VERA & ASOCIADOS
DERECHO • AMBIENTE • COMUNIDAD

DIAGRAMA METODOLOGICO PARA
IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN Y
DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS
AMBIENTALES

Para realizar estas funciones se considera la información derivada de los siguientes puntos:

- La descripción del proyecto “Parque Eólico Kabil”: obras y actividades, etapas y acciones (**Capítulo II**).

- El análisis de instrumentos jurídicos ambientales: normas aplicables para la protección de la flora y fauna asociada al cambio de uso de suelo, atmosfera (emisiones de ruido, gases de combustión y polvos) y áreas de importancia ambiental, **(Capítulo III)**.
- El análisis del medio: la descripción, análisis y diagnóstico de los componentes ambientales del **SAR (Capítulo IV)**.

V.1. Identificación de impactos ambientales

Para la identificación de impactos ambientales se llevaron a cabo una serie de pasos que consideran diferentes técnicas (sistema de información geográfica, grafos o redes de interacción causa – efecto, matrices de interacción y juicio de expertos), que son del conocimiento general.

Los pasos a seguir fueron los siguientes:

- a) Identificación de obras y actividades del proyecto susceptibles de producir impactos ambientales.
- b) Identificación de las afectaciones posiblemente producidas por las actividades y obras del proyecto **“Parque Eólico Kabil”**.
- c) Identificación de los componentes ambientales susceptibles de recibir impactos ambientales.
- d) Identificación de las interacciones proyecto **“Parque Eólico Kabil”**– ecosistema **SAR**.
- e) Denominación de los impactos ambientales.

V.2. Identificación de obras y actividades del proyecto susceptibles de producir impactos ambientales

Se determinaron las actividades y obras del proyecto **“Parque Eólico Kabil”** que podrían afectar algún componente ambiental del ecosistema dentro del **SAR**.

Obras y actividades

De acuerdo a la naturaleza del proyecto¹, las obras susceptibles de producir impactos ambientales de conformidad a las etapas del proyecto **“Parque Eólico Kabil”** de la vida útil del son las siguientes:

¹ Para un mayor detalle acerca de las obras y actividades del proyecto, ver Capítulo II.

Tabla V.1. Obras y actividades susceptibles de producir impactos ambientales

Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Cierre y abandono
1. Trazo y nivelación de vialidades, plataformas y aerogeneradores	1. Construcción de caminos de acceso al parque	1. Puesta en marcha	
2. Instalación de obras provisionales	2. Excavación, habilitado de acero y colado de cimentaciones de torres	2. Mantenimiento de torres y vialidades y cableado subterráneo	1. Desmantelamiento de equipos e infraestructura.
3. Desmonte de vialidades y área de aerogeneradores	3. Ensamblado y colocación de torres	3. Generación de energía eléctrica por la operación de 34 aerogeneradores con capacidad nominal de 68 MW.	2. Reforestación de las áreas deshabilitadas.
4. Despalme de las plataformas de aerogeneradores	4. Excavación y nivelación de zanjas de línea subterránea de media tensión	4. Mantenimiento de subestación eléctrica.	
5. Corte, Rellenos y compactación	5. Cosntrucción de subestación eléctrica.		

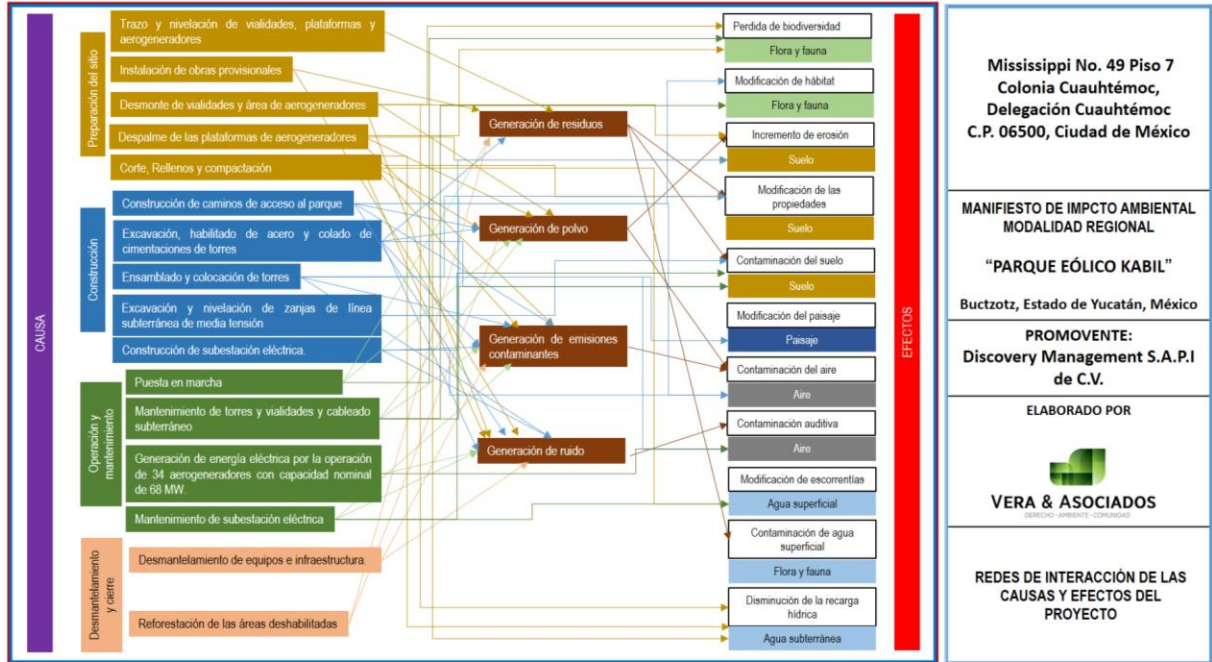
V.3. Identificación de los componentes ambientales susceptibles de recibir impactos ambientales

Después de haber determinado las obras y actividades a desarrollar por el proyecto y los componentes y factores del medio ambiente presentes en el **SAR**, se realizó el método de *Redes de interacción* (Ver figura), que permite un primer acercamiento de las posibles afectaciones ambientales a partir de las actividades que se realizarán en el proyecto “Parque Eólico Kabil”.

Redes de interacción

En la *Red de interacciones* se colocan en recuadros con fondo color gris las actividades de cada una de las etapas del proyecto (causas), para después por medio de flechas colocar en recuadros de colores, las afectaciones a los componentes y factores ambientales (efecto).

Figura V.2. Interacciones de las actividades del proyecto (causa-efecto)



Componentes y factores ambientales afectables por el proyecto

Después de identificar las interacciones de causas-efectos presentados en la Red de interacciones (Figura anterior), se identifican los componentes y factores ambientales susceptibles de recibir alguna afectación (ver siguiente tabla).

Tabla V.2. Componentes y factores del entorno susceptibles de recibir impactos ambientales

Abiótico		Biótico	
Componente	Factor	Componente	Factor
Suelo	Cantidad	Flora	Individuos de flora
	Calidad	Fauna	Hábitat
Aire	Confort sonoro		Distribución
	Calidad atmosférica	Agua subterránea	Recarga de acuíferos
Paisaje	Calidad visual	Agua superficial	Escorrentías

Estos responden a la relación que tiene entre las actividades y obras del proyecto con los componentes ambientales dentro del **SAR** y el área del proyecto, identificados en la Red de interacciones (Figura). Por lo que la evaluación de impacto ambiental se enfocará en el impacto ambiental que puedan recibir solo estos componentes y factores ambientales, y que se determinan como posiblemente afectables, con cada una de las actividades y obras del proyecto “**Parque Eólico Kabil**”.

Identificación de las interacciones proyecto – SAR

Para complementar la identificación de interacciones, se emplea la técnica de matrices (Matrices de interacción), la cual permite identificar en forma gráfica y en forma de tabla, las afectaciones negativas que generará el proyecto “**Parque Eólico Kabil**”, así como la etapa en que más se generarán permitiendo, además la cuantificación de las actividades que generarán con mayor recurrencia cada impacto identificado.

Matrices de interacción

A continuación, se presenta la Matriz de Identificación de interacciones (tabla siguiente), donde se determinaron las relaciones del proyecto–SAR, desglosando el proyecto “**Parque Eólico Kabil**” en etapas y acciones, y el medio en componentes y factores, y que para efectos de interpretación las interacciones negativas se identifican por colores diferentes según la etapa donde se presenten.

Tabla V.3. Matriz de identificación de interacciones

Impactos ambientales																
Etapa	Actividad	Medio	Abiótico								Biótico		Perceptual	Total, por actividad	Total, por etapa	
		Componente	Suelo			Aire		Agua superficial		Agua subterránea	Flora		Fauna			Paisaje
		Factor	Incremento de la erosión	Modificación de propiedades	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Contaminación auditiva	Modificación de escorrentías	Contaminación del agua	Disminución de la recarga hídrica	Pérdida de individuos	Modificación del hábitat	Pérdida de individuos			Modificación del paisaje
Preparación del sitio	Trazo y nivelación de vialidades, plataformas y aerogeneradores.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Instalación de obras provisionales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Desmante de vialidades y área de aerogeneradores	1	1	1				1	1	1	1	1		8		
	Despalme de las plataformas de aerogeneradores	1	1	1				1	1	1	1	1		8		
	Corte, Rellenos y compactación				1	1								2		
Const	Construcción de caminos de acceso al				1	1	1							3	7	

Impactos ambientales															
Etapa	Actividad	Medio	Abiótico							Biótico			Perceptual	Total, por actividad	Total, por etapa
		Componente	Suelo			Aire		Agua superficial	Agua subterránea	Flora	Fauna	Paisaje			
		Factor	Incremento de la erosión	Modificación de propiedades	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Contaminación auditiva	Modificación de escorrentías	Contaminación del agua	Disminución de la recarga hídrica	Perdida de individuos	Modificación del hábitat	Pérdida de individuos		
	parque														
	Excavación, habilitado de acero y colado de cimentaciones de torres				1										1
	Ensamblado y colocación de torres				1	1									2
	Excavación y nivelación de zanjas de línea subterránea de media tensión								1						1
	Cosntrucción de subestación eléctrica								1						1
Operación y mantenimiento	Puesta en marcha					1						1	1	3	12
	Mantenimiento de torres y vialidades y cableado subterráneo		1	1				1						3	

Impactos ambientales																
Etapa	Actividad	Medio	Abiótico							Biótico			Percep tual	Total, por actividad	Total, por etapa	
		Componente	Suelo			Aire		Agua superficial		Agua subterránea	Flora	Fauna	Paisaje			
		Factor	Incremento de la erosión	Modificación de propiedades	Contaminación del suelo	Contaminación del aire	Contaminación auditiva	Modificación de escorrentías	Contaminación del agua	Disminución de la recarga hídrica	Pérdida de individuos	Modificación del hábitat	Pérdida de individuos			Modificación del paisaje
	Generación de energía eléctrica por la operación de 34 aerogeneradores con capacidad nominal de 68 MW						1						1	1	3	
	Mantenimiento de subestación eléctrica		1	1				1							3	
Cierre y abandono	Desmantelamiento de equipos e infraestructura										1				1	2
	Revegetación de las áreas del proyecto										1				1	

Conforme a los resultados de la matriz anterior, se realizó una tabla resumen donde se puede visualizar rápidamente la cantidad total de interacciones resultantes, clasificadas por componentes y por etapas (ver siguiente tabla).

Tabla V.4. Resumen de interacciones por componente y etapas del proyecto

Etapa		Preparación del sitio (PS)	Construcción (C)	Operación y mantenimiento (OM)	Cierre y Abandono (CA)	Total, por componente	Total, por medio
Medio	Componente						
Abiótico	Suelo	6	-	4	-	10	25
	Aire		5	2	-	7	
	Agua superficial	2	-	2	-	4	
	Agua subterránea	2	2	-	-	4	
Biótico	Flora	4	-	-	2	6	10
	Fauna	2	-	2	-	4	
Perceptual	Paisaje	-	-	2	-	2	2
Total, por etapa		16	7	12	2	37	

Como resultado se obtuvo lo siguiente:

- Para el proyecto "Parque Eólico Kabil" resultaron un total de 37 interacciones, divididas en 16 para la etapa de preparación del sitio, 7 en la etapa de construcción 12 en la etapa de operación y mantenimiento y 2 en la etapa de cierre y abandono donde 2 son positivos.
- Aun y cuando el proyecto "Parque Eólico Kabil" presenta una gran cantidad de interacciones (37), la mayoría de estas son causadas por actividades realizadas en la etapa de preparación del sitio y operación del proyecto "Parque Eólico Kabil", mientras que la minoría responden a efectos de las actividades producidas por la construcción, cierre y desmantelamiento del proyecto "Parque Eólico Kabil".

En este paso solo se identificó la cantidad de interacciones, la cual no representa la significancia de la afectación. Para asignar la significancia se realizará una metodología diferente la cual se explica más adelante.

Evaluación de los impactos ambientales

De acuerdo a Gómez-Orea (2002)², el valor de un impacto ambiental mide la gravedad de éste cuando es negativo y el “grado de bondad” cuando es positivo; en uno u otro caso, el valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma en que un factor ambiental es alterado y el significado ambiental de dicha alteración.

Para ello se realiza la valoración de los impactos ambientales que se obtiene por medio de los siguientes pasos que se presentan en forma general.

- a) **Determinación de la importancia.** La importancia de un impacto es una valoración, la cual expresa el alcance del efecto de una acción sobre un factor ambiental y está definida por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración, los cuales son los siguientes: intensidad, extensión, efecto, momento, persistencia, periodicidad, sinergia, acumulación, reversibilidad, y recuperabilidad (V Conesa Fdez. – Vítora, 2003)³.
- b) **Determinación de la magnitud.** La magnitud representa la cantidad y calidad del factor modificado, en términos relativos al marco de referencia adoptado⁴.
- c) **Matriz de evaluación.** A partir de la determinación de los criterios de la importancia y magnitud se realiza la matriz de evaluación de cada uno de los impactos para obtener la valoración de la importancia y magnitud.
- d) **Determinación de la significancia.** Después de evaluar la importancia y magnitud de cada impacto ambiental se determina la significancia del impacto (significativo o no significativo), para posteriormente jerarquizarlos.

² Evaluación de impacto ambiental, Gómez Orea. 2002.

³ Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. V-Conesa Fdez. – Vítora. 2003

⁴ Para el proyecto, se refiere al SAR.

Determinación de la importancia

La importancia de un impacto es una valoración que expresa el alcance del efecto de una acción sobre un factor ambiental, la cual viene definida por una serie de atributos de tipo cualitativo (para el caso del proyecto se consideraron 10 atributos) que caracterizan dicha alteración.

Por lo que tomando como base el juicio de expertos, la información presentada en el Capítulo II y IV, y la Tabla de Impactos ambientales identificados, se genera la primera columna de Importancia de la *Matriz de caracterización de impactos ambientales* (Tabla), la cual se crea a partir del modelo propuesto por V. Conesa Fdez. – Vítora (2003) y modificado para el proyecto “Parque Eólico Kabil”, donde a cada uno de los impactos ambientales se le atribuye un valor del 1 al 5 en cada uno de los 10 atributos para poder aplicar un algoritmo sencillo de suma:

$$\text{Importancia} = IN + EX + EF + MO + PE + PR + SI + AC + RV + MC$$

Criterios para la valoración de la importancia del impacto

A continuación, se presentan en forma general los criterios para la valoración de cada uno de los atributos seleccionados para el proyecto “Parque Eólico Kabil”.

Los criterios que permitirán caracterizar la importancia del impacto, fueron obtenidos por la propuesta de V. Conesa Fdez. – Vítora (2003) y modificada a partir de la naturaleza del proyecto “Parque Eólico Kabil”.

Tabla V.5. Criterios para la valoración de atributos

Atributo	Carácter del atributo	Valor	Atributo	Carácter del atributo	Valor
INTENSIDAD * (In)	Baja	1	EXTENSIÓN (EX)	Puntual	1
	Mediana	2		Parcial	2
	Alta	3		Extenso	3
	Muy Alta	4		Total	4
	Total	5		Critica	5
EFECTO (EF)	Indirecto	1	MOMENTO (MO)	Largo plazo	1
	Parcial	3		Mediana plazo	3

Atributo	Carácter del atributo	Valor	Atributo	Carácter del atributo	Valor
	Directo	5		Inmediato	5
PERSISTENCIA (PE)	Inmediato	1	PERIODICIDAD (PR)	Único	1
	Fugaz	2		Discontinuo	2
	Temporal	3		Periódico	4
	Pertinaz	4		Continuo	5
	Permanente	5			
SINERGIA* (SI)	Baja o nula	1	ACUMULACIÓN* (AC)	No acumulativo	1
	Media	3		Acumulativo	5
	Alta	5			
REVERSIBILIDAD (RV)	Inmediata	1	RECUPERABILIDAD (MC)	Inmediata	1
	Corto plazo	2		Corto plazo	2
	Medio plazo	3		Medio plazo	3
	Largo plazo	4		Mitigable	4
	Irreversible	5		Irrecuperable	5

Por la complejidad para evaluar estos atributos se realiza a través de la metodología que se presenta a continuación:

Criterios para la evaluación del atributo de Intensidad

Como se mencionó anteriormente, la intensidad es el “grado” de afectación de una acción sobre un factor ambiental, el cual se basa en una calificación subjetiva que se determina por el cambio que tendrá el factor con y sin proyecto “Parque Eólico Kabil”, y que está basado en una serie de criterios tanto ambientales como jurídicos.

Los criterios que se toman en cuenta son los siguientes:

- **Criterio eco sistémico:** cuando una acción es capaz de modificar el funcionamiento de uno o más procesos del ecosistema que puedan generar un desequilibrio ecológico.
- **Criterios de calidad ambiental:** cuando el componente y/o factor se encuentran en “mal estado”, basado en estudios técnicos y científicos.

- **Criterios jurídicos:** cuando el componente y/o factor ambiental afectado se encuentra reconocido por instrumentos jurídicos (como leyes, Ordenamientos ecológicos y/o en las NOM's mexicanas) y áreas de importancia ambiental (ANP, sitios RAMSAR, Regiones prioritarias).

El criterio principal para conocer si un impacto es acumulativo o no, es que el mismo tipo de impacto ambiental se haya o sé este dando actualmente como consecuencia de las actividades y/o proyectos que se encuentran dentro del SAR y áreas contiguas a la pretendida para el proyecto **"Parque Eólico Kabil"**.

Para fines prácticos, el análisis de los impactos acumulativos se presenta más delante de la presente sección.

Tabla V.6. Criterios para el atributo de Acumulación

Atributo	Criterio	Valor
Acumulativo	Se ha presentado el mismo impacto ambiental por actividades diferentes a las del proyecto	5
No acumulativo	No se ha presentado el mismo impacto ambiental por actividades diferentes a las del proyecto	1

Criterios para la evaluación del atributo de Sinergia

Los criterios principales para conocer la sinergia de un impacto, son el nivel de influencia y de sensibilidad sinérgica de cada impacto ambiental. Estos niveles son determinados por el grado de aportación y recibimiento de sinergia por parte de los otros impactos que interactúan en el mismo ecosistema del SAR y que podrían ser generados por el proyecto **"Parque Eólico Kabil"**.

Para determinar la valoración de este atributo, se realizó la metodología propuesta por Gómez Orea (2013) y modificada para adaptarse al presente proyecto **"Parque Eólico Kabil"**. La metodología completa se presenta más adelante en Impactos Sinérgicos. A continuación, se presenta el criterio general para valorar la sinergia.

Tabla V.7. Criterios para el atributo de Sinergia

Atributo	Criterio	Valor
Sinergia alta	Alto nivel de influencia y alto nivel de sensibilidad sinérgica	5
Sinergia media	Intermedios	3
Sinergia baja	Alto nivel de influencia y bajo nivel de sensibilidad sinérgica	1

Determinación de la magnitud

La **magnitud**, representa la cantidad y calidad del factor modificado, y que se expresará en términos de la extensión, intensidad y duración de la alteración al componente en relación al SAR.

Es por ello que para obtener la columna de Magnitud de la Matriz de caracterización de impactos ambientales se realiza un algoritmo simple creado a partir del modelo propuesto por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (Roma 1995) y modificado para el proyecto “Parque Eólico Kabil” utilizando los atributos, previamente evaluados, de IN (intensidad), EX (extensión) y PE (persistencia).

El algoritmo utilizado es el siguiente:

$$\text{Magnitud} = (IN*4) + (EX*4) + (PE*2)$$

Matriz de la Importancia y Magnitud de impactos ambientales

Como resultado de la aplicación de los pasos descritos anteriormente, se obtuvo la Matriz de Importancia y Magnitud de impactos ambientales (ver siguiente tabla) misma que permite:

- Evaluar los impactos ambientales generados en función de la importancia y magnitud.
- Conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto “Parque Eólico Kabil”.
- Identificar el nivel de importancia y magnitud de los impactos.

Determinación de la significancia de los impactos ambientales

Para conocer la significancia de los impactos ambientales, es necesario ver en conjunto la evaluación de la Importancia y de la Magnitud y no como evaluaciones únicas. Para ello se realiza la siguiente formula sencilla:

$$\textit{Evaluación final del impacto} = \textit{Importancia} + \textit{Magnitud}$$

A continuación, se presenta la Matriz de evaluación de la significancia de los impactos ambientales con los resultados de la evaluación de los 10 atributos, la importancia, magnitud y la evaluación final de cada impacto ambiental generando en cada una de las etapas de desarrollo del proyecto "Parque Eólico Kabil".

En la Matriz se diferencian los impactos ambientales por factor, componente y medio en la que afectará. Las etapas en las que se generará la afectación están determinadas de acuerdo a la Matriz de identificación de interacciones donde:

PS: preparación del sitio

C: Construcción

OM: operación y mantenimiento

CA: Cierre y Abandono

Se presentan en celdas y números de color rojo para las evaluaciones más altas (5).

Tabla V.8. Matriz de caracterización de impactos ambientales adversos

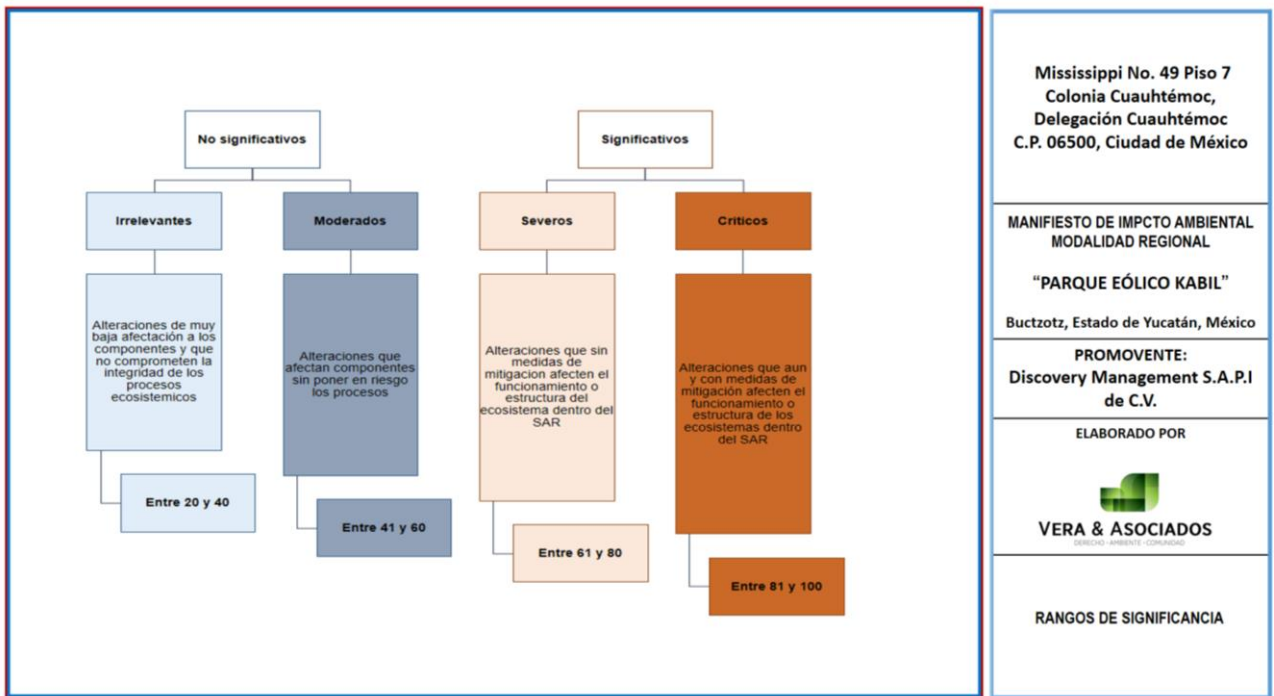
Impacto	Etapa	In	EX	EF	MO	PE	PR	SI	AC	RV	MC	Importancia	Magnitud	SIGNIFICANCIA
Erosión de suelo	PS	1	2	3	5	5	1	3	5	4	5	34	22	56
Modificación de las propiedades del suelo	PS	1	1	5	5	1	2	3	5	4	4	31	10	41
	C	1	1	5	5	1	2	3	5	2	4	29	10	39
	OM	1	1	5	5	1	2	3	5	2	4	29	10	39
	CA	1	1	5	5	1	2	3	5	2	4	29	10	39
Contaminación del suelo	PS	1	1	5	5	1	2	1	5	1	1	23	10	33
	C	1	1	5	5	1	2	1	5	1	1	23	10	33
	OM	1	1	5	5	1	2	1	5	1	1	23	10	33
	CA	1	1	5	5	1	2	1	5	1	1	23	10	33
Contaminación atmosférica	PS	1	1	5	5	1	2	1	5	1	1	23	10	33
	C	1	1	5	5	1	2	1	5	1	1	23	10	33
Contaminación auditiva	PS	1	1	5	5	1	2	3	5	1	1	25	10	35
	C	1	1	5	5	1	2	3	5	1	1	25	10	35
	OM	1	1	5	5	1	2	3	5	2	4	29	10	39

Impacto	Etapa	In	EX	EF	MO	PE	PR	SI	AC	RV	MC	Importancia	Magnitud	SIGNIFICANCIA
Modificación de escorrentías	PS	1	1	5	5	1	2	1	5	1	1	23	10	33
Contaminación del agua	OM	1	1	5	5	1	2	1	5	1	1	23	10	33
	CA	1	1	5	5	1	2	1	5	1	1	23	10	33
Disminución de la recarga hídrica	C	1	1	5	5	1	2	3	5	1	1	25	10	35
Pérdida de individuos de flora	PS	1	2	5	5	5	1	5	5	4	5	38	22	60
Modificación del hábitat	PS	1	2	3	5	5	1	3	5	4	5	34	22	56
	C	1	2	3	5	5	1	3	5	4	5	34	22	56
Afectación de individuos de fauna	PS	1	2	3	5	2	2	1	5	4	5	30	16	46
	O y M	1	1	5	5	5	2	1	5	1	4	30	18	48
Modificación del paisaje	PS	1	2	3	5	5	1	1	5	4	5	32	22	54
	C	1	1	3	5	5	1	1	5	4	5	31	18	49
	O y M	1	1	5	5	5	2	1	5	1	4	30	18	48

Significancia

Con base en la definición de impacto ambiental significativo del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (fracción IX del Artículo 3°), y en los criterios jurídicos y ambientales, descritos a través del Capítulo VIII, a continuación, se acotan los rangos de valores finales de cada impacto ambiental para conocer la significancia de cada uno de ellos.

Figura V.3. Rangos de significancia



A partir de lo antes expuesto se puede determinar la significancia de cada impacto ambiental, y así poder jerarquizarlos y conocer cuáles son los impactos tanto de mayor como de menor relevancia en cada una de las etapas de desarrollo del proyecto "Parque Eólico Kabil" (ver siguiente tabla).

Tabla V.9. Significancia y jerarquización de los impactos ambientales

Impacto Ambiental	Significancia por etapa			
	Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Cierre y Abandono
Erosión de suelo	56	0	0	0
Modificación de las propiedades del suelo	41	39	39	39
Contaminación del suelo	3	33	33	33
Contaminación atmosférica	33	33	0	0
Contaminación auditiva	35	35	39	0
Modificación de escorrentías	33	0	0	0
Contaminación del agua	0	0	33	33
Disminución de la recarga hídrica	0	35	0	0
Pérdida de individuos de flora	60	0	0	0
Modificación del hábitat	56	56	0	0
Pérdida de individuos de fauna	46	0	48	0
Modificación del paisaje	54	49	48	

Tabla V.10. Jerarquización por significancia de los impactos ambientales en cada etapa del proyecto

Etapas	Preparación del sitio		Construcción		Operación y mantenimiento		Cierre y Abandono	
	EvFi	Impacto ambiental	EvFi	Impacto ambiental	EvFi	Impacto ambiental	EvFi	Impacto ambiental
Significativo Crítico	-	-	-	-	-	-		
Significativo Severo	-	-	-	-	-	-		
No significativo Moderado	60 56 56 54 46 41	Pérdida de individuos de flora Erosión de suelo Modificación del hábitat Modificación del paisaje Afectación de individuos de fauna Modificación de las propiedades del suelo	56 49	Modificación del hábitat Modificación del paisaje	48 48	Afectación de individuos de fauna Modificación del paisaje		
No significativo Irrelevante	35 35 33 33	Alteración al confort sonoro Contaminación auditiva Contaminación atmosférica Modificación de escorrentías	39 33 35 35 33	Modificación de las propiedades del suelo Contaminación del suelo Contaminación auditiva Disminución de la recarga hídrica Contaminación atmosférica	39 39 33 33 33	Modificación a las propiedades del suelo Contaminación auditiva Contaminación del suelo Contaminación del agua	39 33 33 33	Modificación de las propiedades del suelo Contaminación del suelo Contaminación del agua
TOTAL	10		7		5		3	

V.2. Análisis de Impactos acumulativos y residuales

Impactos acumulativos

El Artículo 3°, fracción VII del REIA, describe a un impacto ambiental acumulativo como: *el efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente*. Para determinar los impactos ambientales acumulativos, definidos en el REIA, se ha considerado lo manifestado en el Capítulo IV, donde se realizó el análisis de los componentes y procesos abióticos y bióticos y se elaboró el diagnóstico ambiental del SAR ("línea base").

El análisis de los impactos ambientales debe basarse en la determinación de las desviaciones de la "línea base" originada por efectos aditivos. Para lo anterior, no es suficiente con evaluar los impactos ambientales del proyecto como si éste fuera la única fuente de cambio en el SAR, sino que también es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de fenómenos naturales u otras actividades humanas en la región, y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el proyecto va a interactuar.

Identificación de efectos acumulativos por otras obras y actividades dentro del SAR

Como se he mencionado con anterioridad, dentro del SAR existen diversos usos de suelo, predominando las actividades agrícolas y los asentamientos humanos (a estos llamaremos obras y actividades anteriores o previos al desarrollo del proyecto "Parque Eólico Kabil") que han ido modificando y/o afectando los componentes ambientales.

Proyectos similares: dentro de esta categoría se presentan todas las obras que se realizan de proyectos de igual naturaleza, es decir, parques eólicos o parques fotovoltaicos que se encuentren dentro de la misma región contenida en el SAR delimitado en el capítulo IV.

Asentamientos urbanos: dentro de esta categoría se presentan todas las obras que se realizan para un centro urbano, como sería vivienda, carreteras, infraestructura y equipamiento. Las principales afectaciones son la reducción de cobertura vegetal para la construcción de dichas obras y la alteración a la calidad del suelo por la compactación del suelo y el desplante de infraestructura.

Agrosistemas: aquí se engloba los campos de agricultura, canales de desvío para riego. Las principales afectaciones que ocasionan son la reducción la cobertura vegetal original para la creación de los campos de agricultura, la alteración de la calidad de suelo por los cultivos, la modificación del patrón hidrológico por la canalización de los escurrimientos para el riego de los campos de agricultura.

Estas afectaciones también generan, en cadena, la afectación del hábitat y por lo tanto la afectación a los individuos de fauna que ahí habitaba.

Para determinar los componentes afectados previamente dentro del SAR, primeramente, se realizó la siguiente matriz, en la cual se identifican los impactos ya producidos por obras y actividades existentes y los que podría causar el proyecto “Parque Eólico Kabil”.

Tabla V.11. Matriz de identificación de impactos por obras y actividades anteriores

Componentes	Impactos ambientales	Proyectos similares	Asentamientos urbanos	Agro sistemas	Proyecto
Suelo	Erosión de suelo	•	•	•	•
	Modificación de las propiedades del suelo	•	•	•	•
	Contaminación del suelo	•	•	•	•
Agua superficial	Modificación de escorrentías	•	-	•	•
	Contaminación del agua	•	•	•	•
Agua Subterránea	Disminución de la recarga hídrica	•	•	•	•
Atmósfera	Contaminación atmosférica	•	•	•	•
	Contaminación auditiva	•	•	•	•
Fauna	Pérdida de individuos de Fauna	•	•	•	•
Flora	Modificación del hábitat	•	•	•	•
	Afectación de individuos de Flora	•	•	•	•
Paisaje	Modificación del paisaje	•	•	•	•

Identificación de impactos acumulativos del proyecto

Derivado de la *Matriz de identificación de impactos por obras y actividades anteriores* (Tabla anterior), se identifica que todos los impactos ambientales que pudiera generar el proyecto “Parque Eólico Kabil” son acumulativos (ver siguiente tabla), por lo que en el Atributo de Acumulación (AC) de la *Matriz de evaluación de la Importancia y Magnitud de impactos ambientales* se evalúa con el valor más alto (5).

Tabla V.12. Impactos acumulativos del proyecto

Impacto acumulativo	Atributo de acumulación (AC)
Erosión de suelo	5
Modificación de las propiedades del suelo	5
Contaminación del suelo	5
Modificación de escorrentías	5
Contaminación del agua	5
Disminución de la recarga hídrica	5
Contaminación atmosférica	5
Contaminación auditiva	5
Pérdida de individuos de Fauna	5
Modificación del hábitat	5
Afectación de individuos de Flora	5
Modificación del paisaje	5

Sin embargo, no todos los impactos son significativos y algunos de ellos pueden aminorarse con la implementación adecuada de medidas de mitigación. Por lo que, de acuerdo al análisis anterior, podemos concluir que los impactos ambientales acumulativos de mayor relevancia que generará el proyecto “Parque Eólico Kabil” son los que tienen la valoración de significativos.

Además, como se ha mencionado con anterioridad, los impactos ambientales de pérdida de suelo, la afectación al hábitat, la afectación de individuos de fauna y la modificación del paisaje natural están sumamente asociados con el impacto de pérdida de individuos de flora.

Impactos Sinérgicos

El REIA en su Artículo 3°, fracción VIII, describe a un impacto sinérgico como *aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente*. También Gómez Orea (2013) describe un impacto sinérgico como uno de los atributos que tiene mayores repercusiones en la gestión ambiental.

Por esta razón se procedió a realizar el análisis de la sinergia de los impactos ambientales producidos por el proyecto “Parque Eólico Kabil” mediante la metodología de Gómez Orea, y modificada para adaptarse al proyecto “Parque Eólico Kabil”:

- a) **Identificación de interconexiones de los impactos:** se identifica los impactos que *causan* otro impacto y los impactos que son *consecuencia* de otros impactos.
- b) **Identificación de grados de sinergia:** se identifica el grado de sinergia que *aporta* un impacto a otros impactos y el grado de sinergia que *recibe* un impacto de otros impactos.
- c) **Identificación de nivel de influencia y sensibilidad sinérgica.** Se identifica la influencia sinérgica que tiene un impacto con el conjunto de los otros impactos y la sensibilidad sinérgica de un impacto para ver reforzado por los demás impactos.
- d) **Estandarización.** Se realiza una serie de operaciones matemáticas simples para estandariza los valores de 1 a 5 correspondiente a los criterios utilizados para la valoración del atributo *sinergia* en la Matriz de caracterización de impactos ambientales.

Identificación de interconexiones de los impactos

Para la identificación de interconexiones de los impactos se crea una matriz donde se relacionan los impactos de *causa* (impactos que causan otros impactos) y los impactos de *consecuencia* (impactos que son producidos por otros impactos).

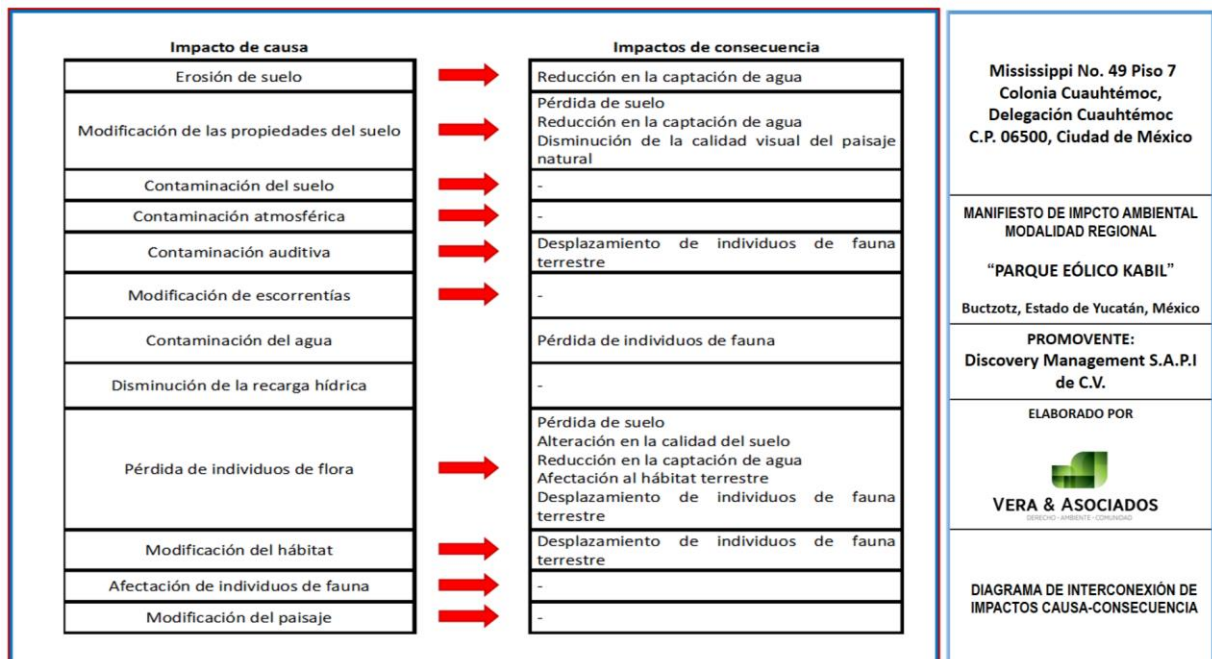
Figura V.4. Esquema de impactos causa e impactos consecuencia



Para crear la *Matriz de interacción de impactos sinérgicos* se colocan en la columna y fila principales los impactos ambientales que producirá el proyecto: la columna representa los impactos que *causan* mientras que la fila representa los impactos que reciben (consecuencia).

Después, con ayuda de diagramas (ver siguiente figura) se analiza qué impactos ambientales produce cada uno de los impactos, para posteriormente marcar la interacción en la matriz creada.

Figura V.5. Diagrama de interconexión de impactos causa – consecuencia



Identificación de grados de sinergia

Después de identificar la interconexión de los impactos de causa y de consecuencia se procedió a identificar los dos tipos de grados de sinergia.

- **Grado de aportación de sinergia:** la suma por filas refleja el grado de sinergia que un impacto aporta al resto de los demás impactos.

Entre mayor sea el valor significa que el impacto causa más impactos, en caso contrario, entre menor sea el valor quiere decir que el impacto causa pocos impactos.

- **Grado de recibimiento de sinergia:** la suma por columnas refleja el grado de sinergia que recibe del resto de los impactos.

Entre mayor sea el valor significa que el impacto es causado por varios impactos, en caso contrario, entre menor sea el valor quiere decir que el impacto es causado por pocos impactos.

A continuación, se presenta la *Matriz de impactos sinérgicos*, donde se registran las interacciones impacto causa e impacto consecuencia, así como el grado de aportación y recibimiento de sinergia.

Tabla V.13. Matriz de interacción de impactos sinérgicos

Impactos que reciben	Pérdida de suelo	Modificaciones de las propiedades del suelo	Contaminación del suelo	Contaminación atmosférica	Contaminación auditiva	Modificación de escorrentías	Contaminación del agua	Disminución de recarga hídrica	Pérdida de individuos de flora	Modificación del hábitat	Afectación de individuos de fauna	Modificación del paisaje	Grado de sinergia que aporta
Impactos que causan													
Erosión de suelo								1					1
Modificaciones en las propiedades del suelo	1							1				1	3
Contaminación del suelo													0
Contaminación atmosférica													0
Contaminación auditiva											1		1
Modificación de escorrentías													0
Contaminación del agua											1		1

Impactos que reciben	Pérdida de suelo	Modificaciones de las propiedades del suelo	Contaminación del suelo	Contaminación atmosférica	Contaminación auditiva	Modificación de escorrentías	Contaminación del agua	Disminución de recarga hídrica	Pérdida de individuos de flora	Modificación del hábitat	Afectación de individuos de fauna	Modificación del paisaje	Grado de sinergia que aporta
Impactos que causan													
Disminución de la recarga hídrica													0
Pérdida de individuos de flora	1	1								1	1	1	5
Modificación del hábitat											1		1
Afectación de individuos de fauna													0
Modificación del paisaje													0
Grado de sinergia que recibe	2	1	0	0	0	0	0	2	0	1	4	1	

Identificación de nivel de influencia y sensibilidad sinérgica

En seguida de la identificación del grado de aportación y recibimiento de sinergia, de cada uno de los impactos ambientales, se procede a obtener el nivel de influencia y de sensibilidad de cada impacto.

- **Nivel de influencia sinérgica:** la suma de los valores del grado de aportación y el grado de recibimiento muestra la influencia sinérgica que tiene un impacto con el conjunto de otros impactos. Entre mayor sea el valor significa que el impacto tiene mayor influencia de producir impactos.
- **Nivel de sensibilidad sinérgica:** la diferencia de los valores del grado de aportación y el grado de recibimiento expresa la sensibilidad de un impacto para verse reforzado por los demás. Entre mayor sea el valor significa que el impacto es más reforzado por los demás impactos.

Estandarización

En este momento se conoce el nivel de influencia y de sensibilidad sinérgica de cada uno de los impactos; sin embargo, estos resultados se deben estandarizar para poder tener una escala del 1 al 5, la cual corresponde a los valores utilizados en los criterios para la valoración del atributo *sinergia*. Para ello, se establecen 5 rangos a partir de la suma del nivel de influencia y el nivel de sensibilidad:

Valor para el criterio (Atributo Sinergia)	5	3	1
Suma	10	6, 4, 2	0

Tabla V.14. influencia y sensibilidad sinérgica de los impactos ambientales

Impacto ambiental	Grado de sinergia que aporta a otros impactos	Grado de sinergia que recibe de otros impactos	Nivel de influencia	Nivel de sensibilidad	Suma
Pérdida de suelo	1	2	3	-1	2
Modificación de las propiedades del suelo	1	1	2	0	2
Contaminación del suelo	0	0	0	0	0
Contaminación atmosférica	0	0	0	0	0
Contaminación auditiva	1	0	1	1	2
Modificación de escorrentías	0	0	0	0	0
Contaminación del agua	1	0	1	1	2
Disminución de la recarga hídrica	0	0	0	0	0
Pérdida de individuos de flora	5	0	5	5	10
Modificación del hábitat	1	1	2	0	2
Afectación de individuos de fauna	0	3	3	-3	0
Modificación del paisaje	0	1	1	-1	0

V.3. Impactos residuales

Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación, es factible que un impacto ambiental que puede alterar el funcionamiento de cierto componente o proceso eco sistémico dentro del SAR, reduzca su significancia. Sin embargo, invariablemente, existen impactos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas, y que son denominados como residuales. Así también el REIA en su Artículo 3°, fracción X, describe a un impacto residual como el *impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación*.

La identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del proyecto “Parque Eólico Kabil” sobre el ambiente.

Para el caso del proyecto, la identificación de los impactos residuales se llevó a cabo en función del atributo de la Recuperabilidad (MC), y que hayan sido calificados con valor máximo (5); es decir, que los factores no podrán volver a su estado original aún con la aplicación de medidas. Derivado de lo anterior se tiene que el proyecto “Parque Eólico Kabil” generará los siguientes impactos ambientales residuales:

Tabla V.15. Impactos residuales

Impacto residual	Atributo de Recuperabilidad (MC)
Erosión de suelo	5
Pérdida de individuos de flora	5
Modificación del hábitat	5
Afectación de individuos de fauna	5
Modificación del paisaje	5

Por la naturaleza del proyecto “Parque Eólico Kabil”, los impactos residuales identificados se asocian con el derribo de flora y por lo tanto la pérdida de suelo, la afectación al hábitat, la afectación de individuos de fauna y la modificación del paisaje natural.

V.4. Descripción y análisis de los impactos ambientales

Una vez identificados los impactos ambientales y su significancia se proceden a realizar la descripción y análisis de ellos. El análisis se presenta para cada impacto ambiental, describiendo los siguientes elementos:

- a) Impacto ambiental
- b) Medio, componente y factor afectado
- c) Significancia del impacto por etapa
- d) Etapas donde se producirá el impacto
- e) Descripción y justificación para dicha determinación

V.4.1. Erosión de suelo

Etapas donde se presenta el impacto ambiental	Significancia
Preparación del sitio	No significativo – moderado
Construcción	No hay interacción
Operación y mantenimiento	No hay interacción
Cierre y abandono	No hay interacción

El derribo de flora arbórea, arbustiva y herbácea en la etapa de preparación del sitio no solo implicará la pérdida de individuos de flora, sino que también causará la erosión de suelo ya que este queda expuesto a los efectos eólicos y pluviales, lo que representa un impacto ambiental.

Como es de conocerse, en el suelo se tiene una primera capa fértil en la cual se encuentra materia orgánica generada a partir de fragmentos de vegetación y que es susceptible de perderse con la remoción de la flora. Por otra parte, la erosión del suelo también es resultado al quedarse el suelo desnudo; es decir desde el momento en que la flora es removida, los efectos erosivos de tipo hídrico y eólico aumentan, ocasionando la pérdida del mismo.

Como se ha mencionado, actualmente el uso de suelo en el área del proyecto es de campos agrícolas, por lo que ya se presenta una pérdida de suelo en esta área y su tendencia a erosionarse.

El impacto se considera como **acumulativo** debido a que en el SAR se presenta una gran cantidad de campos agrícolas que han propiciado la erosión de suelo. Así mismo, también se considera como **residual** debido a que durante la operación del proyecto los aerogeneradores y la construcción de caminos no permitirá el restableciendo de flora en esas áreas, y por lo tanto tampoco el restablecimiento del suelo.

Con base en estos argumentos, el impacto de pérdida de suelo es considerado como NO SIGNIFICATIVO.

V.4.2. Modificación de las propiedades del suelo

Etapas donde se presenta el impacto ambiental	Significancia
Preparación del sitio	No significativo – moderado
Construcción	No significativo – irrelevante
Operación y mantenimiento	No significativo – irrelevante
Cierre y abandono	No significativo – irrelevante

La alteración de las propiedades del suelo por compactación y recubrimientos de concreto se considera un impacto ambiental.

- **Por compactación:** Este impacto se generará en la primera etapa del proyecto “**Parque Eólico Kabil**”, derivado del derribo de individuos de flora (arbórea, arbustiva y herbáceas) que fungen como cercos vivos, ya que se presentará la compactación de suelo que se pudiera dar en las superficies donde: haya tránsito pesado de maquinaria y en las superficies donde se colocarán los paneles. La compactación del suelo también reducirá la capacidad de infiltración de agua.
- **Por recubrimientos de concreto:** Este impacto se generará en la etapa de construcción, en la realización de las diferentes actividades que lo conforman, ya que inevitablemente se debe de

establecer ciertas áreas del parque eólico con recubrimientos de concretos para facilitar el flujo de drenaje pluvial para evitar inundaciones, por otro lado, para mayor seguridad algunos caminos de acceso deben de ser de asfalto.

Hay que recordar que el área del proyecto “Parque Eólico Kabil” se encuentra en una zona agrícola por lo que ya se presenta cierta compactación del suelo, lo que significaría que el impacto sería **acumulativo**. Sin embargo, por la naturaleza del proyecto “Parque Eólico Kabil” el tipo de impacto que se pudieran generar sería mínimo, además, con la aplicación adecuada de medidas de prevención y mitigación, el impacto puede evitarse o minimizarse.

Con base en estos argumentos, el impacto de Alteración a las propiedades del suelo es considerado como NO SIGNIFICATIVO.

V.4.3. Contaminación del suelo

Etapas donde se presenta el impacto ambiental	Significancia
Preparación del sitio	No significativo – moderado
Construcción	No significativo – irrelevante
Operación y mantenimiento	No significativo – irrelevante
Cierre y abandono	No significativo – irrelevante

La alteración a la calidad del suelo contaminación se considera un impacto ambiental.

Este impacto se generará en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto “Parque Eólico Kabil”, en la realización de las diferentes actividades que lo conforman, ya que inevitablemente se generarán diferentes tipos de residuos sólidos y líquidos, lo que representa que podría haber derrames accidentales de: hidrocarburos de la maquinaria o equipo utilizado, de residuos químicos y de los lixiviados de los diversos residuos sólidos.

El suelo en el SAR se ha ido contaminado por el uso de agroquímicos o por derrames de hidrocarburos utilizados para realizar las actividades agrícolas o por residuos de los asentamientos humanos, por lo que la contaminación que pudiera generar el proyecto “Parque Eólico Kabil” en las etapas de preparación de sitio, construcción, operación y mantenimiento y cierre y abandono se adicionaría, lo que significaría que el impacto sería **acumulativo**. Sin embargo, por la naturaleza del proyecto “Parque Eólico Kabil” los tipos de residuos que se pudieran generar serían mínimos, además, con la aplicación adecuada de medidas de prevención y mitigación, el impacto puede evitarse o minimizarse.

Con base en estos argumentos, el impacto de Alteración a la calidad del suelo es considerado como NO SIGNIFICATIVO.

V.4.4. Contaminación atmosférica

Etapas donde se presenta el impacto ambiental	Significancia
Preparación del sitio	No significativo – irrelevante
Construcción	No significativo – irrelevante
Operación y mantenimiento	No hay interacción
Cierre y Abandono	No hay interacción

Las emisiones de gases de combustión y la suspensión de polvos en el ambiente ocasionado por el uso de maquinaria y equipo generarán contaminación atmosférica, lo que representa un impacto ambiental. Este impacto se producirá solo durante las diferentes actividades de las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto “Parque Eólico Kabil”, ya que será necesaria la utilización de maquinaria pesada la cual emite gases de combustión. Específicamente durante las actividades de corte, excavación de la zanja, relleno, compactación y nivelación, se generará la suspensión de partículas (polvo).

También se toma en cuenta que las fuentes que generará el impacto serán puntuales y temporales (maquinaria/equipo), ya que solo se darán donde se encuentre la maquinaria y durante las horas laborales, apegándose a las normas aplicables en materia de gases de combustión; NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-043-SEMARNAT-1993, NOM-045-SEMARNAT-2006. Además, las actividades se

realizarán en un período de tiempo muy corto, o por periodos intermitentes, y se llevarán a cabo en un espacio abierto donde los gases de combustión y polvos se podrán dispersar rápidamente.

Con base en estos argumentos, el impacto de Contaminación atmosférica es considerado como NO SIGNIFICATIVO.

V.4.5. Contaminación auditiva

Etapas donde se presenta el impacto ambiental	Significancia
Preparación del sitio	No significativo – irrelevante
Construcción	No significativo – irrelevante
Operación y mantenimiento	No significativo – irrelevante
Cierre y Abandono	No hay interacción

El aumento de decibles en el ambiente ocasionado por la construcción del proyecto producirá una alteración al confort sonoro, lo que representa un impacto ambiental. Este impacto se generará durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto “Parque Eólico Kabil”, en sus diferentes actividades, ya que será necesaria la utilización de equipo y maquinaria, la cual producirá niveles de ruido que se percibirán solo en el sitio donde se encuentren operando estos equipos, siendo puntual el impacto.

Cabe señalar que, en un día común, en espacios de vegetación se puede percibir un promedio de 15 a 20 dB, en zonas agrícolas de 30 a 35 dB, y en zonas suburbanas entre 35 y 45 dB, alcanzando de 80 y 120 dB por el uso de maquinaria. Por lo que tomando en cuenta estos datos, y que el área del proyecto se encuentra en una zona agrícola, el ruido que pudiera ser generado por la maquinaria y el personal no implica un impacto relevante. Aunado a esto, las actividades y equipos se desarrollarán en un espacio abierto donde será factible que el ruido pueda dispersarse.

Además, es importante mencionar que la generación de ruido solo se producirá en días y horarios laborales conforme a la NOM-081-SEMARNAT-1994, por lo que el impacto ambiental será temporal y por periodos cortos de tiempo.

Con base en estos argumentos, el impacto de Alteración al confort sonoro es considerado como **NO SIGNIFICATIVO**.

V.4.6. Modificación de escorrentías

Etapas donde se presenta el impacto ambiental	Significancia
Preparación del sitio	No significativo – irrelevante
Construcción	No hay interacción
Operación y mantenimiento	No hay interacción
Cierre y Abandono	No hay interacción

Las obras del proyecto necesitan modificar la topografía del sitio del proyecto donde se ubicarán los caminos de terrenos ubicados prácticamente en la interconexión con cada uno de los aerogeneradores dentro del predio del proyecto “**Parque Eólico Kabil**”.

Estos trabajos requerirán afectar algunas escorrentías pluviales que por el nivel de pendiente entre los terrenos; ello afectará puntualmente este servicio, aunque los volúmenes netos de captación e infiltración de agua al subsuelo, no serán modificados. El impacto tendrá un efecto a mediano plazo.

La persistencia del efecto permanecerá a lo largo de la vida útil del proyecto. Lo que evidencia el **carácter residual del impacto** y la imposibilidad absoluta de lograr una reversibilidad natural.

El impacto incidirá sobre los matorrales de la porción noroeste del SAR, los cuales, si bien muestran niveles diversos de fragmentación, sus remanentes conforman aún un ecosistema importante en la zona. Aunque, de la misma forma, con la aplicación de las medidas relacionadas con revertir la compactación del sustrato edáfico, la infiltración del agua pluvial se verá beneficiada.

Con base en estos argumentos, el impacto de escorrentias es considerado como **NO SIGNIFICATIVO**.

V.4.7. Contaminación del agua

Etapas donde se presenta el impacto ambiental	Significancia
---	---------------

Preparación del sitio	No hay interacción
Construcción	No hay interacción
Operación y mantenimiento	No significativo – irrelevante
Cierre y Abandono	No significativo – irrelevante

La alteración a la calidad de las corrientes superficiales puede sufrir contaminación, lo cual se considera un impacto ambiental.

Este impacto se generará en las etapas de operación y mantenimiento y posiblemente en la etapa de cierre y abandono del proyecto “**Parque Eólico Kabil**”, en la realización de las diferentes actividades que lo conforman, ya que inevitablemente se generarán diferentes tipos de residuos sólidos y líquidos, lo que representa que podría haber derrames accidentales de: hidrocarburos de la maquinaria o equipo utilizado, de residuos químicos y de los lixiviados de los diversos residuos sólidos.

Los arroyos y corrientes superficiales aunque son intermitentes cuando es época de lluvia pueden movilizar dichos contaminantes hacia los cauces permanentes a las distancias donde se encuentren dentro del SAR se ha ido contaminado por el uso de agroquímicos o por derrames de hidrocarburos utilizados para realizar las actividades agrícolas o por residuos de los asentamientos humanos, por lo que la contaminación que pudiera generar el proyecto “**Parque Eólico Kabil**” en las etapas de operación y mantenimiento y cierre y abandono se adicionaría, lo que significaría que el impacto sería **acumulativo**. Sin embargo, por la naturaleza del proyecto “**Parque Eólico Kabil**” los tipos de residuos que se pudieran generar serían mínimos, además, con la aplicación adecuada de medidas de prevención y mitigación, el impacto puede evitarse o minimizarse.

Con base en estos argumentos, el impacto de Alteración a la calidad del agua es considerado como NO SIGNIFICATIVO.

V.4.8. Disminución de la recarga hídrica

Etapas donde se presenta el impacto ambiental	Significancia
---	---------------

Preparación del sitio	No hay interacción
Construcción	No significativo – irrelevante
Operación y mantenimiento	No hay interacción
Cierre y Abandono	No hay interacción

La disminución de la recarga hídrica en el área del proyecto “Parque Eólico Kabil”, se origina por dos factores principalmente, una por la construcción de áreas donde existe compactación y el establecimiento de planchas de concreto o asfalto, creando una barrera física lo que impide que el agua pluvial se infiltre directamente en el suelo en el lugar donde esta encuentre la permeabilidad más apta.

Dentro del SAR existen otros lugares de recarga del agua pluvial que con la ayuda de la vegetación presente y con las obras de conducción de drenaje pluvial coadyuvará a lograr que la infiltración del agua de lluvia que propiamente que cae dentro del área del proyecto “Parque Eólico Kabil”, se equilibrar el nivel de filtración de la red hídrica del SAR

La persistencia del efecto permanecerá a lo largo de la vida útil del proyecto. Lo que evidencia el **carácter residual del impacto** y la imposibilidad absoluta de lograr una reversibilidad natural al menos dentro del área del proyecto “Parque Eólico Kabil”.

Con base en estos argumentos, el impacto de Alteración a la recarga hídrica es considerado como NO SIGNIFICATIVO.

V.4.9. Pérdida de individuos de flora

Etapas donde se presenta el impacto ambiental	Significancia
Preparación del sitio	No significativo – moderado
Construcción	No hay interacción
Operación y mantenimiento	No hay interacción
Cierre y Abandono	No hay interacción

La pérdida de individuos de flora se ocasionará en la etapa de preparación del sitio, por las actividades de derribo de flora arbórea en las superficies donde se emplazarán las obras permanentes y provisionales por la actividad de desmonte y despalme lo que se considera un impacto ambiental. Sin embargo, la flora que está presente en el área del proyecto corresponde a la flora a 10.30 has de tipo de vegetación secundaria de selva mediada caducifolia, la superficie restante del proyecto que funge como cercos vivos para la delimitación de parcelas es de tipo acahual, solo que no es menos importante para el SAR.

El impacto se considera **residual** debido a que la instalación de aerogeneradores y construcción de caminos no permitirá el restablecimiento de flora arbórea en el periodo en que el proyecto esté en operación.

Hay que recordad que en el SAR existen diferentes clasificaciones de Uso de suelo y Vegetación: 7 usos de suelo (Agricultura de temporal anual y temporal permanente, cuerpos de agua y zona urbana – 1% del SAR-) y 3 tipos de vegetación (pastizal cultivado, vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia y vegetación secundaria de selva mediana caducifolia y la vegetación de recuperación que es acahual – 99% del SAR-). Estos datos indica que el SAR tiene una alta actividad antropogénica que poco a poco está fragmentando la vegetación debido a que se llevan actividades humanas que han propiciado la pérdida de cobertura vegetal, principalmente por la remoción de vegetación para hacer campos ganderos y agostadero. Además, actualmente predominan los elementos de una vegetación secundaria; lo que indica que es una vegetación sucesional y de recuperación como lo es el acahual.

Y ya que el proyecto “**Parque Eólico Kabil**” considera la remoción de flora, esta se adicionaría a los demás actividades por lo que también se considera como un impacto **acumulativo**.

No obstante, retomando la información del Capítulo IV con respecto al trabajo de campo el área del proyecto “**Parque Eólico Kabil**” tiene un uso de agostadero en un 60% (23.85 has) y solo el 30% (10.30 has) es de tipo forestal (vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia), y dentro de ellos existen algunos individuos de flora arbórea que son utilizados como cercos vivos para la delimitación de las parcelas, estos individuos corresponden a un tipo de acahual, las cuales se consideran como

sucesionales de las actividades ganaderas y agrícolas de tipo agostadero que se desarrollan en el polígono del proyecto “Parque Eólico Kabil”.

Con base en estos argumentos, el impacto de Pérdida de individuos de flora es considerado como NO SIGNIFICATIVO.

V.4.10. Modificación del hábitat

Etapas donde se presenta el impacto ambiental	Significancia
Preparación del sitio	No significativo – moderado
Construcción	No significativo – moderado
Operación y mantenimiento	No hay interacción
Cierre y Operación	No hay interacción

La remoción de flora en la etapa de preparación del sitio y la presencia de la actividad agrícola en el pasado, han afectado y modificado el hábitat original, la instalación de obras (aerogeneradores, caminos, zanja para el cableado, obras de desvío de drenaje pluvial, caminos), y la construcción de la línea de transmisión en la etapa de construcción, inherentemente afectará el hábitat, ya que se modifican las condiciones y características físicas y biológicas necesarias para la supervivencia y reproducción de las especies de fauna, por lo que se considera un impacto ambiental.

El impacto se considera **residual** debido a que durante la operación del proyecto “Parque Eólico Kabil” los aerogeneradores, la línea de transmisión y la construcción de camino no permitirán el restablecimiento de flora y por lo tanto tampoco del hábitat.

Como ya se mencionó, en el SAR existe un 80% de uso de suelo agostadero de tipo acahual, mientras que el 9.5% corresponde a vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia, lo que indica que los relictos de vegetación se encuentran en constante presión por la expansión de la actividad ganadera, lo que ha causado que el hábitat natural para la fauna se vaya reduciendo. El desarrollo del proyecto “Parque Eólico Kabil” se adicionaría a las demás actividades que ha ido afectando el hábitat, por lo que se considera como un impacto **acumulativo**.

Sin embargo, hay que recordad que el área del proyecto “Parque Eólico Kabil” tiene un uso agrícola, el cual funge como un área que prevé de condiciones para forrajeo y alimento para aves, roedores y reptiles. También dentro de los campos agrícolas del polígono del proyecto existen algunos individuos de flora arbóreas que son utilizados como cercos vivos para la delimitación de las parcelas y los cuales fungen como espacios de perchero de aves, o refugio de roedores.

Por lo que, con base en estos argumentos, el impacto de Afectación al hábitat es considerado como NO SIGNIFICATIVO.

V.4.11. Pérdida de individuos de fauna

Etapas donde se presenta el impacto ambiental	Significancia
Preparación del sitio	No significativo – moderado
Construcción	No hay interacción
Operación y mantenimiento	No significativo – moderado
Cierre y Operación	No hay interacción

La remoción de flora y campos agrícolas en la etapa de preparación del sitio para el emplazamiento de obras permanentes y provisionales, y la operación de la línea de transmisión, afectara a la fauna que se encuentre o se desplace por el área del proyecto “Parque Eólico Kabil”, lo que representa un impacto ambiental.

Dichas actividades privan a la fauna de áreas de alimento y resguardo, aun siendo campos agrícolas, por lo que se verá obligada a trasladarse a otras zonas donde encuentre las características físicas y biológicas necesarias para su supervivencia. También, el impacto se dará por el ruido generado por el uso de la maquinaria y equipo utilizado para la construcción de obras e instalación de aerogeneradores y que puede ahuyentar a las especies de fauna que se encuentre en las inmediaciones del lugar.

En la etapa de operación y mantenimiento, la operación de los aerogeneradores causará un impacto de colisión a la avifauna presente en el SAR y en el área del proyecto “Parque Eólico Kabil”, así como de la

línea de transmisión podría provocar la colisión y/o electrocutamiento de individuos de aves. Sin embargo, ya sea en la etapa de preparación del sitio u operación, el impacto solo será puntual.

Las palas de los aerogeneradores ocupan un área de barrido cercana a los 10 mil m² en un intervalo de alturas que va de los 24 a los 136 m, lo que constituye una barrera potencial al tránsito natural de las aves y mamíferos voladores, especialmente de aquellas especies cuyas alturas de vuelo son superiores a los 50 m, en virtud de su exposición al riesgo de impacto con el giro de las aspas.

El impacto se manifestará en los primeros meses de operación, aunque cabe esperar que, como en el caso de otros parques eólicos estudiados, las especies con vuelos altos modifiquen su conducta al evadir los aerogeneradores.

Como se ha mencionado con anterioridad, el SAR, presenta diversas obras y actividades que ha ido afectando el hábitat de la fauna, (como son los campos agrícolas y las zonas urbanizadas), lo que lleva al desplazamiento de la fauna que alguna vez habitó en esos lugares. No obstante, los campos agrícolas son áreas que provén de condiciones para forrajeo y de alimentación para pequeños roedores, aves, y reptiles, por lo que algunas especies de fauna se puedan encontrar en estos lugares y verse afectados.

Se debe tomar en cuenta que con el derribo de flora para la instalación de aerogeneradores y construcción de caminos), el impacto se adicionaría a los demás impactos que han desplazado a la fauna, por lo que se considera como un impacto **acumulativo**. Además, durante la operación del proyecto “**Parque Eólico Kabil**”, los aerogeneradores y caminos se mantendrán en el sitio, lo que no permitirá el restablecimiento de la flora, causando que la fauna no regrese al lugar como originalmente se encontraba, es por ello que se considera un impacto **residual**.

Tal como se analizó, los resultados del trabajo de campo muestran que en el área del proyecto se registraron especies de reptiles, aves y mamíferos, y conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, tanto las especies enlistadas en la norma, como las que no se encuentran en ella, no son endémicas y su distribución es amplia, lo que indica que no se restringe exclusivamente al área del proyecto “**Parque Eólico Kabil**” o SAR.

También cabe mencionar que el proyecto “Parque Eólico Kabil” considera el rescate y reubicación de las todas las especies susceptibles o no susceptibles que se encuentren dentro del polígono del proyecto “Parque Eólico Kabil”.

Con base en estos argumentos, el impacto de Afectación a individuos de fauna es considerado como NO SIGNIFICATIVO

V.4.12. Modificación del paisaje

Etapas donde se presenta el impacto ambiental	Significancia
Preparación del sitio	No significativo – moderado
Construcción	No significativo – moderado
Operación y mantenimiento	No significativo – moderado
Cierre y Abandono	No hay interacción

La instalación de aerogeneradores, la construcción de obras y la instalación de la línea de transmisión, ocasionarán la modificación del paisaje, que es considerado un impacto ambiental.

Este impacto ambiental iniciará en la etapa de preparación del sitio, al momento de realizar las actividades de derribo de flora arbórea para el emplazamiento de los aerogeneradores y demás obras del proyecto. Aquí se notará la eliminación de texturas y colores representativos de la vegetación y campos agrícolas, para la introducción de elementos (paneles) que denotan cierta artificialidad (líneas rectas, regularidad de gomas geométricas, simétricas, etc.).

Con la instalación y operación de los aerogeneradores, aún y cuando se afectarán la vegetación y uso del suelo, los volúmenes que se prevé remover no restarán predominancia a las áreas cultivadas, por lo que en los términos analizados no se prevé variación en el valor estimado.

La geomorfología, por su parte, será ligeramente transformada en áreas planas que admitan la instalación segura de los aerogeneradores; sin embargo, no es viable pensar que dicho factor se alterará

a tal grado que cambie radicalmente el paisaje conocido y la ausencia de láminas de agua mantendrá en las mismas condiciones el paisaje del área.

Aunado a lo descrito anteriormente, hay que tomar en cuenta que el paisaje del SAR y la superficie donde se emplazará el proyecto, está definido como un paisaje agrícola. Lo que indica que el paisaje natural, representado principalmente por la presencia de vegetación, se ha ido reduciendo por los campos agrícolas, convirtiéndolo en un paisaje antrópico, por lo que se considera como un impacto **acumulativo**. Por otra parte, los aerogeneradores y demás obras del proyecto "Parque Eólico Kabil" se mantendrán en el sitio durante la etapa de operación del proyecto, quedándose como un paisaje antrópico, es por ello que se considera un impacto **residual**.

Con base en estos argumentos, el impacto de Modificación el paisaje natural es considerado como NO SIGNIFICATIVO.

V.5. Conclusiones

Con base en la información presentada, la opinión de expertos y las diversas técnicas de identificación y evaluación de impacto ambiental utilizada en el presente capítulo, se estima que **el proyecto ocasionará en lo general una serie de impactos ambientales de naturaleza negativa**. No obstante, considerando los resultados de los análisis, se identificaron que todos los impactos ambientales serán no significativos en las cuatro etapas del proyecto "Parque Eólico Kabil", por lo que los procesos ambientales, componentes y factores que conforman actualmente el SAR no se pondrán en peligro.

Por lo tanto, recapitulando lo anterior, se puede concluir con los siguientes puntos:

1. En las etapas **de preparación del sitio y construcción del proyecto será donde se generarán la mayoría de los impactos ambientales (interacciones)**, mientras que en la etapa de operación se reducen la cantidad de impactos generados, así como su significancia. **El proyecto "Parque Eólico Kabil" no generará ningún impacto significativo.**
2. La remoción de individuos de flora no solo implica la **pérdida de individuos de flora arbórea**, sino que conlleva otros impactos ambientales como son la **erosión de suelo, la modificación del hábitat, la afectación de individuos de fauna y la modificación al paisaje**. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que la mayor superficie donde se emplazará el proyecto "Parque Eólico Kabil" ha

sido modificada por los campos ganaderos de agostadero existentes, **por lo que el desarrollo del proyecto no pone en riesgo la integridad y funcionalidad eco sistémica del SAR.**

3. El impacto de **modificación a las propiedades del suelo**, que se pudiera ocasionar por el manejo inadecuado de los diferentes tipos de residuos a generar en las distintas etapas del proyecto “Parque Eólico Kabil”, será mínimo, además de que con la aplicación del Programa de Manejo Integral de Residuos el impacto podrá reducirse aún más.
4. Los impactos de **Contaminación auditiva** y **contaminación atmosférica** serán mínimos, ya que las fuentes que los generarán se encontrarán en espacios abiertos que permitirán la dispersión de gases de combustión, polvos y ruido, además que éstos impactos ambientales solo se darán temporalmente. **Por lo que no se podría en peligro la calidad de la atmósfera ni el confort sonoro.**
5. Cada uno de los impactos ambientales identificados por el desarrollo del proyecto “Parque Eólico Kabil”, afectarán algún componente ambiental del SAR. Sin embargo, de acuerdo a la evaluación hecha en el presente capítulo, **ningún impacto ambiental pone en riesgo el funcionamiento y estructura** del medio ambiente dentro del SAR.
6. **Todos los impactos ambientales identificados son acumulativos** debido a que en los alrededores del área del proyecto “Parque Eólico Kabil” existen diversas actividades antrópicas que han modificado el medio ambiente.

Adicionalmente se establecen las medidas necesarias para prevenir, mitigar, controlar o compensar, según sea el caso, los impactos ambientales esperados en cada una de las etapas de desarrollo del proyecto (ver Capítulo VI), cuya ejecución permitirá disminuir la cantidad de impactos ambientales.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD REGIONAL, TIPO B (DTU-BR)
PROYECTO:
“PARQUE EOLICO KABIL”**

**CAPÍTULO VI: JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE
MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE
SUELO**

**PROMOVENTE:
DISCOVERY MANAGEMENT S.A.P.I DE C.V.**

TABLA DE CONTENIDO

VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONOMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO	3
VI.1. Justificación técnica.....	4
VI.2. Cumplimiento de los preceptos de excepcionalidad	16
VI.2.1. Biodiversidad.....	16
VI.2.1.1. Flora	16
VI.2.1.1.1. Representatividad de las comunidades forestales a intervenir en relación con su distribución en la unidad de análisis del Sistema Ambiental Regional.....	17
VI.2.1.1.2. Indicadores de diversidad (análisis de similitud)	17
Estado de Protección de la flora registrada	24
Conclusiones	24
VI.2.1.2. Fauna	24
VI.2.1.2.1. Indicadores de diversidad (análisis de similitud)	24
Riqueza	24
Estado de Protección de la fauna registrada.....	25
Abundancia	26
Diversidad	26
Similitud entre zonas.....	27
Densidad.....	27
Conclusiones Generales.....	30
VI.2.1.2.2. Medidas de mitigación y compensación que aseguran el mantenimiento y conservación de la biodiversidad.	31
VI.2.2. Erosión del suelo	32
VI.2.2.1. Medidas de mitigación y compensación que aseguran el mantenimiento de que la perdida de la erosión no es mayor a la actual.....	33
VI.2.3. Captación y calidad del agua	33
VI.2.3.1. Medidas de mitigación y compensación que aseguran el mantenimiento de que la captación y calidad del agua	35
VI.3. Justificación económica y social	35

VI.3.1. Justificación de porqué el uso alternativo propuesto es más productivo a largo plazo que el actual.....	35
VI.3.1.1. Inversión del proyecto	36
VI.3.1.2. Beneficios sociales	44
VI.3.1.3. Acciones y conceptos que aseguran que el uso alternativo propuesto será más productivo en el largo plazo que el actual	45

VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONOMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

VI.1. Justificación técnica

La energía eólica, además de los beneficios ambientales que presenta, bajo ciertas condiciones, resulta económicamente competitiva frente a los combustibles convencionales.

Algunas de las ventajas que tiene el proceso de conversión viento-electricidad son:

- No libera gases de efecto invernadero.
- No emite contaminantes atmosféricos.
- No utiliza agua.
- No genera residuos peligrosos.

Por otro lado, la fuente de energía (el viento) tiene las siguientes ventajas:

- Es inagotable, ya que se deriva de procesos atmosféricos perennes.
- Está en la superficie y, por lo tanto, no requiere procesos de extracción.
- Su manejo y posibles accidentes en su explotación no implican riesgos ambientales de alto impacto, tales como derrames por transporte, explosiones, incendios, etc.

En general, las ventajas ambientales de la generación eléctrica a través de aerogeneradores son:

- Creación de nuevos empleos.
- Impulso al desarrollo regional.
- Atracción de la inversión privada.
- Contribución a reactivar la planta productiva.
- Creación de pequeñas y medianas empresas.
- Abastecimiento de electricidad utilizando fuentes locales de energía.
- Ahorro de combustibles fósiles.
- Disminución de riesgos en el abastecimiento de energéticos.
- Independencia energética

En cuanto al contexto nacional, la evolución en la generación de energía eléctrica en el país se hace notar cuando al crecer la demanda nacional se busca además de modernizar e incrementar la infraestructura existente, diversificar las opciones de generación al adoptar e instalar centrales con nuevas tecnologías.

En este sentido, la Secretaría de Energía, ha creado el "***El Atlas Nacional de Zonas con Alto Potencial de Energías Limpias***" (**AZEL**) que es una herramienta tecnológica que contiene información sobre los sitios o áreas geográficas que tienen alto potencial de aprovechamiento de los recursos energéticos renovables en México.

El **AZEL** facilita información a Gobiernos Estatales, al público en general y a inversionistas interesados en el desarrollo de proyectos que utilicen energías renovables y limpias, para identificar oportunidades de inversión y adelantar estudios más detallados de pre-factibilidad.

Zona o sitio con alto potencial. - Es aquella zona/sitio en la que se han realizado estudios de campo o teóricos para determinar cuantitativamente la cantidad de energía eléctrica que puede generar una tecnología específica, partiendo del recurso limpio existente y considerando factores sociales, ambientales y de infraestructura.

El potencial se puede clasificar en Posible, Probable y Probado:

El Potencial Posible considera supuestos teóricos simples para obtener aproximaciones en términos eléctricos, sin discriminar con detalle la viabilidad técnica de su aprovechamiento. Bajo esta aproximación todas las energías renovables suelen tener potenciales de gran magnitud.

El Potencial Probable toma en consideración factores técnicos, como la disponibilidad del recurso, temperatura, latitud, altitud, entre otros, así como restricciones territoriales relacionadas con el uso del suelo, y puede contar con estudios directos de campo, pero no cuenta con suficientes estudios que comprueben su factibilidad técnica y económica.

El Potencial Probado considera la competitividad de las energías renovables respecto de otras fuentes de suministro, la cual es una función del grado de madurez tecnológico y de su impacto en los costos de inversión y operación, también considera la disponibilidad de interconexión a la red, la evolución de los precios de la energía y su proyección en el tiempo, el crecimiento de la demanda de energía y el marco

regulatorio que pueda existir. Un sitio potencial probado indica que cuenta con suficientes estudios técnicos y económicos, que comprueban su factibilidad para generación eléctrica.

Un factor técnico identificado por el grupo de expertos son las Redes Nacionales de Transmisión. Para que un proyecto sea viable económicamente, la distancia a la red juega un papel importante en los costos de instalación de una central eléctrica, un proyecto entre más alejado puede resultar más costos, partiendo de este supuesto, se desarrollaron cuatro escenarios posibles, tres de ellos toman en consideración distancias preestablecidas por tipo de tecnología y uno de ellos considera todo el universo de posibilidades de aprovechamiento.

Al navegar a través del AZEL, los usuarios podrán consultar toda la información utilizada para la evaluación del potencial, como es el caso de las áreas naturales protegidas y los humedales de importancia internacional consideradas como áreas de exclusión ambiental; las localidades urbanas, rurales con más de 500 habitantes, monumentos históricos y monumentos arqueológicos son consideradas zonas de exclusión social; vía férreas y carreteras, lagos, corrientes de agua y otros parámetros técnicos son consideradas exclusiones técnico-económicas; también existe la posibilidad de consultar exclusiones por riesgo y capas informativas de importancia como las localidades indígenas para inferir procesos de consulta.

Por último, la SENER considera necesario el acceso al conocimiento de las zonas o sitios con alto potencial de aprovechamiento de fuentes de energía limpia, **ya que estas tienen un menor impacto sobre el medio ambiente.**

Esta plataforma tecnológica permitirá dirigir los esfuerzos de México en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Por último, la SENER considera necesario el acceso al conocimiento de las zonas o sitios con alto potencial de aprovechamiento de fuentes de energía limpia, ya que estas tienen un menor impacto sobre el medio ambiente.

Bajo al amparo de esta herramienta de **AZEL**, elaborada de manera exclusiva para cumplir con la transición energética de nuestro país en tecnologías limpias y de fuentes alternativas, que bajo

establecida por la SENER, que a continuación se describe se identifican los sitios con el más apto potencial técnico, ambiental y económico en los sitios establecidos por la herramienta AZEL.

Condiciones territoriales seleccionadas. - La evaluación se enfoca en identificar las centrales de energía eólica con una capacidad instalada superior a 10 MW, por lo tanto, se aplica una restricción de continuidad de la superficie de manera que es posible seleccionar sólo aquellas áreas que permitan acoger un proyecto de al menos 10 MW de capacidad instalada en el primer escenario, 50 MW en el segundo escenario y 100 MW en el tercer y cuarto escenario; es decir se descartan las áreas menores a 1.25, 6.25 y 12.5 km² respectivamente, para cada uno de los escenarios.

Lo anterior obedece a la densidad de potencia por superficie con 7.72 MW/km².

Además, se excluyen, empleando aspectos técnicos y económicos: las zonas con velocidades de viento menor a 6 m/s, las zonas distantes a la Red Nacional de Transmisión y las zonas distantes a carreteras.

En relación a aspectos ambientales: las áreas naturales protegidas y los humedales de importancia internacional (RAMSAR). En relación a aspectos sociales (legales): las zonas con monumentos históricos y arqueológicos, y vías de comunicación (carreteras y vías férreas).

En relación a aspectos socioeconómicos: las localidades urbanas y rurales, sin embargo, en las localidades rurales no se consideran aquellas con una cantidad de habitantes menores a 500 habitantes, esto con el objeto de mejorar la precisión de la evaluación, ya que en el país existen demasiadas localidades con una baja densidad de habitantes, por lo tanto, no sería una restricción para la posible construcción de parques eólicos.

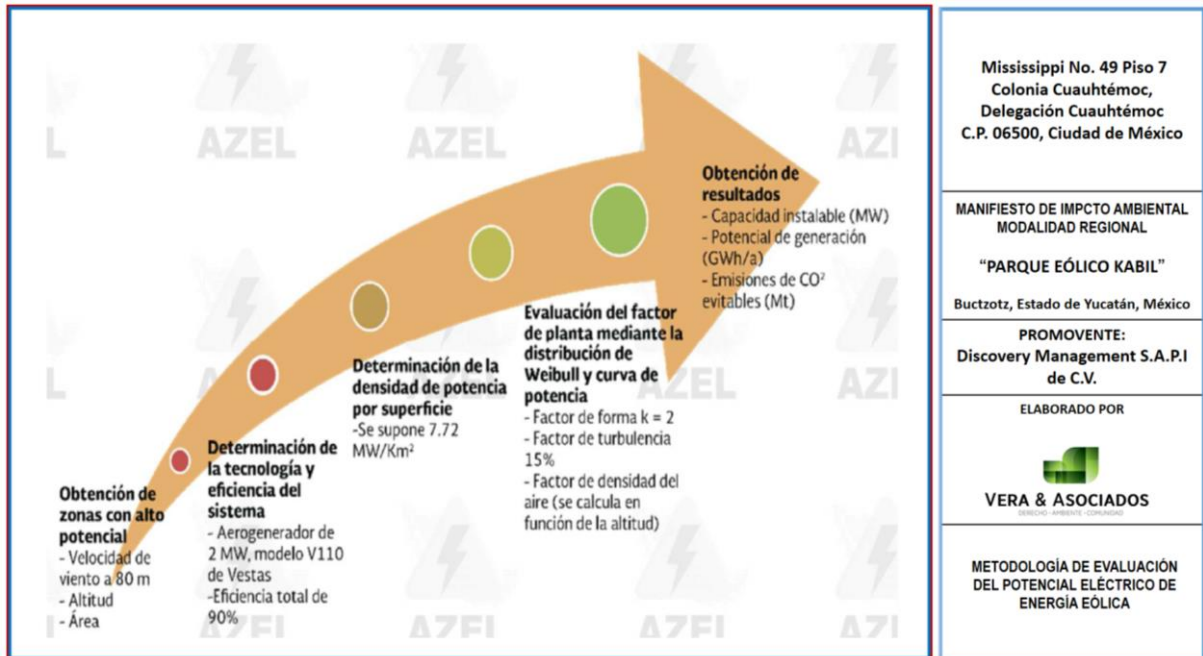
Tabla VI.1. Criterios de exclusión en la evaluación de la energía eólica en los sitios potenciales de proyectos eólicos

Tipo de criterio	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
Velocidad de viento a 80 metros de altura	< 6 m/s	< 6 m/s	< 6 m/s	< 6 m/s
Área continua	< 1.25 km ²	< 6.25 km ²	< 12.5 km ²	< 12.5 km ²
Zona circundante a la red nacional de transmisión (≥ 69 KV)	> 10,000 metros	> 20,000 metros	Sin exclusión	≤ 20,000 metros

Tipo de criterio	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
Zona circundante a carreteras	> 10,000 metros	> 20,000 metros	Sin exclusión	Sin exclusión
Altitud	3,000 msnm			
Localidades	El área correspondiente a las localidades urbanas y adicionalmente a 500 metros circundantes			
	El centroide correspondiente, a las localidades rurales con habitantes mayores a 500 y adicionalmente 500 metros circundantes			
Vías de comunicación (Vías férreas y carreteras)	El área correspondiente y adicionalmente 200 metros hacia arriba			
Línea de costa	El área correspondiente y adicionalmente 20 metros hacia arriba			
Aeródromos	El centroide correspondiente y adicionalmente 1,000 metros circundantes			
Áreas protegidas	Áreas naturales protegidas declaradas			
	Las zonas de humedales de importancia internacional (RAMSAR) declarados			
	Las zonas monumentos históricos declarados			
	Las zonas monumentos arqueológicos declarados			

Método de evaluación del potencial. - Una evaluación detallada de la producción Eolo-eléctrica que tome en consideración todas o la mayoría de las variables es complejo de hacer sobre un dominio territorial amplio y probablemente no tenga sentido; por tal motivo en la estimación del potencial Eolo-eléctrico se emplea una metodología simplificada basada en estándares internacionales, descrita en la figura VI.1.

Figura VI.1. Metodología de evaluación del potencial eléctrico de la energía eólica



Determinación de la tecnología. - Para efectos de esta evaluación se determina una tecnología eólica "tipo" para evaluar la densidad de potencia por superficie, y a su vez la capacidad instalable de proyectos Eolo-eléctricos. Por lo tanto, fue necesario realizar un análisis en el cual se identifican las características generales de las plantas eólicas en operación, así como de las centrales a ser instaladas en México (permisionarios) y además, se realizó una comparación entre las tecnologías usadas en el mercado eléctrico nacional. Con el resultado de los análisis, se optó utilizar un aerogenerador de 2 MW, modelo V110 de Vestas.

Determinación de la eficiencia del sistema. - Los parques eólicos presentan pérdidas de producción, debido a diversas causas como: la disponibilidad técnica de los equipos, acumulación de suciedad o hielo en las aspas de los aerogeneradores, paro total o parcial de producción debido a restricciones regulatorias y pérdidas por efecto estela entre aerogeneradores, por nombrar algunas. Evidentemente, estas pérdidas son diferentes según los proyectos, dependiendo tanto de las condiciones ambientales del emplazamiento, como del diseño del parque. El valor de las pérdidas totales fluctúa alrededor del

6% en parques pequeños y hasta el 20%, principalmente debido al efecto estela¹. Por lo tanto, en esta evaluación se utiliza un valor conservador y optimista, considerando una eficiencia del 90%.

Determinación de la densidad de potencia por superficie. - La capacidad instalada de un parque eólico está en función de la potencia seleccionada de los aerogeneradores y de la cantidad de estos existentes en el parque, lo cual depende de muchos factores tanto meteorológicos como topográficos. Para calcular la capacidad instalada en cada una de las zonas disponibles es necesario definir una distribución teórica de los aerogeneradores, es decir, la densidad de potencia por superficie. El método supone una distancia homogénea entre los aerogeneradores de 4 veces el diámetro del rotor del aerogenerador en dirección perpendicular a la dirección del viento dominante, y ocho veces en la dirección del viento dominante (Figura VI.3). Por lo tanto, de acuerdo a las dimensiones del aerogenerador se realiza el siguiente cálculo:

La distancia entre aerogeneradores con dirección perpendicular al viento, está dado por la siguiente expresión:

$$D_{PV} = D_R C_{DP}$$

Donde:

D_R = Diámetro del rotor en metros

C_{DP} = Cantidad de diámetros perpendiculares al viento, igual a 4.

Con la fórmula anterior, se calcula la distancia entre aerogeneradores con dirección dominante al viento:

$$D_{DV} = D_R D_V$$

Donde

D_R = Diámetro del rotor en metros

D_V = Cantidad de diámetros en dirección dominante al viento, igual a 8.

Ya con la distancia entre aerogeneradores en ambos sentidos solo multiplicamos los

¹ Escudero J. M. (2003). Manual de energía eólica. Investigación, diseño, promoción, construcción y explotación de distinto tipo de instalaciones, Edición: 2ª. Editorial: Mundi-Prensa, Madrid, 479 pp.

resultados para obtener el área que ocuparía cada aerogenerador:

$$AA = DPVDDV$$

Figura VI.2. Arreglo del parque de acuerdo a la metodología para obtener la densidad de potencia por superficie



Con la fórmula siguiente, se obtiene el área requerida por megawatt A_{MW} dependiendo de la potencia del aerogenerador.

$$A_{MW} = A_A / P_A \text{ (MW)}$$

Con la fórmula siguiente sacamos la densidad de potencia (MW/km²) que se considera en la evaluación.

$$D_p = 1,000,000 \text{ (m}^2\text{)} / A_{MW}$$

Donde:

A_{MW} = Área requerida por megawatt.

Es necesario precisar que la suposición no varía demasiado con las densidades de potencia por superficie utilizadas en otras evaluaciones.

Distribución de weibull. - La distribución Weibull se utiliza para predecir la variación del viento en un lugar específico. Por lo tanto, debido a las características aleatorias de la energía eólica, por las condiciones climáticas y orográficas es necesario utilizar esta distribución, ya que los resultados son cercanos a la realidad.

La Función Weibull se define como:

$$f(V) = (k/c) (V/c)^{k-1} \exp (-V/c)^k$$

Donde:

f(V)= Función de probabilidad de Weibull

Se refiere a encontrar una velocidad de viento específica V en m/s

c= factor de escala de Weibull

Relaciona la velocidad promedio del viento expresado en m/s

K= factor de forma de Weibull

Describe la distribución de las velocidades del viento.

Existen explicaciones detalladas de la Función de Distribución de Weibull, y de su aplicación, entre los que se encuentra el de Rohatgi y Nelson (1994)².

El factor de forma (k):

Representa físicamente la dispersión de los valores de velocidad en torno a la velocidad media³; concretamente, cuanto mayor es el valor de k, menor será la dispersión en torno al valor medio³. El factor k toma valores distintos en función de la morfología del terreno y del régimen de vientos del lugar³, como se muestra en la Tabla VI.2.

Tabla VI.2. Valores típicos de k para distintas morfologías del terreno. Fuente. - Escudero J. M., 2003.

² Rohatgi J. and Nelson V. (1994). Wind characteristics: an analysis for the generation of wind power. Alternative Energy Institute, West Texas A&M University.

³ Power and Productivity for a better World. Cuaderno de aplicaciones técnicas de plantas eólicas N° 12. Asea Brown Boveri S.A., Barcelona, 1 19 pp.

Factor de forma K	Morfología del terreno	Régimen de vientos
1.2-1.7	Lugares montañosos	Muy variable
1.8-2.5	Grandes llanuras-colinas	Variable
2.5-3.0	Campo abierto	Bastante regular
3.1-3.5	Zonas costeras	Regular
3.5-4.0	Islas	Muy regular

En la mayoría de los casos, los valores de k comprenden valores entre 1.3 y 4.3; cuando se disponen de muchos datos, suele aceptarse la simplificación de $k = 2^4$.

Cuando la constante de Weibull es igual a $k = 2$, se le conoce como distribución de Rayleigh³.

Factor de densidad del aire: La presión atmosférica no es la misma siempre en un punto determinado, sino que sufre altibajos, pues depende de diversos factores, entre ellos la altitud, la temperatura y la humedad³. Con la altura no solo disminuye la presión sino también la densidad del aire, de ahí que su densidad depende de la presión a la que está sometida, es decir entre mayor sea la altitud del lugar, menor será la presión experimentada y, por lo tanto, la densidad del aire es menor⁵.

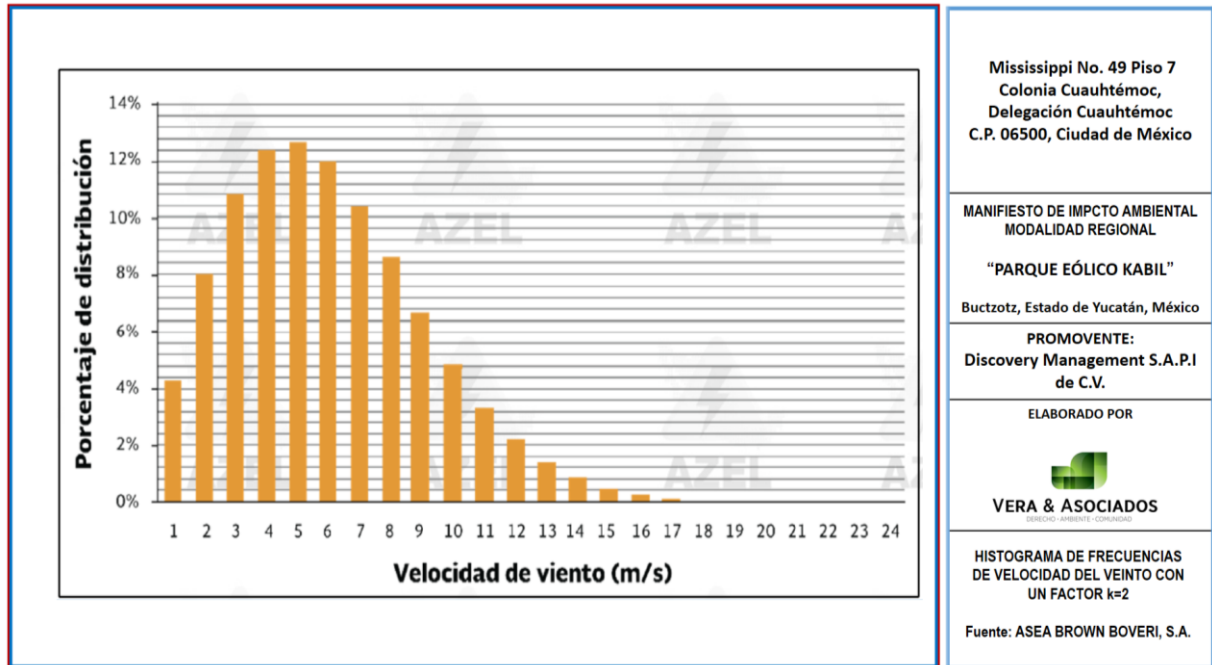
Factor de turbulencia: La fuerza del viento cambia constantemente en escalas temporales que van desde días, horas o minutos, y en función de las condiciones meteorológica⁵.

Cuando la dirección y la fuerza del viento fluctúan rápidamente se trata de las turbulencias, que son una característica importante del viento. Entre mayor sea la turbulencia de la zona, menos apropiada es para la generación de electricidad; además la turbulencia puede aumentar el desgaste de las aspas de las turbinas, reduciendo su vida media. En tierra, el nivel de turbulencias varía entre el 15% y el 20%⁵, mientras que en mar abierto este valor está comprendido entre el 10% y el 14%³. El modelo de evaluación considera un factor de turbulencia del 15 %.

⁴ Desarrollo de proyectos de instalaciones de energía mini-eólica aislada. Editorial: Vértice. Edición: 1ª, España, 163 pp.

⁵ Power and Productivity for a better World. Cuaderno de aplicaciones técnicas de plantas eólicas N° 12. Asea Brown Boveri S.A., Barcelona, 19 pp.

Figura VI.3. Histograma de frecuencias de velocidad del viento con un factor k=2. Fuente. - Asea Brown Boveri S.A.



Mississippi No. 49 Piso 7
Colonia Cuauhtémoc,
Delegación Cuauhtémoc
C.P. 06500, Ciudad de México

MANIFIESTO DE IMPCTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"PARQUE EÓLICO KABIL"

Buctzotz, Estado de Yucatán, México

PROMOVENTE:
Discovery Management S.A.P.I
de C.V.

ELABORADO POR


VERA & ASOCIADOS
DERECHO • AMBIENTE • COMUNIDAD

HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS
DE VELOCIDAD DEL VEINTO CON
UN FACTOR k=2

Fuente: ASEA BROWN BOVERI, S.A.

La distribución de Weibull obtiene una simulación del comportamiento del viento, con la cual, aunado a la curva de potencia del aerogenerador, es posible calcular la producción de electricidad.

Evaluación del potencial de generación. - El potencial de generación Eolo-eléctrica se calcula a partir de la capacidad instalable y el factor de planta estimado. La capacidad instalada P se obtiene a partir del espacio disponible E_D multiplicado por la densidad de potencia por superficie (MW/km^2):

$$P = D_p E_D$$

Donde:

E_D = Espacio disponible, expresado en km^2

D_p = Densidad de potencia por superficie

El factor de planta se define como la multiplicación del factor de carga F_c por eficiencia total del sistema E_v :

$$F_p = F_c E_s$$

Donde

E_s = Eficiencia del sistema, igual al 90%.

Por lo tanto, el potencial de generación de electricidad anual (GWh/a) del sistema

Eolo-eléctrico está dado por:

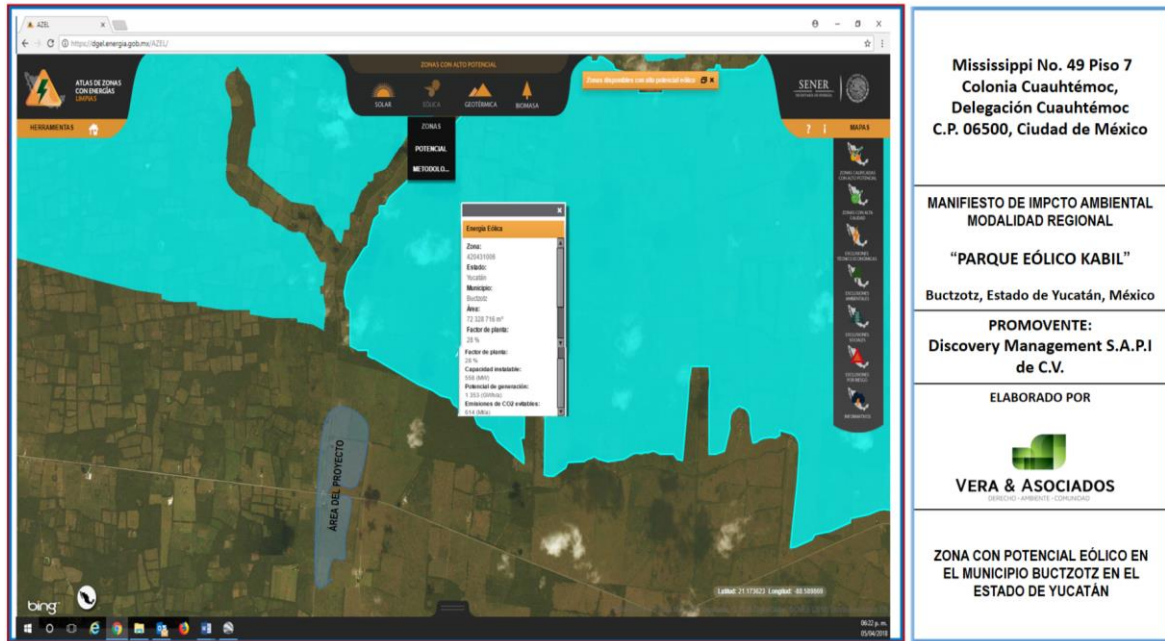
$$E = P (MW) * F_p (%) * 8766 (h) / 1000$$

Las emisiones de CO₂ evitables (Mt/a) se obtienen a partir del factor 0.454 por GWh/a publicado por SEMARNAT el 15 de octubre del año 2015.

Con base en este sistema de elección de sitios potenciales AZEL, se procedió a elegir el estado de Guanajuato, para identificar dichos sitios que cumplieran con los mejores criterios, técnicos, ambientales y sociales.

En este sentido, el proyecto "PARQUE EÓLICO KABIL", una vez analizado los sitios potenciales a través de la herramienta de AZEL, se determinó que el sitio apto es en la zona 420431006, en el municipio de Buctzotz, estado de Yucatán que cuenta con **zona potencial de 72,328,716 m²**, con una **capacidad instalable de 558 MW y un potencial de generación de 1,353 GWh/a**, tal como se muestra en la figura VI.4.

Figura VI.4. Zona potencial de generación de energía eléctrica a partir de proyectos eólicos



VI.2. Cumplimiento de los preceptos de excepcionalidad

VI.2.1. Biodiversidad

VI.2.1.1. Flora

Con la finalidad de demostrar que el proyecto atiende el precepto de excepcionalidad relacionado a no comprometer la biodiversidad señalado en el artículo 117 de la LGDFS; en los siguientes apartados se presenta un análisis comparativo entre las condiciones de las comunidades vegetales propuestas para realizar el CUSTF en cuanto sus indicadores de diversidad, así como de su extensión en dos espacios: unidad de análisis y área sujeta a CUSTF. Se contrastan los valores de abundancia relativa, valor de importancia relativo (sólo para flora) e índice de diversidad de especies de Shannon-Wiener.

La discusión considera dos aspectos fundamentales:

- 1) El grado de intervención de la vegetación, con respecto a lo que actualmente existe en la unidad de análisis o en otros términos la representatividad del ecosistema a intervenir durante la ejecución del CUSTF y su distribución en la unidad de análisis del Sistema Ambiental Regional y;

- 2) los resultados de los indicadores de diversidad (análisis de similitud). En cada situación se concluye por qué el proyecto no contraviene el precepto de excepción antes indicado.

VI.2.1.1.1. Representatividad de las comunidades forestales a intervenir en relación con su distribución en la unidad de análisis del Sistema Ambiental Regional

En cuanto a este parámetro comparativo, considerando la información del Capítulo IV de este DTU, tenemos que la superficie forestal para la cual se solicita el CUSTF, es de **10.30** hectáreas y el Sistema Ambiental Regional (SAR) es de **122,859.14** hectáreas, que corresponde a diversos usos y tipo de suelo, tal como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla VI.3. Usos de suelo y vegetación en el SAR

Uso de suelo y vegetación SAR	Superficie	Porcentaje
Agricultura de temporal anual	498.2	0.41%
Agricultura de temporal permanente	3.92	0.00%
Cuerpos de Agua	34.48	0.03%
Pastizal cultivado	98,658.13	80.30%
Zona urbana	300.61	0.24%
Vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia	22,992.31	18.71%
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana caducifolia	371.49	0.30%
Total	122,859.14	100.00%

Esto nos permite hacer el análisis comparativo de proporcionalidad de las áreas forestales, encontrándose que la superficie forestal del área del proyecto representa apenas el **0.044%** que **corresponde a 10.30 has** con relación a la unidad de análisis del SAR.

VI.2.1.1.2. Indicadores de diversidad (análisis de similitud)

Los argumentos que permiten demostrar que la biodiversidad del sitio no se compromete con el desarrollo de la obra, se sustentan en un análisis de similitud entre los datos del medio biótico en el sitio del proyecto y de la unidad de análisis.

Estos atributos muestran a través de datos reales, la condición de la vegetación y de la fauna. Por lo que el análisis puede realizarse considerando los posibles escenarios siguientes:

- Que determinada(s) especie(s) de flora y fauna registradas, presenten una baja representatividad tanto en el área solicitada para el CUSTF como en la unidad de análisis del SAR.
- Que determinada especie o especies de flora y fauna registradas presenten una baja representatividad en el área sujeta al CUSTF, pero alta en la unidad de análisis del SAR.
- Que determinada especie o especies de flora y fauna registradas presenten una alta representatividad tanto en el área solicitada para el CUSTF como en la unidad de análisis del SAR.
- Que determinada especie o especies de flora y fauna registradas presenten una alta representatividad en el área solicitada para el CUSTF, pero baja en la unidad de análisis del SAR.

Los escenarios uno y cuatro son indicadores a considerar como prioritarios, ya que es probable que se trate de especies con estatus de protección donde su distribución sea restringida o bien sitios con características particulares que le confieren alto valor ecológico. Aunque también, el resultado puede estar influenciado por la condición de la vegetación, es decir, puede ser que la o las especies que se muestran con baja representatividad tiendan a ser especies oportunistas dentro de una comunidad conservada o bien, especies clímax dentro de una comunidad fuertemente perturbada. Para el primer caso, se entiende que al ser especie oportunista dentro de una comunidad conservada su abundancia es limitada, pues tales especies demandan espacios abiertos para su distribución. En el segundo caso, es claro que al ser una especie clímax, su abundancia se ve limitada pues se encuentra en un espacio abierto donde la dominancia está conformada por especies pioneras u oportunistas.

Los escenarios dos y tres por su parte, indican que el desarrollo del proyecto no representa una amenaza a las especies que se verán afectadas, pues se entiende que las mismas se encuentran perfectamente representadas en la unidad de análisis.

No debe olvidarse que el análisis aquí presentado, parte de las bases de datos generadas durante los trabajos de campo. Es decir, se analizan los resultados obtenidos del medio biótico a nivel área

solicitada para el CUSTF y unidad de análisis o SAR. La información que se desglosa en los siguientes apartados conforma un resumen de lo presentado ampliamente en el capítulo IV de este DTU.

Tabla VI.4. Índices de diversidad, riqueza y abundancia para Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia en el CUSTF y el SAR

Vegetación Secundaria Selva Mediana Subcaducifolia								
Especie	CUSTF N=09				SAR N=09			
	A	A R	Dom r	VI	A	A R	Dom r	VI
Estrato Arbóreo								
<i>Acacia collinsii</i> Saff.	-	-	-	-	3	1.049	0.388	0.881
<i>Acacia cornigera</i> (L.) Willd.	10	3.922	4.276	4.141	7	2.448	1.885	2.247
<i>Acacia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.) Benth.	29	11.373	11.950	9.183	15	5.245	5.173	4.677
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.	3	1.176	0.506	1.030	1	0.350	0.441	0.665
<i>Bauhinia divaricata</i> L.	6	2.353	2.100	2.423	5	1.748	1.656	1.938
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	23	9.020	7.675	8.382	88	30.769	32.165	24.191
<i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm.	1	0.392	0.282	0.694	6	2.098	1.723	2.479
<i>Caesalpinia</i> sp.	4	1.569	1.926	1.634	-	-	-	-
<i>Caesalpinia yucatanensis</i> (Britton & Rose) Greenm	5	1.961	1.695	3.096	4	1.399	0.509	1.841
<i>Caesalpinia platyloba</i> S. Watson	15	5.882	5.639	4.780	11	3.846	3.486	3.247
<i>Cedrela odorata</i> L.	1	0.392	0.593	0.798	1	0.350	0.053	0.536
<i>Ceiba aesculifolia</i> (Kunth) Britten & Baker f.	-	-	-	-	2	0.699	1.178	1.429
<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	8	3.137	3.504	4.092	8	2.797	2.566	3.394
<i>Cordia dodecandra</i> DC	8	3.137	3.291	2.612	-	-	-	-
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	-	-	-	-	12	4.196	4.151	4.389
<i>Cordia gerascanthus</i> L.	2	0.784	1.020	1.071	4	1.399	0.355	1.789

Vegetación Secundaria Selva Mediana Subcaducifolia								
Especie	CUSTF N=09				SAR N=09			
	A	A R	Dom r	VI	A	A R	Dom r	VI
<i>Diphysa carthagenensis Jacq</i>	-	-	-	-	1	0.350	0.587	0.714
<i>Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.</i>	2	0.784	0.873	1.022	4	1.399	1.138	1.649
<i>Ficus cotinifolia Kunth</i>	-	-	-	-	1	0.350	0.441	0.665
<i>Guazuma ulmifolia Lam.</i>	13	5.098	4.163	4.495	8	2.797	3.988	3.065
<i>Gymnopodium floribundum Rolfe</i>	5	1.961	2.215	2.800	6	2.098	3.016	3.311
<i>Hampea trilobata Standl.</i>	1	0.392	0.119	0.640	-	-	-	-
<i>Havardia albicans (Kunth) Britton & Rose</i>	6	2.353	1.806	3.264	3	1.049	0.598	1.352
<i>Jacaratia mexicana A. DC.</i>	3	1.176	1.238	1.274	2	0.699	0.556	0.820
<i>Jatropha gaumeri Greenm.</i>	3	1.176	1.094	1.226	-	-	-	-
<i>Lonchocarpus rugosus Benth.</i>	-	-	-	-	3	1.049	1.525	1.661
<i>Lysiloma latisiliquum (L.) Benth.</i>	-	-	-	-	15	5.245	4.970	5.413
<i>Metopium brownei (Jacq.) Urb.</i>	11	4.314	3.622	4.523	9	3.147	4.425	4.532
<i>Piscidia piscipula (L.) Sarg.</i>	30	11.765	11.352	10.523	46	16.084	14.507	13.811
<i>Randia obcordata S. Watson</i>	5	1.961	2.127	2.771	-	-	-	-
<i>Sabal mexicana Mart.</i>	1	0.392	0.678	0.826	-	-	-	-
<i>Senegalia gaumeri (S. F. Blake) Britton & Rose</i>	40	15.686	17.977	13.568	8	2.797	3.470	3.696
<i>Senna racemosa (Mill.) H.S. Irwin & Barneby</i>	7	2.745	2.663	3.211	3	1.049	1.332	1.597
<i>Vitex gaumeri Greenm</i>	13	5.098	5.618	5.919	10	3.497	3.718	4.011
Total	255	100	100	100	286	100	100	100
Estrato Arbustivo								
<i>Abutilon permolle (Willd) Sweet</i>	20	5.510	14.191	7.017	-	-	-	-

Vegetación Secundaria Selva Mediana Subcaducifolia								
Especie	CUSTF N=09				SAR N=09			
	A	A R	Dom r	VI	A	A R	Dom r	VI
<i>Acacia collinsii</i> Saff.	3	0.826	0.012	1.631	3	0.882	0.033	1.271
<i>Acacia cornigera</i> (L.) Willd.	4	1.102	0.027	1.277	4	1.176	0.026	1.367
<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.	2	0.551	0.849	1.367	2	0.588	0.809	1.432
<i>Aphelandra scabra</i> (Vahl) Sm.	1	0.275	0.470	0.699	32	9.412	22.110	11.957
<i>Bauhinia divaricata</i> L.	15	4.132	0.112	5.018	20	5.882	0.148	4.909
<i>Bonellia macrocarpa</i> (Cav.)	1	0.275	0.408	0.678	4	1.176	2.903	2.326
<i>Bromelia pinguin</i> (E. Morren). L.B.Smith	9	2.479	24.605	11.280	10	2.941	27.347	11.545
<i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm.	3	0.826	0.021	0.733	3	0.882	0.026	1.269
<i>Caesalpinia</i> sp.	1	0.275	0.009	0.545	12	3.529	0.096	1.692
<i>Caesalpinia yucatanensis</i> (Britton & Rose) Greenm	2	0.551	0.010	0.637	-	-	-	-
<i>Cascabela thevetia</i> (L.) Lippold	1	0.275	0.439	0.688	3	0.882	2.990	1.774
<i>Cnidoscolus souzae</i> McVaugh	9	2.479	6.465	4.333	18	5.294	12.558	8.366
<i>Cordia gerascanthus</i> L.	2	0.551	0.018	1.091	-	-	-	-
<i>Croton flavens</i> L.	51	14.050	36.613	19.140	33	9.706	25.851	14.268
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	1	0.275	0.002	0.543	1	0.294	0.014	0.586
<i>Gymnopodium floribundum</i> Rolfe	14	3.857	0.107	2.673	19	5.588	0.157	3.364
<i>Hampea trilobata</i> Standl.	1	0.275	0.009	0.545	1	0.294	0.005	0.583
<i>Hybanthus yucatanensis</i> Millsp.	4	1.102	0.032	1.279	5	1.471	0.048	0.989
<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.	7	1.928	0.058	1.112	3	0.882	0.017	0.783
<i>Lantana camara</i> L.	8	2.204	4.722	2.759	-	-	-	-

Vegetación Secundaria Selva Mediana Subcaducifolia								
Especie	CUSTF N=09				SAR N=09			
	A	A R	Dom r	VI	A	A R	Dom r	VI
<i>Morinda royoc L.</i>	12	3.306	9.339	5.566	4	1.176	3.633	2.086
<i>Paullinia fuscescens Kunth.</i>	3	0.826	0.021	1.634	3	0.882	0.025	0.785
<i>Piscidia piscipula (L.) Sarg.</i>	6	1.653	0.064	1.924	4	1.176	0.016	1.364
<i>Platymiscium yucatanum Standl.</i>	1	0.275	0.009	0.545	2	0.588	0.024	0.687
<i>Randia aculeata L.</i>	118	32.507	0.866	13.377	87	25.588	0.681	12.138
<i>Randia obcordata S. Watson</i>	29	7.989	0.259	5.452	32	9.412	0.264	5.641
<i>Randia sp.</i>	29	7.989	0.228	3.640	14	4.118	0.096	2.371
<i>Senegalia gaumeri (S. F. Blake) Britton & Rose</i>	3	0.826	0.016	1.632	17	5.000	0.095	4.597
<i>Senna racemosa (Mill.) H.S. Irwin & Barneby</i>	3	0.826	0.020	1.183	3	0.882	0.017	1.266
Total	363	100	100	100	340	100	100	100
Estrato herbáceo								
<i>Abutilon permolle (Willd) Sweet</i>	28	22.2222	23.063	20.095	33	24.6269	23.935	23.084
<i>Achyranthes aspera L.</i>	38	30.1587	28.083	21.081	35	26.1194	26.326	19.781
<i>Aphelandra scabra (Vahl) Sm.</i>	23	18.2540	15.676	19.643	15	11.1940	13.380	13.939
<i>Cnidocolus souzae McVaugh</i>	5	3.9683	4.923	4.631	12	8.9552	8.207	10.318
<i>Croton flavens L.</i>	2	1.5873	1.895	2.827	-	-	-	-
<i>Elytraria imbricata (Vahl) Pers.</i>	19	15.0794	17.956	17.679	24	17.9104	16.202	17.118
<i>Lantana camara L.</i>	4	3.1746	3.628	3.934	5	3.7313	4.058	4.895
<i>Lasiacis divaricata (L.) Hitchc.</i>	2	1.5873	1.160	2.582	6	4.4776	5.105	6.642

Vegetación Secundaria Selva Mediana Subcaducifolia								
Especie	CUSTF N=09				SAR N=09			
	A	A R	Dom r	VI	A	A R	Dom r	VI
<i>Paullinia fuscescens</i> Kunth.	4	3.1746	3.085	5.420	4	2.9851	2.787	4.223
<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake) Britton & Rose	1	0.7937	0.530	2.108	-	-	-	-
Total	126	100	100	100	134	100	100	100

SAR: Dentro del estrato Arbóreo las especies con mayor Importancia ecológica es *Bursera simaruba* con un valor de IVI de 24.19, seguido de *Piscidia piscipula* con un valor de IVI de 13.81; Dentro del estrato arbustivo las especies con mayor importancia son *Croton flavenscon* un valor de IVI de 14.26 y *Randia aculeata* un valor de IVI de 12.13, por último en el estrato herbáceo la especie con mayor valor de IVI es *Abutilon permolle* con un valor de IVI de 23.08.

CUSTF: Dentro del estrato Arbóreo las especies con mayor Importancia ecológica es *Senegalia gaumeri* con un valor de IVI de 13.56, seguido de *Piscidia piscipula* con un valor de IVI de 10.52; Dentro del estrato arbustivo las especies con mayor importancia son *Croton flavenscon* un valor de IVI de 19.14 y *Randia aculeata* un valor de IVI de 13.37, por último en el estrato herbáceo la especie con mayor valor de IVI es *Achyranthes aspera* con un valor de IVI de 21.08.

Por otra la superficie las superficies del tipo de vegetación en color azul presentes que son comparables para los índices de similitud se muestran en la tabla VI.5.

Tabla VI.5. Superficie y vegetación de tipo forestal similar en el CUST y el SAR

Clave	Tipo de Vegetación	Superficie en Hectáreas (SAR)	Porcentaje de SAR	Superficie en Hectáreas (área del proyecto)	Porcentaje respecto a la vegetación similar (SAR)
Vs SMS	Vegetación secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia	22,992.31	18.71%	10.30	0.044

Con relación a la riqueza y diversidad dentro de la superficie del CUSTF y del SAR, los resultados se muestran a continuación:

Tabla VI.6. Índices de riqueza y diversidad en el CUST y el SAR

Superficie	Riqueza	Índice de Shannon	Índice de Pielou
CUSTF	45	3.2737	0.8600
SAR	49	3.3263	0.8547

Al hacer la comparación en riqueza y diversidad obtenidas dentro del área de cambio y uso de suelo técnico forestal contra la que presenta nuestro SAR, podemos concluir que a pesar de que la riqueza es mayor dentro de nuestro SAR la composición florística de las especies más representativas se mantiene sin presentar diferencias significativas; por otra parte los valores que se presentan con respecto a la diversidad podrían considerarse de valor Alto en donde los valores de dominancia se inclinan ligeramente hacia algunas de las especies que conforman el estrato arbóreo tal es el caso de *Bursera simaruba*, *Piscidia piscipula* y *Senegalia gaumeri*; lo cual es congruente con el tipo de vegetación descrita y presente tanto en el área de cambio y uso de suelo técnico forestal como en el SAR, cabe destacar que este tipo de vegetación al ser subcaducifolia presenta la una característica peculiar de cambio, directamente relacionada a la temporalidad y condiciones climatológicas por lo que los cambios en sus estructuras poblaciones pueden variar de una estación a otra.

Estado de Protección de la flora registrada

No se registraron especies de flora bajo alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010; dentro de las áreas sujetas a cambio y uso de suelo ó en el SAR.

Conclusiones

De esta manera podemos concluir que el proyecto "Parque Eólico Kabil", no representara un impacto negativo en la zona, ya que el tipo de vegetación a afectar resulta menor al 1% presente en toda el SAR bajo estudio, que si bien estos ecosistemas presentan algún grado de perturbación por la acción humana, también presentan indicios de regeneración en sus coberturas.

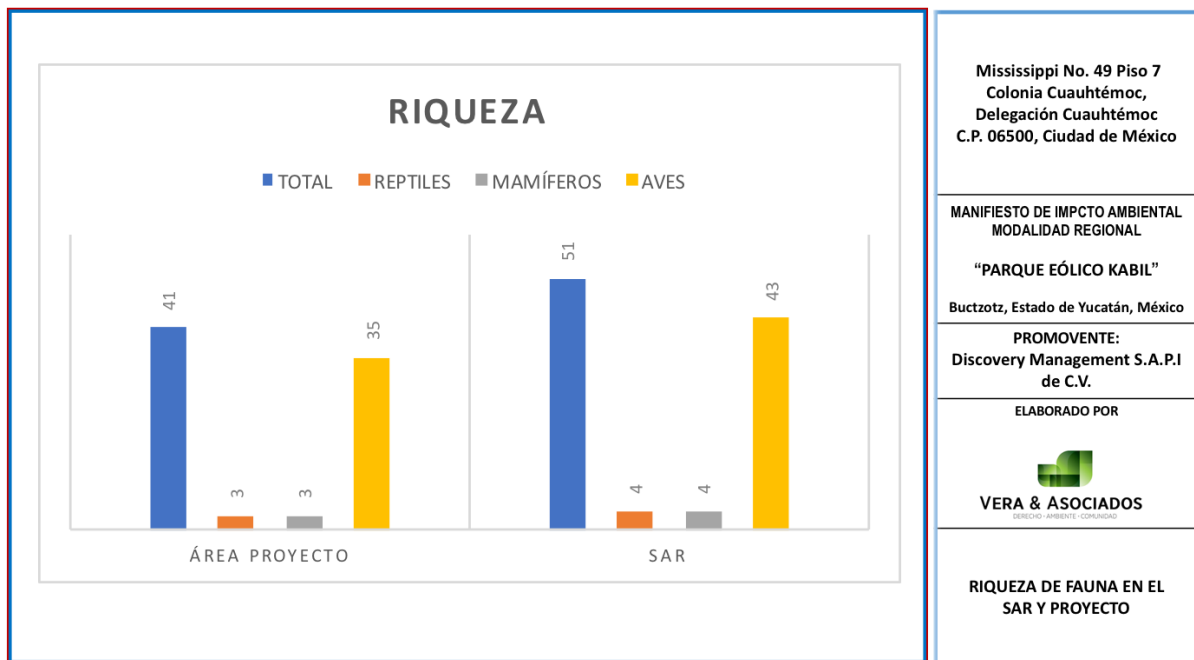
VI.2.1.2. Fauna

VI.2.1.2.1. Indicadores de diversidad (análisis de similitud)

Riqueza

En total se obtuvieron 528 registros en 53 especies dentro del estudio, el grupo de las aves obtuvo la mayor cantidad de especies con 45, equivalente al 84.61% respecto al total, los mamíferos están representados por 4 especies, seguido de los reptiles con 4 especies. Con relación a la cantidad de registros en el Predio, en el área de proyecto se registraron 224 individuos en 41 especies y para la SAR 304 individuos en 51 especies, de las cuales, 3 Especies se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo, conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y una de ellas en la Lista Roja (UICN).

Figura VI.5. Riqueza Obtenida durante los trabajos en Campo.



Estado de Protección de la fauna registrada

Del total de las especies registradas, 3 especies se encuentran incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, encontrándose las tres en categoría A (Amenazada) 2 de ellas pertenecientes al grupo de las aves y una al grupo de los reptiles, y una de ellas se encuentra incluida en la Lista Roja (UICN), siendo ésta el Pavo ocelado (*Meleagris ocellata*). A continuación, se muestra una tabla que resume las especies en cuestión.

Tabla VI.7. Especies registradas, incluidas dentro de alguna categoría de riesgo.

CLASE	ESPECIE	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN
Aves	<i>Bubo virginianus</i>	A (Amenazada)	LC
Aves	<i>Meleagris ocellata</i>	A (Amenazada)	NT (Near threatened)
Reptilia	<i>Ctenosaura similis</i>	A (Amenazada)	LC

Abundancia

Para el área del proyecto, se registraron 224 individuos, distribuidos en 9 mamíferos, 29 reptiles y 186 Aves. Siendo las especies más abundantes la lagartija espinosa azul (*Sceloporus serrifer*) representando a los reptiles con 17 ejemplares, el conejo serrano (*Sylvilagus florindanus*), por el lado de los mamíferos con 6 individuos y por último representando al grupo de las aves, el garrapatero pijuy (*Crotophaga sulcirostris*), con 27 individuos.

Para el SAR, se registró un total de 304 individuos, mismos distribuidos en, 12 Mamíferos, 28 Reptiles y 264 Aves. Siendo la especie más abundante la Iguana negra cola espinosa (*Ctenosaura similis*), representando a los reptiles con 13 ejemplares. Por el lado de los mamíferos nuevamente se encuentra como más abundante el conejo serrano (*Sylvilagus florindanus*), con 7 ejemplares. Y por parte de las aves la paloma ala blanca (*Zenaida asiática*) con 19 ejemplares seguida del Zopilote aura (*Cathartes aura*), la codorniz yucateca (*Colinus nigrogularis*) y el semillero brincador (*Volatina jacarina*).

Diversidad

De acuerdo a la comparativa de los índices de Diversidad Shannon-Wiener y el índice de Equitatividad de Pielou calculados tanto para el SAR, como para el área del proyecto, se describen de manera general ecosistemas con una diversidad alta, debido a que los valores resultantes fueron mayores a 3, siendo $H' = 3.29$ para el área del proyecto y $H' = 3.59$ para el SAR, siendo el SAR el que posee una mayor diversidad de manera general, y de igual manera por grupo faunístico. En lo que respecta al índice de Equitatividad de Pielou, el SAR y el área del proyecto presentan de manera general valores muy similares describiendo ambas partes como ecosistemas homogéneos en cuanto a sus abundancias,

siendo más concretos una equitatividad de $J' = 0.91$ del SAR, contra $J' = 0.88$ para el área del proyecto, indicando así que existe una distribución ligeramente más homogénea en el SAR que en el área de proyecto en cuanto a la abundancia de sus especies.

Tabla VI.8. Índices de diversidad de fauna.

Especies	SHANNON-WIENNER		PIELOU	
	Área de proyecto	SAR	Área de Proyecto	SAR
TOTAL	3.29	3.59	0.88	0.91
REPTILES	0.94	1.25	0.85	0.9
MAMÍFEROS	0.84	1.07	0.77	0.77
AVES	3.12	3.42	0.87	0.9

Similitud entre zonas.

De acuerdo con el índice de similitud de Morisita, basado en el número de organismos de cada especie, calculado a través del programa Past3 (Hammer, 2001). Nos arroja un valor de similitud equivalente al 81.80% entre el área del proyecto y el SAR.

Densidad

De acuerdo con la densidad obtenida por medio del cálculo; ($D = n/2wL$), obtenidos en el área de estudio, se puede concluir que las especies de mayor índice de densidad de manera general fueron; el garrapatero pijuy (*Crotophaga sulcirostris*) con (1.50 Ind/Ha), la paloma ala blanca (*Zenaida asiática*) con (1.42 Ind/Ha) y el zopilote aura (*Cathartes aura*) con (1.33 Ind/Ha), y la Paloma huilota (*Zenaida macroura*) con (2 Ind/Ha).

Comparativamente, entre el área del proyecto, y el SAR, el segundo, fue el que presentó una densidad total mayor, con (25.33 Ind/Ha), contra los (18.67 Ind/Ha) del área del proyecto.

Tabla VI.9. Tabla Cálculos de Densidad por Hectárea (Ha), para las especies dentro del área de estudio.

Especie	SAR (Ind./Ha)	Área Proyecto (Ind./Ha)	Total (Ind./Ha)
---------	---------------	-------------------------	-----------------

Especie	SAR (Ind./Ha)	Área Proyecto (Ind./Ha)	Total (Ind./Ha)
<i>Amazilia rutila</i>	-	0.17	0.08
<i>Ardea alba</i>	0.33	0.17	0.25
<i>Ardea herodias</i>	0.08	-	0.04
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	0.42	0.17	0.29
<i>Basiliscus vittatus</i>	0.25	-	0.13
<i>Bubo virginianus</i>	0.08	0.08	0.08
<i>Buteo jamaicensis</i>	0.17	0.08	0.13
<i>Buteo plagiatus</i>	0.08	-	0.04
<i>Cardinalis cardinalis</i>	0.50	0.17	0.33
<i>Cathartes aura</i>	1.42	1.25	1.33
<i>Charadrius vociferus</i>	0.17	0.75	0.46
<i>Chlorostilbon canivetii</i>	0.25	0.08	0.17
<i>Colinus nigrogularis</i>	1.42	1.00	1.21
<i>Columbina passerina</i>	1.33	0.92	1.13
<i>Coragyps atratus</i>	0.67	0.50	0.58
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	0.75	2.25	1.50
<i>Ctenosaura similis</i>	1.08	0.67	0.88
<i>Cyanocorax yncas</i>	0.67	0.17	0.42
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	0.08	-	0.04
<i>Didelphis sp.</i>	0.08	-	0.04
<i>Dives dives</i>	1.08	0.50	0.79
<i>Eumomota superciliosa</i>	0.17	-	0.08
<i>Geococcyx velox</i>	0.17	0.25	0.21

Especie	SAR (Ind./Ha)	Área Proyecto (Ind./Ha)	Total (Ind./Ha)
<i>Glaucidium brasilianum</i>	0.08	-	0.04
<i>Icterus auratus</i>	0.08	-	0.04
<i>Icterus cucullatus</i>	0.25	0.17	0.21
<i>Icterus gularis</i>	0.58	0.33	0.46
<i>Melanerpes aurifrons</i>	0.58	0.33	0.46
<i>Meleagris ocellata</i>	-	0.17	0.08
<i>Mimus gilvus</i>	1.17	0.83	1.00
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	0.42	0.17	0.29
<i>Myiozetetes similis</i>	0.33	0.33	0.33
<i>Odocoileus virginianus</i>	0.08	0.08	0.08
<i>Passerina cyanea</i>	0.67	0.50	0.58
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	0.33	0.08	0.21
<i>Piranga rubra</i>	0.25	0.08	0.17
<i>Pitangus sulphuratus</i>	0.75	0.33	0.54
<i>Polioptila caerulea</i>	1.17	0.50	0.83
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	0.25	0.17	0.21
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	0.50	0.33	0.42
<i>Sceloporus serrifer</i>	0.50	1.42	0.96
<i>Setophaga americana</i>	0.25	-	0.13
<i>Setophaga coronata</i>	0.67	0.50	0.58
<i>Setophaga palmarum</i>	0.33	0.08	0.21
<i>Sylvilagus florindanus</i>	0.58	0.50	0.54
<i>Tiaris olivaceus</i>	0.25	-	0.13

Especie	SAR (Ind./Ha)	Área Proyecto (Ind./Ha)	Total (Ind./Ha)
<i>Tyrannus couchii</i>	0.33	0.08	0.21
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	0.25	0.17	0.21
<i>Vireo flavifrons</i>	0.08	-	0.04
<i>Vireo griseus</i>	0.25	0.08	0.17
<i>Vireo pallens</i>	0.08	-	0.04
<i>Volatina jacarina</i>	1.42	1.00	1.21
<i>Zenaida asiatica</i>	1.58	1.25	1.42
Total	25.33	18.67	22.00

Conclusiones Generales.

Los resultados obtenidos señalan que el grupo de las Aves es el mejor representado tanto para el área del proyecto como el SAR, es decir, este grupo se presentó dominante tal y como lo indica la riqueza específica y el índice de Shannon; es importante mencionar que sus valores son ligeramente más altos en el SAR respecto al área del proyecto, mostrando condiciones semejantes o mejores para el SAR. Sin embargo, solamente el grupo de las aves es el que posee una diversidad alta, ya que en el caso de la fauna terrestre (Herpetofauna y Mamíferos), los valores obtenidos de diversidad indican que es baja para ambos sitios (área de proyecto y SAR). De igual manera, de acuerdo con el índice de similitud de morisita, indica que no existe gran diferencia entre las comunidades presentes en ambas zonas (Área de proyecto y SAR), que, aunado a la perturbación del lugar, la realización del proyecto no compromete a las poblaciones presentes en el área. La poca presencia de mamíferos y reptiles observada puede deberse a que existe una fuerte perturbación al ecosistema, ya que si bien, de manera general cuenta con recursos básicos, como lo son refugio, agua, comida, la actividad antropogénica y agrícola del lugar, ha ocasionado el desplazamiento de la fauna terrestre a lugares más tranquilos y menos perturbados para subsistir.

De acuerdo con todo lo anterior podemos concluir que los valores más altos de diversidad se encuentran en SAR por los tres grupos faunísticos, sin embargo, solamente el grupo de las aves es el que

posee una diversidad alta, ya que, en el caso, de la fauna terrestre, los valores obtenidos de diversidad indican que es baja para ambos sitios (CUSTF y SAR), por lo que **NO compromete la diversidad de fauna en el área solicitada del CUSTF.**

VI.2.1.2.2. Medidas de mitigación y compensación que aseguran el mantenimiento y conservación de la biodiversidad.

Las medidas de compensación y mitigación aseguran el mantenimiento de la biodiversidad, tales como:

1. Que la superficie forestal por afectar **0.044% que corresponde a 10.30 has** con relación a la unidad de análisis del SAR.
2. Las especies que proporcionan la estructura de la vegetación por afectar, y el tipo de vegetación susceptible a remover (son de tipo acahual y de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia) cuenta con una amplia distribución, los cuales van más allá de los límites propios del SAR 18.71% (22,992.31 has) para vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.
3. Se pondrá en marcha un **Programa de rescate y reubicación de flora afectada por el el CUSTF**, con el objetivo de preservar los individuos sujetos a interes etnobotanico, medicinal o comercial.
4. Se pondrá en marcha un **Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre** con el objetivo de proteger las poblaciones registradas tanto en la superficie de cambio de uso de suelo como en el SAR en cuestión, con especial énfasis en el reptil *Ctenosaura similis* y las aves *Bubo virginianus* y *Meleagris ocellata* enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, así como de aquellos individuos de lento desplazamiento que se encuentren en el predio de CUSTF.
5. Se pondrá en marcha un **programa de capacitación** al personal, en el cual serán tratados los temas relacionados con la protección, cuidado y respeto de las especies de fauna silvestre, con énfasis en aquellas listadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.
6. Se implementará un programa de reforestación de especies nativas en una superficie aledaña al proyecto de 10.30 ha.
7. Se pondrá en marcha un **Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental** para seguimiento de la efectividad de las medidas preventivas y de mitigación establecidas en el Documento Técnico

Unificado Modalidad B Regional.

VI.2.2. Erosión del suelo

Para demostrar que el desarrollo del proyecto no se contrapone con el precepto de excepcionalidad del artículo 117 de la LGDFS que refiere a que la ejecución del CUSTF no generará la erosión del suelo presentamos los resultados determinados en el Capítulo IV de este DTU.

La finalidad es exponer, de manera cuantitativa, que el desarrollo del proyecto no causará erosión en una cantidad mayor a la que actualmente se estima existe en el predio propuesto para CUSTF.

Para lograr lo anterior, se hicieron ejercicios donde se determinó la cantidad de suelo que es arrastrado en el predio donde se prevé la realización del CUSTF, en condiciones actuales; y la que se presentaría al ejecutarse éste. Finalmente se propusieron medidas, mismas que fueron evaluadas en cuanto a su potencial de retención de sedimentos.

La meta es demostrar que la ejecución de las medidas, logra compensar el incremento de la tasa erosiva, a consecuencia del desarrollo del CUSTF.

De esta manera se obtuvieron los siguientes resultados:

A nivel SAR actualmente existe una pérdida de suelo por erosión hídrica de 3,031,824.90 ton/año, pero en el área de cambio uso de suelo en la superficie propuesta se tiene una pérdida de suelo de 452.45 ton/año, representando una pérdida de 0.014%; pero ejecutando el CUSTF la erosión incrementa a 904.90 ton/año, representando un valor del 0.29 %, lo que significa que se incrementa en un 2 veces a la erosión actual.

Al implementar las medidas de mitigación, es decir, la siembra de especies nativas en una superficie de 10.30 has en una superficie aledaña, se estaría mitigando a nivel del SAR a su condición actual de pérdida de suelo de suelo, lo que significa que a nivel de la superficie de CUSTF la erosión actual es igual que con las medidas de compensación de 0.014%.

Con base en lo antes expuesto, con las medias de mitigación y compensación la erosión por pérdida de suelo es de **452.45 toneladas al año**, comparando con la erosión actual del CUSTF de **452.45 toneladas al año**, lo que refleja que la erosión no es mayor a que actualmente se tiene en el CUSTF, tal como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla VI.10. Diferencia entre erosión potencial y erosión actual en la superficie sujeta a cambio uso de suelo.

Erosión actual (Ton/año)	Erosión potencial al ejecutar CUSTF (Ton/año)	Incremento en la pérdida de suelo (Ton/año)
452.45	904.90	452.45

VI.2.2.1. Medidas de mitigación y compensación que aseguran el mantenimiento de que la pérdida de la erosión no es mayor a la actual

Las medidas de compensación y mitigación aseguran el mantenimiento de la erosión no sea mayor al actual, a través de:

- Recuperación del suelo orgánico en el área de CUSTF, para su posterior uso en las actividades de reforestación de las 10.30 has en una superficie aledaña al proyecto.
- Reforestación con especies nativas en una superficie de 10.30 has en una superficie aledaña al proyecto.
- Se pondrá en marcha un Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental para seguimiento de la efectividad de las medidas preventivas y de mitigación establecidas en el Documento Técnico Unificado Modalidad B Regional.

VI.2.3. Captación y calidad del agua

Para demostrar que el desarrollo del proyecto no se contrapone con el precepto de excepcionalidad del artículo 117 de la LGDFS que refiere a que la ejecución del CUSTF no compromete el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación presentamos los resultados determinados en el Capítulo IV de este DTU.

La finalidad es exponer, de manera cuantitativa, que el desarrollo del proyecto no causará la disminución de la captación y la calidad del agua en el predio propuesto para CUSTF.

Para lograr lo anterior, se hicieron ejercicios donde se determinó el balance hidrológico en el predio donde se prevé la realización del CUSTF, en condiciones actuales; y la que se presentaría al ejecutarse

éste. Finalmente se propusieron medidas, mismas que fueron evaluadas en cuanto a su potencial captación y para evitar su afectación en la calidad de la misma.

La meta es demostrar que la ejecución de las medidas, logra compensar la captación y calidad del agua actual presente, a consecuencia del desarrollo del CUSTF.

En la siguiente tabla se presentan los valores de infiltración, como resultado del cálculo del balance hidrológico en el SAR y en el CUSTF.

El cálculo del balance hídrico para cada uno de los escenarios fue calculado con base a la temperatura media normal anual de 33.20 °C y una precipitación media anual de 1,167.60 mm, contemplando un escenario actual, en donde se cuenta con cobertura vegetal de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia igualmente en un escenario donde se remueve esa cobertura vegetal por la ejecución del CUSTF, por lo que resultaría una superficie sin vegetación, y un escenario donde se realiza la siembra de especies nativas como medida de mitigación, para más detalles ver la tabla.

Tabla VI.11. Balance hidrológico en tres escenarios actual, al ejecutar el CUSTF y al aplicar la medida de mitigación

Variable	Actual		Al ejecutar el CUSTF		Con medidas de mitigación	
	Volumen en m ³	%	Volumen en m ³	%	Volumen en m ³	%
Precipitación	120,262.80	100.00%	120,262.80	100.00%	120,262.80	100.00%
Evo transpiración	90,303.42	75.09%	90,303.42	75.09%	90,303.42	75.09%
Escurrimiento	1,103.53	0.92%	10,017.89	8.33%	1,103.53	0.92%
Infiltración	28,855.84	23.99%	19,941.48	16.58%	28,855.84	23.99%
BH	0.00	0.00%	0.00	0.00%	0.00	0.00

Con base a las medidas de compensación establecidas de reforestar una superficie aledaña de 10.30 has con especies nativas, se logra mantener la infiltración en la superficie de CUSTF, de acuerdo a lo anteriormente expuesto **se considera que no se compromete la prestación del servicio ambiental de la provisión de agua en cantidad y calidad del sistema ambiental regional ni a nivel de la superficie de CUSTF.**

VI.2.3.1. Medidas de mitigación y compensación que aseguran el mantenimiento de que la captación y calidad del agua

Las medidas de compensación y mitigación aseguran el mantenimiento de la captación y calidad del agua al actual, a través de:

- Se establecerá un **Programa de Mantenimiento Preventivo/Correctivo** para la maquinaria y/o equipos que serán utilizados durante las fases de preparación del sitio, construcción y operación, con la finalidad de evitar fugas de combustibles y/o lubricantes que puedan contaminar el agua originada por la precipitación pluvial.
- Se instrumentará un **Programa de Manejo Integral de Residuos** (incluyendo sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos).
- Manejo y disposición adecuada de las aguas residuales generadas en letrinas portátiles que serán establecidas de manera temporal durante las labores de preparación del sitio y construcción.
- Reforestación en una superficie de 10.30 has en una superficie aledaña al proyecto con especies nativas.
- Se pondrá en marcha un **Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental** para seguimiento de la efectividad de las medidas preventivas y de mitigación establecidas en el Documento Técnico Unificado Modalidad B Regional.

En virtud de lo anteriormente expuesto, se hace mención que el desarrollo del proyecto "**Parque Eólico Kabil**" contempla acciones específicas para no provocar afectaciones en la calidad del agua por las actividades inherentes al cambio de uso de suelo propuesto, por lo que, con base en dichos razonamientos, se justifica también que la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto "**Parque Eólico Kabil**" no provocará un aumento de escorrentía y se mantendrá la infiltración una vez puesto en operación.

VI.3. Justificación económica y social

VI.3.1. Justificación de porqué el uso alternativo propuesto es más productivo a largo plazo que el actual.

VI.3.1.1. Inversión del proyecto

El proyecto tiene como objetivo la generación de energía eléctrica mediante aerogeneradores utilizando la el viento, es decir energía renovable, para satisfacer la demanda de energía eléctrica en el área de la península de Yucatán.

Esta obra se planeó y diseñó tomando en cuenta la cercanía de vías de comunicación, particularmente carreteras, terracerías y brechas que faciliten el acceso desde diferentes localidades. Con lo anterior, los costos de construcción, operación y mantenimiento se reducen considerablemente, además que al utilizar los accesos existentes se disminuyen los posibles daños ambientales.

De acuerdo a la información aportada por el promovente, la derrama económica que será generada desde la fase de preparación del sitio hasta la etapa de cierre y abandono. El monto de inversión para el proyecto es de \$64.06 millones de dólares americanos (USD), equivalentes a \$1,184.53 millones de pesos mexicanos (MXN), tomando una paridad cambiaria de \$ 18.49 MXN por \$1 USD⁶.

De este valor de la inversión se destinará para los contratos de arrendamiento, pagos de empleos directos y pago de regalías en los predios donde se desarrollará el proyecto será de la siguiente manera:

⁶ Tipo de cambio (FIX) de \$18.47 MXN por 1 USD - Precio de compra el 9 de abril de 2018. Banco de México (<http://www.banxico.org.mx/dyn/portal-mercado-cambiarior/index.html>)

Tabla VI.12. Flujo de caja de inversión del proyecto

Concepto	1	2	3	4	5	6
Ingresos						
Energía (mw/año)	238,440.00	238,440	238,000	238,000	237,500	237,500
Precio de venta (M.N./MWh)	\$1,072.42	\$1,072.42	\$1,072.42	\$1,072.42	\$1,072.42	\$1,072.42
Ingresos brutos	\$255,707,824.80	\$255,707,824.80	\$255,235,960.00	\$255,235,960.00	\$254,699,750.00	\$254,699,750.00
Egresos						
Costos operativos	3,033,277	3,033,277	3,184,941	3,344,188	3,511,397	3,686,967
Flujo de caja	\$252,674,547.93	\$252,674,547.93	\$252,051,019.29	\$251,891,772.25	\$251,188,352.86	\$251,012,783.01

Continuación Tabla VI.12. Flujo de caja de inversión del proyecto

Concepto	7	8	9	10	11	12
Ingresos						
Energía (mw/año)	237,500	236,000	236,000	236,000	235,500	235,500
Precio de venta (M.N./MWh)	\$1,126.04	\$1,182.34	\$1,241.46	\$1,303.53	\$1,368.71	\$1,437.15
Ingresos brutos	\$267,434,737.50	\$279,032,959.80	\$292,984,607.79	\$307,633,838.18	\$322,331,175.15	\$338,447,733.91
Egresos						
Costos operativos	3,871,315	4,064,881	4,268,125	4,481,531	4,705,608	4,940,888
Flujo de caja	\$263,563,422.16	\$274,968,078.69	\$288,716,482.63	\$303,152,306.76	\$317,625,567.16	\$333,506,845.52

Continuación Tabla VI.12. Flujo de caja de inversión del proyecto

Concepto	13	14	15	16	17	18
Ingresos						
Energía (mw/año)	234,000	234,000	233,500	233,500	233,000	233,000
Precio de venta (M.N./MWh)	\$1,509.00	\$1,584.45	\$1,663.68	\$1,746.86	\$1,834.20	\$1,925.91
Ingresos brutos	\$353,106,616.65	\$370,761,947.48	\$388,468,207.16	\$407,891,617.51	\$427,369,097.32	\$448,737,552.19

Concepto	13	14	15	16	17	18
Egresos						
Costos operativos	16,641,000	16,641,000	16,641,000	18,490,000	18,490,000	18,490,000
Flujo de caja	\$336,465,616.65	\$354,120,947.48	\$371,827,207.16	\$389,401,617.51	\$408,879,097.32	\$430,247,552.19

Continuación Tabla VI.12. Flujo de caja de inversión del proyecto

Concepto	19	20	21	22	23	24
Ingresos						
Energía (mw/año)	232,500	232,500	232,000	232,000	231,500	231,500
Precio de venta (M.N./MWh)	\$2,022.21	\$2,123.32	\$2,229.48	\$2,340.96	\$2,458.01	\$2,580.91
Ingresos brutos	\$470,163,325.87	\$493,671,492.16	\$517,240,324.69	\$543,102,340.93	\$569,028,454.83	\$597,479,877.57
Egresos						
Costos operativos	19,414,500	20,385,225	21,404,486	22,474,711	23,598,446	24,778,368
Flujo de caja	\$450,748,825.87	\$473,286,267.16	\$495,835,838.44	\$520,627,630.37	\$545,430,008.74	\$572,701,509.18

Continuación Tabla VI.12. Flujo de caja de inversión del proyecto

Concepto	25	26	27	28	29	30
Ingresos						
Energía (mw/año)	230,000	229,500	228,000	228,000	227,500	227,500
Precio de venta (M.N./MWh)	\$2,709.95	\$2,845.45	\$2,987.72	\$3,137.11	\$3,293.96	\$3,458.66
Ingresos brutos	\$623,288,943.56	\$653,030,665.98	\$681,200,616.27	\$715,260,647.09	\$749,376,697.69	\$786,845,532.57
Egresos						
Costos operativos	26,017,287	27,318,151	28,684,059	30,118,262	31,624,175	33,205,383
Flujo de caja	\$597,271,656.75	\$625,712,514.82	\$652,516,557.56	\$685,142,385.44	\$717,752,522.96	\$753,640,149.10

La comparación debe analizarse con base al costo de los servicios ambientales calculados en el capítulo II del presente DTU-B Regional, cuyos costos se presentan a continuación bajo una proyección del incremento de la inflación del 6% anual.

Tabla VI.13. Costo de los servicios ambientales del predio sujeto a CUSTF

Concepto	1	2	3	4	5	6
Estimación económica de los recursos forestales maderables	\$1,281,450.00	\$1,358,337.00	\$1,439,837.22	\$1,526,227.45	\$1,617,801.10	\$1,714,869.17
Estimación económica de los recursos forestales no maderables (tierra de monte)	\$2,130,000.00	\$2,257,800.00	\$2,393,268.00	\$2,536,864.08	\$2,689,075.92	\$2,850,420.48
Estimación económica para la pérdida de captura de CO2	\$146,882.12	\$155,695.05	\$165,036.75	\$174,938.96	\$185,435.29	\$196,561.41
Estimación económica para la conservación de la biodiversidad	\$7,210.00	\$7,642.60	\$8,101.16	\$8,587.23	\$9,102.46	\$9,648.61
Estimación económica de servicios ambientales hidrológicos	\$11,330.00	\$12,009.80	\$12,730.39	\$13,494.21	\$14,303.86	\$15,162.10
Estimación económica de la fauna	\$368,150.00	\$390,239.00	\$413,653.34	\$438,472.54	\$464,780.89	\$492,667.75
Total	\$3,945,022.12	\$4,181,723.45	\$4,432,626.85	\$4,698,584.47	\$4,980,499.53	\$5,279,329.51

Continuación Tabla VI.13. Costo de los servicios ambientales del predio sujeto a CUSTF

Concepto	7	8	9	10	11	12
Estimación económica de los recursos forestales maderables	\$1,817,761.32	\$1,926,827.00	\$2,042,436.62	\$2,164,982.81	\$2,294,881.78	\$2,432,574.69
Estimación económica de los recursos forestales no maderables (tierra de monte)	\$3,021,445.71	\$3,202,732.45	\$3,394,896.40	\$3,598,590.18	\$3,814,505.59	\$4,043,375.93

Concepto	7	8	9	10	11	12
Estimación económica para la pérdida de captura de CO2	\$208,355.09	\$220,856.40	\$234,107.78	\$248,154.25	\$263,043.51	\$278,826.12
Estimación económica para la conservación de la biodiversidad	\$10,227.52	\$10,841.17	\$11,491.64	\$12,181.14	\$12,912.01	\$13,686.73
Estimación económica de servicios ambientales hidrológicos	\$16,071.82	\$17,036.13	\$18,058.30	\$19,141.80	\$20,290.30	\$21,507.72
Estimación económica de la fauna	\$522,227.81	\$553,561.48	\$586,775.17	\$621,981.68	\$659,300.58	\$698,858.61
Total	\$5,596,089.28	\$5,931,854.63	\$6,287,765.91	\$6,665,031.86	\$7,064,933.78	\$7,488,829.80

Continuación Tabla VI.13. Costo de los servicios ambientales del predio sujeto a CUSTF

Concepto	13	14	15	16	17	18
Estimación económica de los recursos forestales maderables	\$2,578,529.17	\$2,733,240.92	\$2,897,235.37	\$3,071,069.50	\$3,255,333.67	\$3,450,653.69
Estimación económica de los recursos forestales no maderables (tierra de monte)	\$4,285,978.49	\$4,543,137.19	\$4,815,725.43	\$5,104,668.95	\$5,410,949.09	\$5,735,606.03
Estimación económica para la pérdida de captura de CO2	\$295,555.68	\$313,289.02	\$332,086.37	\$352,011.55	\$373,132.24	\$395,520.18
Estimación económica para la conservación de la biodiversidad	\$14,507.94	\$15,378.41	\$16,301.12	\$17,279.18	\$18,315.94	\$19,414.89
Estimación económica de servicios ambientales hidrológicos	\$22,798.19	\$24,166.08	\$25,616.04	\$27,153.00	\$28,782.18	\$30,509.12
Estimación económica de la fauna	\$740,790.13	\$785,237.54	\$832,351.79	\$882,292.90	\$935,230.47	\$991,344.30
Total	\$7,938,159.59	\$8,414,449.17	\$8,919,316.12	\$9,454,475.08	\$10,021,743.59	\$10,623,048.20

Continuación Tabla VI.13. Costo de los servicios ambientales del predio sujeto a CUSTF

Concepto	19	20	21	22	23	24
Estimación económica de los recursos forestales maderables	\$3,657,692.91	\$3,877,154.48	\$4,109,783.75	\$4,356,370.78	\$4,617,753.02	\$4,894,818.20
Estimación económica de los recursos forestales no maderables (tierra de monte)	\$6,079,742.40	\$6,444,526.94	\$6,831,198.56	\$7,241,070.47	\$7,675,534.70	\$8,136,066.78
Estimación económica para la pérdida de captura de CO2	\$419,251.39	\$444,406.47	\$471,070.86	\$499,335.11	\$529,295.22	\$561,052.93
Estimación económica para la conservación de la biodiversidad	\$20,579.79	\$21,814.57	\$23,123.45	\$24,510.85	\$25,981.50	\$27,540.40
Estimación económica de servicios ambientales hidrológicos	\$32,339.66	\$34,280.04	\$36,336.84	\$38,517.06	\$40,828.08	\$43,277.76
Estimación económica de la fauna	\$1,050,824.96	\$1,113,874.46	\$1,180,706.92	\$1,251,549.34	\$1,326,642.30	\$1,406,240.84
Total	\$11,260,431.10	\$11,936,056.96	\$12,652,220.38	\$13,411,353.60	\$14,216,034.82	\$15,068,996.91

Continuación Tabla VI.13. Costo de los servicios ambientales del predio sujeto a CUSTF

Concepto	25	26	27	28	29	30
Estimación económica de los recursos forestales maderables	\$5,188,507.30	\$5,499,817.73	\$5,829,806.80	\$6,179,595.21	\$6,550,370.92	\$6,943,393.17
Estimación económica de los recursos forestales no maderables (tierra de monte)	\$8,624,230.79	\$9,141,684.63	\$9,690,185.71	\$10,271,596.85	\$10,887,892.66	\$11,541,166.22
Estimación económica para la pérdida de captura de CO2	\$594,716.10	\$630,399.07	\$668,223.01	\$708,316.40	\$750,815.38	\$795,864.30
Estimación económica para la conservación de la	\$29,192.82	\$30,944.39	\$32,801.05	\$34,769.11	\$36,855.26	\$39,066.58

Concepto	25	26	27	28	29	30
biodiversidad						
Estimación económica de servicios ambientales hidrológicos	\$45,874.43	\$48,626.90	\$51,544.51	\$54,637.18	\$57,915.41	\$61,390.33
Estimación económica de la fauna	\$1,490,615.29	\$1,580,052.21	\$1,674,855.34	\$1,775,346.66	\$1,881,867.46	\$1,994,779.51
Total	\$15,973,136.72	\$16,931,524.93	\$17,947,416.42	\$19,024,261.41	\$20,165,717.09	\$21,375,660.12

Tabla VI.14. Análisis comparativo de los costos de pagos de renta, regalías y empleos vs costos de servicios ambientales

Concepto	1	2	3	4	5	6
Flujo de inversión del proyecto	\$252,674,547.93	\$252,674,547.93	\$252,051,019.29	\$251,891,772.25	\$251,188,352.86	\$251,012,783.01
Costos de conservación del predio	\$3,945,022.12	\$4,181,723.45	\$4,432,626.85	\$4,698,584.47	\$4,980,499.53	\$5,279,329.51
Flujo del proyecto/Costos de conservación	64.05	60.42	56.86	53.61	50.43	47.55

Continuación Tabla VI.14. Análisis comparativo de los costos de pagos de renta, regalías y empleos vs costos de servicios ambientales

Concepto	7	8	9	10	11	12
Flujo de inversión del proyecto	\$263,563,422.16	\$274,968,078.69	\$288,716,482.63	\$303,152,306.76	\$317,625,567.16	\$333,506,845.52
Costos de conservación del predio	\$5,596,089.28	\$5,931,854.63	\$6,287,765.91	\$6,665,031.86	\$7,064,933.78	\$7,488,829.80
Flujo del proyecto/Costos de conservación	47.10	46.35	45.92	45.48	44.96	44.53

Continuación Tabla VI.14. Análisis comparativo de los costos de pagos de renta, regalías y empleos vs costos de servicios ambientales

Concepto	13	14	15	16	17	18
----------	----	----	----	----	----	----

Flujo de inversión del proyecto	\$336,465,616.65	\$354,120,947.48	\$371,827,207.16	\$389,401,617.51	\$408,879,097.32	\$430,247,552.19
Costos de conservación del predio	\$7,938,159.59	\$8,414,449.17	\$8,919,316.12	\$9,454,475.08	\$10,021,743.59	\$10,623,048.20
Flujo del proyecto/Costos de conservación	42.39	42.08	41.69	41.19	40.80	40.50

Continuación Tabla VI.14. Análisis comparativo de los costos de pagos de renta, regalías y empleos vs costos de servicios ambientales

Concepto	19	20	21	22	23	24
Flujo de inversión del proyecto	\$450,748,825.87	\$473,286,267.16	\$495,835,838.44	\$520,627,630.37	\$545,430,008.74	\$572,701,509.18
Costos de conservación del predio	\$11,260,431.10	\$11,936,056.96	\$12,652,220.38	\$13,411,353.60	\$14,216,034.82	\$15,068,996.91
Flujo del proyecto/Costos de conservación	40.03	39.65	39.19	38.82	38.37	38.01

Continuación Tabla VI.14. Análisis comparativo de los costos de pagos de renta, regalías y empleos vs costos de servicios ambientales

Concepto	25	26	27	28	29	30
Flujo de inversión del proyecto	\$597,271,656.75	\$625,712,514.82	\$652,516,557.56	\$685,142,385.44	\$717,752,522.96	\$753,640,149.10
Costos de conservación del predio	\$15,973,136.72	\$16,931,524.93	\$17,947,416.42	\$19,024,261.41	\$20,165,717.09	\$21,375,660.12
Flujo del proyecto/Costos de conservación	37.39	36.96	36.36	36.01	35.59	35.26

Estos valores exceden la cifra calculada de los recursos biológicos forestales de la superficie solicitada de cambio de uso de suelo, en comparación con la prestación de los servicios ambientales, por lo que, con la aportación de los datos señalados, se justifica que el uso de suelo propuesto es más productivo en a largo plazo que el actual, con un inicio de 7.21 veces del valor actual por el primer año de mayor inversión del proyecto tal como se muestra en la tabla.

VI.3.1.2. Beneficios sociales

Parte de esta inversión detonará en la economía local al impactar de manera directa en los sectores comerciales y de servicios: debido a que el recurso se destinará a cubrir gastos de alimentación y hospedaje, mano de obra, al pago de combustibles e insumos, entre otros, los cuales son determinados como ingresos de manera indirecta.

Desde el punto de vista económico esta derrama permitirá obtener los suficientes ingresos que mejoren notablemente el nivel de la población económicamente activa, lo que implica un incremento notorio en el nivel per cápita recibido y eleva la calidad de vida de los habitantes del lugar.

Por otro lado, el proyecto tiene un beneficio social de acercar los servicios de energía de acuerdo a las necesidades y demandas de la región establecidas por la Secretaría de Energía conforme a los criterios de la reforma energética de tener mejores servicios a un precio accesible económicamente de acuerdo a la región del país del suministro.

Adicionalmente la empresa cuenta con un Plan de inversión social, que de acuerdo a las Disposiciones Administrativas se realiza con el fin de impulsar el desarrollo humano de las comunidades impactadas.

Cabe mencionar que dicho Plan se comenzara a implementar a partir de la mitad de la etapa de la Preparación del Sitio y Construcción es decir al año y medio de haber iniciado aproximadamente y concluyendo al finalizar la etapa de Operación del Proyecto de una duración de 35 años estimados.

Las líneas de acción, medidas y actividades propuestas que responden a situaciones preexistentes e impactos analizados, se han categorizado de la siguiente forma:

1. Infraestructura y Servicios,
2. Desarrollo humano y equidad,
3. Fortalecimiento de la Cultura e Identidad,
4. Inversión para el impulso de la economía local.

Las líneas de acción relacionadas con las categorías anteriormente establecidas son:

1. Infraestructura y Servicios

1.1. Instalar alumbrado público sustentable,

1.2. Espacios públicos para la convivencia e integración comunitaria.

2. Desarrollo humano y equidad

2.1. Incrementar el nivel educativo de la población,

3. Inversión para el impulso de la economía local

a. Generación de empleos,

b. Incrementar los ingresos de la comunidad a partir del mejoramiento de proceso de elaboración y comercialización de productos.

Vincular el capital humano de la comunidad con las necesidades del Proyecto: instalación, operación y vigilancia.

VI.3.1.3. Acciones y conceptos que aseguran que el uso alternativo propuesto será más productivo en el largo plazo que el actual

- La inversión estimada del proyecto de \$64.06 millones de dólares americanos (USD), equivalentes a **\$1,184.53 millones de pesos mexicanos (MXN)**, tomando una paridad cambiaria de \$ 18.49 MXN.
- La inversión estimada por el primer año del flujo de inversión es de **\$255,707,824.80** de pesos valores que exceden la cifra calculada de los recursos biológicos forestales de la superficie solicitada de cambio de uso de suelo de **\$3,945,022.12**, por lo que, con la aportación de los datos señalados, se justifica que el uso de suelo propuesto es más productivo en el largo plazo que el actual, iniciando el primer año con 64.05 veces más.
- Generación de diversos empleos indirectos durante las fases de preparación del sitio y construcción, además de los empleos fijos que serán contratados durante la operación y mantenimiento de la planta eólica.
- Beneficio social mediante el suministro eficiente de energía eléctrica mejorando el precio por la cercanía en su generación.

- Donación de la infraestructura presente del proyecto a la comunidad, una vez concluida la vida útil del mismo.

**Discovery Management
S.A.P.I de C.V.**

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B-REGIONAL
“PARQUE EOLICO KABIL”**

PREPARADO POR:

VERA & ASOCIADOS
DERECHO • AMBIENTE • COMUNIDAD

**DOCUMENTO TECNICO UNIFICADO
MODALIDAD REGIONAL, TIPO B (DTU-BR)
PROYECTO:
“PARQUE EOLICO KABIL”**

**CAPITULO VII: ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE
IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL
SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL**

**PROMOVENTE:
DISCOVERY MANAGEMENT S.A.P.I DE C.V.**

CONTENIDO

VII.- ESTRATEGIA PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL	6
VII.1. Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación	6
VII.2. Programa de Vigilancia Ambiental	9
Objetivos del programa de vigilancia ambiental	10
Objetivos particulares	10
Metas y alcances	10
Meta	10
Alcance	11
Responsables de la ejecución del PVA.....	11
Responsabilidades del organismo promotor	11
Responsabilidades de las empresas contratistas	12
Medidas de control, prevención, mitigación y compensación del proyecto e indicadores de eficiencia.....	13
VII.3. Seguimiento y Control	33
Reportes de seguimiento	35
VII.4. Programas específicos que se integran al PVA	35
VII.4.1. Programa de rescate, ahuyentamiento y reubicación de fauna silvestre	35
Objetivos generales	36
Objetivos específicos	36
Metodología de ubicación	37
Métodos de detección en silencio	37
Transectos aleatorios no restringidos	37
Técnicas de observación indirecta.....	37
Técnicas de captura	38

Manejo de fauna	38
Equipo requerido para el manejo de fauna	39
Herramientas y utensilios para la sujeción	39
Herramientas y utensilios para el confinamiento	40
Equipo para la transportación.....	42
Protocolos y técnicas para el manejo de fauna.....	42
Recorridos para el ahuyentamiento	43
Rescate de fauna (captura de individuos).....	44
Transportación de ejemplares de fauna	49
Reubicación de los ejemplares de fauna rescatados (liberación de los individuos capturados)	50
Identificación y descripción de las áreas de reubicación de fauna.....	52
Seguimiento de las actividades de rescate y reubicación de fauna.....	53
VII.4.2. Programa de rescate y reubicación de flora silvestre	53
Objetivo general.....	53
Objetivos específicos	54
Alcances.....	54
Metodología de muestreo	54
Materiales y equipo.....	54
Rescate	55
Técnica de rescate	55
Individuos arbóreos o cuya altura alcanza los 1.5 metros	56
Lugar de ubicación.....	58
Evaluación y seguimiento	59
VII.4.3. Programa de Reforestación.....	59
Objetivo general.....	59

Objetivos específicos	59
Proceso de Planeación de la Reforestación	60
Selección del sitio a reforestar	60
Criterios a Considerar en el sitio a forestar.....	60
Elección de las especies a reforestar	61
Densidad y arreglo de la reforestación.....	62
Densidad de la reforestación	62
Reforestación en tres bolillos.....	62
Maniobras de reforestación.....	63
Embalaje y transporte	63
Selección de plantas	64
Procedencia de las plantas.....	65
Técnica y establecimiento de la plantación	65
Temporada de la reforestación	67
Seguimiento de la reforestación	67
Control de maleza	67
Fertilización.....	67
Reposición de planta muerta	68
Monitoreo de plagas y enfermedades.....	68
Rehabilitación de brechas cortafuego	68
Cronogramas de actividades	68
VII.4.4. Programa de Manejo de Residuos.....	69
Subprograma de residuos no peligrosos y de manejo especial.....	70
Subprograma de residuos domésticos.....	71
Subprograma de residuos peligrosos	72
VII.4.5. Programa de Monitoreo de aves y quirópteros	74

Obetivo general.....	74
Objetivos particulares	74
Métodos	75
Aves	75
Puntos de conteo (observación).....	75
Gremios alimenticios	75
Quirópteros.....	76
Probabilidad de riesgo de colisión.....	77
Referencias	77
VII.5. Información necesaria para la fijación de montos y fianzas	80
VII.6. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo de cambio de uso de suelo	81
Evaluación preliminar (selección del sitio).....	82
Selección de las especies a plantar.....	83
Adquisición y características de la planta utilizada.	83
Preparación del terreno.....	85
Diseño de la plantación.	85
Plantación.	85
Época de plantación.	86
Replantación.	87
Asistencia técnica.	87
Costo total estimado de las actividades de restauración por el cambio de uso de suelo propuesto.	88

VII.- ESTRATEGIA PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

VII.1. Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación

Las acciones implicadas en restaurar un área impactada conllevan un conjunto de medidas de manejo, éstas son aquellas que pueden aplicarse durante las diversas etapas que comprende un proyecto “Parque Eólico Kabil” (preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono) y que tienen por objeto prevenir, atenuar o compensar los efectos negativos ocasionados al medio. Dichas acciones de acuerdo a su carácter e importancia en la aplicación, así como a la relación con el impacto, se clasifican según Weitzenfeld (1996), en:

Preventiva (P) *Conjunto de actividades o disposiciones anticipadas, para suprimir o eliminar los impactos negativos que pudieran causarse hacia un determinado recurso o atributo ambiental.*

Mitigación (M) *Conjunto de acciones propuestas para reducir o atenuar los impactos ambientales negativos.*

Compensación (C) *Conjunto de acciones que compensan los impactos ambientales negativos, de ser posible con medidas de restauración o con acciones de la misma naturaleza (p. ej. reforestación, creación de zonas verdes, compensaciones por contaminación, etc.).*

Las medidas (mitigación, compensación y prevención) son acciones de control ambiental, que tienen la finalidad de reducir al mínimo los efectos negativos al ambiente, y permitir la conservación de los componentes del medio natural, para dar continuidad a la integridad del SAR.

Las acciones, que en su conjunto se denominan medidas de manejo, son aquellas que pueden aplicarse para reducir los impactos negativos ocasionados al medio o a las condiciones ambientales. Se espera que estas medidas logren por lo menos alguno de los siguientes puntos:

- Evitar el impacto por completo, al no realizar cierta actividad o reducir parcialmente la misma.

- Reducir el impacto, limitando el grado o magnitud de la(s) actividad(es) y su realización (para lograrlo se sugiere la implementación de medidas preventivas).
- Rectificar el impacto reparando, rehabilitando o restaurando el medio afectado (para ello se implementan medidas de mitigación).
- Reducir o eliminar el impacto, tras un periodo de tiempo, mediante las tareas de protección y mantenimiento durante la vida del proyecto (al igual que en el punto anterior se sugieren las medidas de mitigación, así como de restauración).
- Compensar el impacto, al remplazar o proporcionar recursos o ambientes sustitutos (en este caso se maneja por medio de medidas compensatorias).

Cabe aclarar que, en la implementación de estas medidas, se debe procurar el orden antes descrito (*Canter, 1999*). De esta forma se pretende asegurar la mínima afectación posible por las acciones del proyecto “**Parque Eólico Kabil**”, así dando preferencia a evitar el impacto, sobre su reducción, rectificación y compensación.

Las medidas (mitigación, compensación y prevención) son acciones de control ambiental, que tienen la finalidad de reducir al mínimo los efectos negativos al ambiente, y permitir la conservación de los componentes del medio natural, para dar continuidad a la integridad del SAR.

Estas medidas se agrupan a través de programas específicos que se integran al **Programa de Vigilancia Ambiental**, para un mejor sistema de supervisión, monitoreo y vigilancia de los impactos ambientales adversos del proyecto “**Parque Eólico Kabil**”.

En el caso particular del sitio del proyecto “**Parque Eólico Kabil**” es una zona modificada ambientalmente por tratarse de terrenos de angostadero (ganadería) con vegetación de tipo acahual, pero existen pequeñas porciones con vegetación, donde se requiere de un cambio de uso de suelo de terrenos forestales de tipo de vegetación de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia que amerite una medida compensatoria o un Programa de manejo de flora y fauna. Asimismo, para el impacto relacionado a la modificación de paisaje, es un impacto no mitigable y resultó ser no significativo (ver Capítulo V), sin embargo, para los demás impactos ambientales se han propuesto Programas

ambientales como medidas para la atención de los diferentes impactos como a continuación se indica en la siguiente tabla.

Tabla VII.1. Atención de impactos ambientales de acuerdo a los programas ambientales propuestos

Impactos ambientales	Programa de Vigilancia Ambiental	Programa de Manejo Flora y Fauna	Programa de Manejo Integral de Residuos	Programa de Reforestación	Programa de monitoreo de Aves y quirópteros	Acciones o estrategias particulares
Erosión de suelo						
Modificación de las propiedades del suelo						
Contaminación del suelo						
Contaminación atmosférica						
Contaminación auditiva						
Modificación de escorrentías						
Contaminación del agua						
Disminución de la recarga hídrica						
Pérdida de individuos de vegetación arbórea						
Modificación del hábitat						
Afectación de individuos de fauna						
Modificación del paisaje						

Los programas específicos tienen por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos del proyecto “Parque Eólico Kabil”, cualquiera sea su fase de ejecución. Se expresarán en un **Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)** que deberá considerar, a lo menos, que las medidas de los programas específicos:

- Impidan o eviten completamente el efecto adverso significativo de una obra o acción, o de alguna de sus partes.

- Minimicen o disminuyen el efecto adverso significativo, mediante una adecuada limitación o reducción de la magnitud o duración de la obra o acción, o de alguna de sus partes, o a través de la implementación de medidas específicas.
- Reparación y/o restauración que tiene por finalidad reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o, en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas. Dichas medidas se expresarán en Medidas de Reparación y/o Restauración.
- Compensar ambiental para producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado. Dichos programas se expresarán en un programa de Medidas de Compensación, el que incluirá el reemplazo o sustitución de los recursos naturales o elementos del medio ambiente afectados, por otros de similares características, clase, naturaleza y calidad.
- Las medidas de reparación y compensación ambiental sólo se llevarán a cabo en las áreas o lugares en que los efectos adversos significativos que resulten de la ejecución o modificación del proyecto o actividad, se presenten o generen.

Si de la predicción y evaluación del impacto ambiental del proyecto “Parque Eólico Kabil” se deducen eventuales situaciones de riesgo al medio ambiente, el titular del proyecto “Parque Eólico Kabil” deberá proponer medidas de prevención de riesgos y de control de accidentes. Las medidas de prevención de riesgos tienen por finalidad evitar que aparezcan efectos desfavorables en la población o en el medio ambiente. Las medidas de control de accidentes tienen por finalidad permitir la intervención eficaz en los sucesos que alteren el desarrollo normal de un proyecto o actividad, en tanto puedan causar daños a la vida, a la salud humana o al medio ambiente.

VII.2. Programa de Vigilancia Ambiental

La correcta y oportuna ejecución de estas estrategias de prevención, mitigación y compensación establecidas en los programas específicos y de las acciones particulares señalados en la tabla que antecede, podrán prevenir, mitigar y compensar los impactos que pudiese generar el Proyecto “Parque Eólico Kabil”, sin embargo, es necesaria una supervisión constante, primero para la ejecución correcta

de cada medida y posteriormente para corregir cualquier eventualidad o contingencia que llegará a presentarse durante o después de la ejecución física del Proyecto “Parque Eólico Kabil”.

Objetivos del programa de vigilancia ambiental

- Garantizar el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en la DTU-B Regional del Proyecto “Parque Eólico Kabil”.
- Presentar a la autoridad los lineamientos técnicos necesarios para que Discovery Management S.A.P.I de C.V. deberá seguir para ejecutar exitosamente cada medida de prevención, mitigación y compensación propuesta en el Documento Técnico Unificado del Proyecto “Parque Eólico Kabil”.

Objetivos particulares

El presente Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) pretende ser un instrumento de gestión ambiental a través de la atención integral y ordenada de las distintas medidas y actividades de prevención, control y mitigación que fueron propuestas en la MIA del Proyecto “Parque Eólico Kabil”, de este modo, el PVA tiene como objetivos específicos los siguientes:

- No comprometer la biodiversidad.
- No provocar la erosión de los suelos.
- No provocar el deterioro de la calidad del agua ni la disminución en su captación.
- No comprometer la integridad actual de ningún componente ambiental dentro del SAR que envuelve al proyecto “Parque Eólico Kabil”.
- Elaborar bitácoras que permitan que la ejecución de las medidas preventivas, de mitigación o compensación puedan ser ubicables, medibles y cuantificables, logrando así una mejor comprensión de la efectividad de las medidas y en su caso que estas puedan ser evaluadas por la autoridad correspondiente.

Metas y alcances

Meta

Como meta, se ha planteado la correcta ejecución del **PVA**, ello mediante el seguimiento y el control de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, además de la identificación de las áreas de oportunidad, lo que permitirá mejoras en el proceso de ejecución de medidas o cambios en estas.

Alcance

El **PVA** tiene como principal alcance la verificación de la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación planteadas para las distintas etapas del Proyecto “**Parque Eólico Kabil**”, el cual aplica tanto para personal, como a contratistas, considerando su respectiva verificación en tiempo y espacio; es decir, el lugar y momento en el cual se ejecutarán dichas medidas dentro del programa de trabajo, describiendo las metodologías a ser implementadas determinando así la funcionalidad de las mismas y evidenciando la evolución que presenta la calidad del ecosistema en el sitio donde se pretende la realización del proyecto “**Parque Eólico Kabil**”, cuantificando sistemáticamente los efectos ambientales de las obras y actividades del mismo a través de la generación de informes anuales de las acciones realizadas por componente ambiental.

Responsables de la ejecución del PVA

La correcta ejecución del **Programa de Vigilancia Ambiental** será responsabilidad por una parte el organismo promotor es decir Discovery Management S.A.P.I de C.V. y por otra, las empresas contratistas.

A continuación, se presenta la responsiva correspondiente a cada una de las partes involucradas en el cumplimiento del presente **PVA**.

Responsabilidades del organismo promotor

La aplicación del **PVA** será responsabilidad primordialmente de Discovery Management S.A.P.I de C.V., quien deberá tener como responsables en campo al menos a un supervisor ambiental quienes tendrán la obligación y autoridad para tomar decisiones, definir estrategias o modificar actividades que pudieran afectar al ambiente.

Los supervisores deberán tener la capacidad técnica y de autoridad para tomar decisiones en caso de que las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas no funcionen como se ha previsto, o que se detecten impactos que, por su naturaleza, no son perceptibles en etapas anteriores.

Como parte de sus obligaciones, los supervisores ambientales deberán coordinar en cuestión ambiental al personal que participe en las etapas de preparación, construcción y operación del Proyecto “**Parque Eólico Kabil**”, llenar las bitácoras de seguimiento, elaborar informes referentes a observaciones durante y después a la implementación de las medidas para posteriormente compilarlos en un documento final.

Además, los supervisores ambientales serán responsables de ejecutar y dar seguimiento a lo siguiente:

- Ejecución y coordinación del **PVA**.
- Comprobar in situ la ejecución de las medidas correctoras.
- Evitar impactos ambientales no previstos.
- Alertar sobre sucesos excepcionales o situaciones de emergencia ambiental.
- Solicitar a los contratistas el cumplimiento de las medidas ambientales establecidas, así como la aprobación a posibles modificaciones que esas pudieran presentar.
- Elaboración de informes anuales sobre el grado de cumplimiento de cada medida enmarcada en este **PVA**.
- En su caso, determinar nuevas medidas de prevención, mitigación, o compensación en caso de ser necesarias, así como modificación a las ya establecidas en caso de así requerirse.

Resulta imperante mencionar que los supervisores ambientales podrán echar mano del apoyo de la gente encargada del proyecto (contratistas, responsables de obra, entre otros) y que se encuentra la mayor parte del tiempo en el área del proyecto “**Parque Eólico Kabil**”, para que apoyen en el llenado de algunas bitácoras, esto con la intención de que todas las medidas sean seguidas durante todo el tiempo que dure cada etapa del proyecto “**Parque Eólico Kabil**” y no solo durante la presencia de los supervisores ambientales.

Responsabilidades de las empresas contratistas

En algunos casos en específico, para dar cumplimiento a alguna de las medidas propuestas será necesario el recurrir a los contratistas, que en su caso tendría las siguientes funciones:

- Supervisar y coordinar la ejecución de las medidas correctoras según lo previsto en este **PVA**.

- Proporcionar a los supervisores ambientales los medios necesarios para el llenado de las bitácoras y en general para dar cumplimiento del **PVA**.
- Mantener constante comunicación y coordinación con los supervisores ambientales.

Medidas de control, prevención, mitigación y compensación del proyecto e indicadores de eficiencia

En la tabla VII.2., se presentan las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en los programas específicos y acciones particulares Documento Técnico Unificado Modalidad B-Regional para el proyecto “Parque Eólico Kabil”.

Tabla VII.2. Medidas de control, prevención, compensación y acciones particulares del proyecto

C.A.	Impacto Ambiental	Medida de mitigación	Programa de Seguimiento	Etapa	Duración	Indicador Ambiental			Responsable
						Indicador	Medio de verificación	Umbral de alerta	
Atmósfera	Calidad del aire	El promovente se asegurará, mediante convenios con los contratistas e inspecciones periódicas, que la maquinaria y vehículos utilizados durante las etapas de preparación del sitio no generen humos o emisiones a la atmósfera ostentosas.	Acciones particulares Programa de Vigilancia Ambiental	PS, C, y CA	Temporal	Cumple/No cumple	Facturas de compra de agua tratada para riego de caminos Bitácoras de supervisión de Obras Programa de mantenimiento de maquinaria y equipo Registro fotográfico	Falta de Programa de Mantenimiento del Contratista Emisiones visibles de maquinaria y vehículos y/o No respetar áreas designadas de acuerdo al avance de obra	Contratista Gerente Ambiental
		Se solicitará a los contratistas contar con un programa de mantenimiento de maquinaria y equipo que asegure su buen estado.							
		Se restringirá la circulación de vehículos a las áreas específicas de trabajo y se solicitará, en la medida de lo posible, que los camiones que transporten tierra o material que pueda dispersarse en el aire transiten con lonas o bien							

C.A.	Impacto Ambiental	Medida de mitigación	Programa de Seguimiento	Etapa	Duración	Indicador Ambiental			Responsable
						Indicador	Medio de verificación	Umbral de alerta	
		<p>realicen el transporte del material húmedo con la finalidad de evitar dispersión de polvos.</p> <p>Las actividades de construcción se iniciarán inmediatamente después del desmonte de las áreas designadas para evitar que los terrenos desmontados queden expuestos al efecto del viento y por lo tanto provoquen la dispersión de polvos y partículas. En caso de algún retraso en el inicio de la construcción, una vez que se ha eliminado la cobertura vegetal, se deberán realizar las actividades de retención de suelo para el control de erosión.</p>							
	Niveles de ruido	Se solicitará a los contratistas contar con un programa de mantenimiento de maquinaria y equipo que asegure su buen estado	Acciones particulares Programa de Vigilancia Ambiental	PS, C, OM y CA	Temporal/Permanente	Cumple/No cumple	Bitácoras de supervisión de obras Programa de mantenimiento de maquinaria	Emisiones de ruido que provoquen molestia en el personal	Contratista Gerente Ambiental

C.A.	Impacto Ambiental	Medida de mitigación	Programa de Seguimiento	Etapa	Duración	Indicador Ambiental			Responsable
						Indicador	Medio de verificación	Umbral de alerta	
		<p>Se restringirá la circulación de vehículos a las áreas específicas de trabajo</p> <p>Se realizará un estudio de monitoreo de ruido laboral, previo a la construcción y durante la operación del parque eólico.</p> <p>Se vigilará que el personal encargado de llevar a cabo las actividades de uso de maquinaria y equipo pesado de las áreas en donde estas se estén operando, utilice el equipo de protección auditiva indicado durante las mismas.</p> <p>En caso de que se identifiquen niveles de ruido importantes, el personal que labore en dicha actividad deberá utilizar el equipo de protección auditiva</p>					y equipo		

C.A.	Impacto Ambiental	Medida de mitigación	Programa de Seguimiento	Etapa	Duración	Indicador Ambiental			Responsable
						Indicador	Medio de verificación	Umbral de alerta	
Suelo	Pérdida/erosión	El despalme y limpieza del terreno será programado y gradual, de acuerdo al avance del programa de obra, de tal manera que una vez desmontada un área, inmediatamente se empiece con las actividades de construcción en la misma, y así sucesivamente, con la finalidad de evitar que queden zonas desprovistas de vegetación y por tanto expuestas a erosión por el efecto del viento y el agua.	Programa de Vigilancia Ambiental	PS, C	Temporal	Cumple/No cumple	Bitácoras de supervisión Reporte fotográfico	Actividades de desmonte, excavación y nivelación en áreas no autorizadas.	Contratista Gerente Ambiental
		En caso de algún retraso en el inicio de la construcción una vez que se ha eliminado la cobertura vegetal, se deberán realizar las actividades de retención de suelo para el control de erosión.	Acciones particulares					Presencia de erosión en el suelo debido a la falta de obras para control de la erosión.	
		Se realizarán las obras de drenaje pluvial y retención de sedimentos mediante tinajas necesarias para	Programa de Reforestación						

C.A.	Impacto Ambiental	Medida de mitigación	Programa de Seguimiento	Etapa	Duración	Indicador Ambiental			Responsable
						Indicador	Medio de verificación	Umbral de alerta	
		<p>ayudar a la acumulación e infiltración de agua y retención de suelo para disminuir la erosión del terreno.</p> <p>Se deberán mantener los elementos para el control de la erosión y sedimentos hasta que el suelo sea cubierto con vegetación permanente.</p> <p>Se deberán mantener los elementos para el control de la erosión y sedimentos hasta que el suelo sea cubierto con vegetación permanente</p> <p>Reforestación de 10.30 has de pasto nativo en áreas aledañas al proyecto en las zonas de agostadero del predio del proyecto.</p> <p>La capa de suelo vegetal removida se mantendrá separada del resto del material producto de la</p>							

C.A.	Impacto Ambiental	Medida de mitigación	Programa de Seguimiento	Etapa	Duración	Indicador Ambiental			Responsable
						Indicador	Medio de verificación	Umbral de alerta	
		excavación para ser utilizada posteriormente en rellenos y nivelaciones. Los restos de vegetación que serán removidos serán "picados" y almacenados en un sitio específico, para su posterior reincorporación al suelo y/o aprovechamiento en áreas de reforestación o viveros locales.							
	Calidad del suelo	El diseño de la red de caminos que se rehabilitará y/o ampliará considerará que la alteración a las geoformas en el sitio se minimice en la medida de lo posible.	Programa de Vigilancia Ambiental Acciones particulares	PS, C, OM y CA	Temporal	Cumple/No cumple	Bitácoras de supervisión Reporte fotográfico	Actividades de excavación o movimiento de tierras en áreas no autorizadas de acuerdo al Programa de ejecución de obra y los procedimientos de excavación	Contratistas Gerente Ambiental
El material removido durante la rehabilitación y ampliación de caminos se utilizará para rellenos y nivelaciones, tratando en la medida de lo posible de conservar las condiciones topográficas originales									
En las zonas de trabajo se		Programa de							

C.A.	Impacto Ambiental	Medida de mitigación	Programa de Seguimiento	Etapa	Duración	Indicador Ambiental			Responsable
						Indicador	Medio de verificación	Umbral de alerta	
		<p>instalarán sanitarios portátiles para uso exclusivo de los trabajadores. La limpieza de los sanitarios la realizará el mismo proveedor del servicio</p> <p>Los residuos generados durante las diferentes etapas de la preparación del sitio serán manejados de acuerdo a sus características diferenciando residuos peligrosos y no peligrosos y tomando en consideración la legislación ambiental correspondiente. Estos serán dispuestos en sitios debidamente autorizados y con la capacidad suficiente para ello. Se tramitarán los permisos, convenios y/o contratos correspondientes. Todo esto estará contemplado dentro del Programa de Manejo Integral de Residuos</p>	Manejo Integral de Residuos	CA		cumple	<p>supervisión de obras</p> <p>Bitácora de Manejo de Residuos</p> <p>Contratos con empresas para reciclaje y/ reutilización de residuos</p>	<p>residuos en sitios no autorizados</p> <p>Exceso de residuos acumulados dentro de almacenes</p>	Gerente Ambiental

C.A.	Impacto Ambiental	Medida de mitigación	Programa de Seguimiento	Etapa	Duración	Indicador Ambiental			Responsable
						Indicador	Medio de verificación	Umbral de alerta	
		Se contratarán empresas para el reciclaje y/o reutilización de los residuos sólidos, como parte del Programa de Manejo Integral de Residuos							
Agua	Patrones de drenaje o escurrimientos	<p>Durante las actividades de preparación del sitio, se deben realizar obras de drenaje pluvial necesarias para evitar la acumulación de agua y erosión del terreno</p> <p>El material generado por los trabajos de desmonte, despalme y excavaciones se debe almacenar de manera temporal en los sitios designados para ello, evitando con ello bordos que modifiquen los patrones de escurrimiento del terreno. Este material se utilizará para rellenos y nivelaciones, y en caso de tener material sobrante, éste se podrá disponer en bancos de tiro o sitios de</p>	<p>Acciones Particulares</p> <p>Programa de Vigilancia Ambiental</p>	PS, C, OM y CA	Temporal/Permanente	Cumple/No cumple	<p>Reporte fotográfico</p> <p>Bitácoras de supervisión</p>	<p>Acumulación de agua en zanjas</p> <p>Creación de bordos en áreas no autorizadas</p> <p>Almacenamiento de materiales y/o residuos en áreas no autorizadas para ello</p>	<p>Contratista con apoyo de experto en hidráulica</p> <p>Gerente Ambiental</p>

C.A.	Impacto Ambiental	Medida de mitigación	Programa de Seguimiento	Etapa	Duración	Indicador Ambiental			Responsable
						Indicador	Medio de verificación	Umbral de alerta	
		disposición final debidamente autorizados.							
		Quedará estrictamente prohibido almacenar material en zonas donde pudiera presentarse el riesgo de arrastre de materia, por viento o por escurrimientos, a las cañadas ubicadas en las orillas de las mesetas							
	Calidad del agua	El material producto del desmonte y despalme, así como el proveniente de la rehabilitación y ampliación de caminos, serán reutilizados para rellenos y nivelaciones. En caso de tener material sobrante, éste se dispondrá en bancos de tiro o sitios de disposición final debidamente autorizados.	Programa de Manejo Integral de Residuos Acciones particulares	PS, C, OM y CA	Temporal/Permanente	Cumple/No cumple	Bitácoras de supervisión de obra Reporte Fotográfico	Presencia de residuos fuera de las áreas destinadas para su almacenamiento o Presencia de derrames de hidrocarburos u otros residuos en el suelo natural o derrames no atendidos Almacenamiento	Contratistas Gerente Ambiental
		Quedará estrictamente prohibido almacenar residuos o materiales como aceites o hidrocarburos en							

C.A.	Impacto Ambiental	Medida de mitigación	Programa de Seguimiento	Etapa	Duración	Indicador Ambiental			Responsable
						Indicador	Medio de verificación	Umbral de alerta	
		<p>zonas adyacentes donde pudiera presentarse el riesgo de derrames y/o arrastre de material, por viento o por escurrimientos, a barrancas o cañadas.</p> <p>Se requerirá a los contratistas a implementar los Procedimientos de Control de Derrames, así como a atender al Programa de Difusión Ambiental, con la finalidad de asegurar que el personal conoce los procedimientos para evitar y atender un derrame.</p>						<p>o de residuos en áreas no destinadas para ello</p> <p>Falta de procedimientos de control de derrames</p>	
	Cantidad de agua (Infiltración de agua pluvial)	Se reforestarán 10.30 has de pastos nativos en áreas aledañas a las superficies de agostaderos del predio, para mantener el equilibrio de la infiltración del agua en las áreas de CUSTF.	Programa de Reforestación	PS, C, OM y CA	Temporal/Permanente	Cumple/No cumple	<p>Bitácoras de supervisión de obra</p> <p>Reporte Fotográfico</p>	<p>Presencia de residuos fuera de las áreas destinadas para su almacenamiento o</p> <p>Presencia de derrames de hidrocarburos u otros residuos</p>	<p>Contratistas</p> <p>Gerente Ambiental</p>

C.A.	Impacto Ambiental	Medida de mitigación	Programa de Seguimiento	Etapa	Duración	Indicador Ambiental			Responsable
						Indicador	Medio de verificación	Umbral de alerta	
								<p>en el suelo natural o derrames no atendidos</p> <p>Almacenamiento de residuos en áreas no destinadas para ello</p> <p>Falta de procedimientos de control de derrames</p>	
Flora	Cobertura vegetal	Únicamente se desmontarán las áreas destinadas para la ampliación de caminos, cimentación de los generadores, obras provisionales y líneas de conducción eléctrica, de acuerdo a las necesidades específicas de cada fase del proyecto, y de manera gradual conforme a las etapas de desarrollo del proyecto	<p>Programa de Manejo Integral de Residuos</p> <p>Programa de Vigilancia Ambiental</p> <p>Programa de Reforestación</p>	PS, C, OM y CA	Temporal/Permanente	Cumple/No cumple	<p>Bitácoras de supervisión de obra</p> <p>Reporte Fotográfico</p>	<p>Presencia de residuos fuera de las áreas destinadas para su almacenamiento o</p> <p>Presencia de derrames de hidrocarburos u otros residuos en el suelo natural o derrames no</p>	<p>Contratistas</p> <p>Gerente Ambiental</p>

C.A.	Impacto Ambiental	Medida de mitigación	Programa de Seguimiento	Etapa	Duración	Indicador Ambiental			Responsable
						Indicador	Medio de verificación	Umbral de alerta	
		<p>Durante los trabajos de desmonte no se realizará la quemará la vegetación y se evitará en la medida de lo posible el uso de agroquímicos</p> <p>Con el material producto del despalme, se arroparán los taludes de los terraplenes. Se realizará el “picado”, de los residuos vegetales para su posterior incorporación al suelo. Los residuos de vegetación que no puedan ser incorporados al suelo podrán ser enterrados o bien ser manejados como residuo, cuyo manejo y disposición final se sujetará a lo que defina la autoridad competente o en su caso el plan de manejo correspondiente.</p>						<p>atendidos</p> <p>Almacenamiento de residuos en áreas no destinadas para ello</p> <p>Falta de procedimientos de control de derrames</p>	
	Perdida de individuos Especies en	Las especies citadas dentro de NOM-059-SEMARNAT-2010, que sean factibles de trasplantarse que se	Programa de Manejo Integral de	1	Temporal	Cumple/No cumple	Bitácoras de supervisión de obra	Falta de registro de individuos trasplantados y	Contratista

C.A.	Impacto Ambiental	Medida de mitigación	Programa de Seguimiento	Etapa	Duración	Indicador Ambiental			Responsable
						Indicador	Medio de verificación	Umbral de alerta	
	riesgo	<p>encuentren dentro de las zonas a desmontar, deberán reubicarse en zonas aledañas.</p> <p>Se priorizará el uso de especies nativas en las actividades de restauración de sitios, utilizando preferentemente aquellos individuos que sean rescatados</p> <p>Se capacitará a los trabajadores encargados de hacer el rescate y reubicación de especies vegetales</p> <p>Quedará prohibido coleccionar, traficar o dañar a las especies de flora, especialmente si se encuentran en estatus de protección según la NOM-059</p> <p>Se permitirá la repoblación vegetal natural de herbáceas y de las especies</p>	<p>Flora y Fauna</p> <p>Subprograma de Rescate y reubicación de flora</p> <p>Programa de Reforestación</p> <p>Acciones particulares</p>				<p>Reporte fotográfico</p> <p>Plano con la identificación de las áreas restauradas y fichas técnicas de las especies utilizadas</p> <p>Registro y etiquetado e individuos trasplantados indicando sus condiciones y reubicación</p> <p>Registro de monitoreo de crecimiento y supervivencia de flora en las áreas restauradas</p> <p>Registro de asistencia a cursos de capacitación del personal</p>	<p>monitoreo de crecimiento y supervivencia</p>	Gerente Ambiental

C.A.	Impacto Ambiental	Medida de mitigación	Programa de Seguimiento	Etapa	Duración	Indicador Ambiental			Responsable
						Indicador	Medio de verificación	Umbral de alerta	
		<p>arbustivas de raíz superficial</p> <p>productos maderables obtenidos de las actividades de desmonte sean aprovechados directamente por las comunidades y ejidos aledaños. En caso contrario, se especificará a las autoridades el uso y destino final de dichos residuos</p>							
Fauna	Distribución de individuos de especies de fauna	<p>Se priorizará el rescate de especies de flora de lento crecimiento, de importancia biológica, cultural y económica, o que se encuentran enlistadas en la NOM-059 y se reincorporarán en las áreas de conservación</p>	<p>Programa de Manejo Integral de Flora y Fauna</p> <p>Sub- programa de Manejo y Rescate de Fauna</p>	1	Temporal	Cumple/No cumple	<p>Reporte fotográfico</p> <p>Registro de captura y manejo es especies de flora y fauna</p>	<p>Falta registros de captura y manejo de flora y fauna</p>	<p>Contratista</p> <p>Gerente</p> <p>Apoyo de Institución Académica</p>
		<p>Se priorizará el uso de especies nativas en las actividades de reforestación, utilizando especialmente aquellos individuos que sean rescatados</p>	<p>Programa de Reforestación</p>						

C.A.	Impacto Ambiental	Medida de mitigación	Programa de Seguimiento	Etapa	Duración	Indicador Ambiental			Responsable
						Indicador	Medio de verificación	Umbral de alerta	
		Quedará prohibido coleccionar, traficar o dañar a las especies de flora, especialmente sobre aquellas que se encuentren en alguna categoría de protección							
	Fauna voladora (aves y murciélagos)	<p>Se continuará con el Plan de monitoreo de aves y murciélagos para medir la verdadera intensidad del fenómeno migratorio que se presenta en la zona afectada por el proyecto y analizar su posible interacción con los aerogeneradores instalados. Este programa determinará con precisión las zonas de nidificación, trayectorias, alturas, temporadas y horas pico de vuelo</p> <p>Se procurará en la medida de lo posible instalar dispositivos anti-percha dentro del parque.</p>	Programa de monitoreo de aves y murciélagos	3	Temporal	Cumple/No cumple	<p>Número de dispositivos antiperchas</p> <p>Bitácoras de inspección</p> <p>Bitácoras de paradas técnicas en periodos de alto riesgo de colisión</p> <p>Registros de colisiones de</p>	<p>Registros de colisiones de aves y murciélagos mayor lo esperado.</p> <p>Nota: Este dato se tendrá una vez que se finalice el programa de monitoreo que se está llevando a cabo</p>	<p>Contratista</p> <p>Gerente</p> <p>Apoyo de Institución Académica</p>

C.A.	Impacto Ambiental	Medida de mitigación	Programa de Seguimiento	Etapa	Duración	Indicador Ambiental			Responsable
						Indicador	Medio de verificación	Umbral de alerta	
		<p>Evitar la presencia de carroña cerca de los aerogeneradores que pueda atraer a las aves rapaces y mantener los alrededores de las bases de los aerogeneradores limpios (sin vegetación alta) para evitar que sea refugio de presas de las aves rapaces</p> <p>La supervisión por parte del responsable ambiental de la obra, deberá llevar una bitácora de los individuos y especies muertas producto de las colisiones con palas de los aerogeneradores</p>					aves y murciélagos		
Ecosistemas	Hábitat Conectividad	<p>El despalme y desmonte del terreno será programado y gradual, de acuerdo al avance del programa de obra</p> <p>Se priorizará el rescate de especies de flora de lento crecimiento, de importancia biológica, cultural y económica, o que se</p>	<p>Programa de Manejo Flora y Fauna</p> <p>Programa de Reforestación</p>	PS, C, OM y CA	Temporal	Cumple/No cumple	<p>Bitácoras de supervisión de obra</p> <p>Reporte fotográfico</p> <p>Plano con la identificación de las áreas restauradas y fichas técnicas</p>	Falta de registro de individuos trasplantados y monitoreo de crecimiento y supervivencia	<p>Contratista</p> <p>Gerente Ambiental</p>

C.A.	Impacto Ambiental	Medida de mitigación	Programa de Seguimiento	Etapa	Duración	Indicador Ambiental			Responsable
						Indicador	Medio de verificación	Umbral de alerta	
		<p>encuentran enlistadas en la NOM-059 y se reincorporarán en las áreas de conservación</p> <p>Se priorizará el uso de especies nativas en las actividades de reforestación, utilizando especialmente aquellos individuos que sean rescatados</p> <p>Quedará prohibido coleccionar, traficar o dañar a las especies de flora, especialmente sobre aquellas que se encuentren en alguna categoría de protección</p>					<p>de las especies utilizadas</p> <p>Registro y etiquetado e individuos trasplantados indicando sus condiciones y reubicación</p> <p>Registro de monitoreo de crecimiento y supervivencia de flora en las áreas restauradas</p> <p>Registro de asistencia a cursos de capacitación del personal</p>		
Perceptual	Calidad visual	Los aerogeneradores se localizarán en las posiciones más adecuadas para que cumplan técnicamente con las velocidades de viento y que sean visibles a distancias considerables	<p>Programa de Manejo Flora y Fauna</p> <p>Programa de</p>	PS, C, OM y CA	Temporal	Cumple/No cumple	<p>Reporte de Supervisión de obra</p> <p>Reporte fotográfico</p>	Ubicación de maquinaria y equipo fuera de los tiempos y áreas designados	<p>Contratista</p> <p>Gerente Ambiental</p>

C.A.	Impacto Ambiental	Medida de mitigación	Programa de Seguimiento	Etapa	Duración	Indicador Ambiental			Responsable
						Indicador	Medio de verificación	Umbral de alerta	
		<p>que estéticamente compatibles con el paisaje. Para este efecto no existe una medida de mitigación completar</p> <p>Durante la etapa de construcción, las labores se realizarán de manera paulatina y conforme a las etapas establecidas en el programa de trabajo</p> <p>Para la presencia de maquinaria y equipo en la zona no se tiene contemplada medida de mitigación, sin embargo, se estima que una vez finalizados los trabajos, se retire toda la maquinaria y equipo y en la medida de lo posible el sitio retome la calidad paisajística inicial</p> <p>Una vez terminada la construcción del parque eólico, en toda la superficie que fue temporalmente afectada, se implementará</p>	<p>Reforestación</p> <p>Acciones particulares</p>					<p>Identificación de áreas temporalmente afectadas durante la preparación del sitio y que aún están expuestas a procesos erosivos</p>	

C.A.	Impacto Ambiental	Medida de mitigación	Programa de Seguimiento	Etapa	Duración	Indicador Ambiental			Responsable
						Indicador	Medio de verificación	Umbral de alerta	
		un programa de restauración y conservación de suelos. Dentro de este se contemplan actividades de restauración del sitio con la finalidad de que se vuelva a formar el suelo y crezca vegetación natural. Se tendrá especial atención en donde existan líneas de conducción eléctrica subterráneas para evitar especies cuyas raíces pudieran provocarles algún daño							

VII.3. Seguimiento y Control

El Gerente o Responsable Ambiental realizará visitas de supervisión, mediante las cuales se verificará el debido cumplimiento de todas y cada uno de los compromisos ambientales de los contratistas y de los programas incluidos dentro del **Programa de Vigilancia Ambiental**. Durante las visitas de inspección se llenarán bitácoras de cumplimiento para dar un seguimiento adecuado a las observaciones. A continuación, se presenta un ejemplo de una bitácora de supervisión.

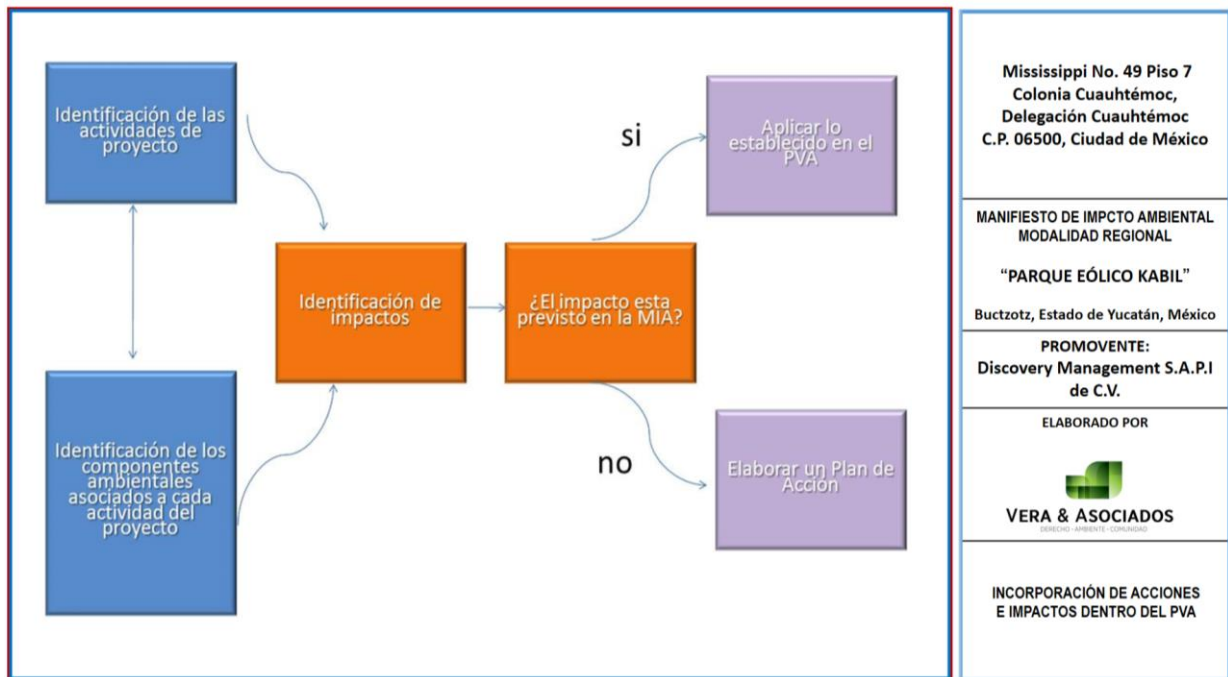
Figura VII.1. Bitácora de supervisión

BITACORA DE SUPERVISION			
Fecha: X/X/X	Lugar:		
Hora:			
Emisiones a la atmósfera	si	no	Observaciones
Los vehículos y maquinaria se encuentra en buenas condiciones?			
Los vehículos y maquinaria presentan emisiones ostentosas a la atmosfera?			
Los vehículos que transportan material que puede dispersarse cuentan con lonas?			
Los caminos de acceso se encuentran húmedos?			
Derrames			
Se observan goteos de aceite o combustible en la maquinaria			
Se han presentado derrames sobre suelo natural			
En caso afirmativo ¿se ha retirado el suelo contaminado y dispuesto como residuo peligroso?			
Sanitarios portátiles			
El sanitario se encuentra limpio y se le ha dado mantenimiento?			
Existe evidencia de que los trabajadores realicen fecalismo al aire libre?			
Desmorte			
Las actividades de desmorte se han realizado exclusivamente dentro de los sitios autorizados?			
Se observan montículos de tierra sobre cañadas u obstruyendo algún cauce natural?			
Rescate de Flora			
Se han realizado labores de rescate de flora			
Se han llenado las bitácoras correspondientes			
Se han etiquetado a los individuos trasplantados			
Rescate de Fauna			
Se han realizado labores de rescate de fauna			
Se han llenado las bitácoras correspondientes			
Residuos			
En el sitio se cuenta con recipientes o bolsas para almacenar los residuos que se generen?			
Los residuos están siendo debidamente almacenados?			
Se observan residuos dispersos en las áreas de trabajo?			
Los residuos están siendo retirados del sitio al finalizar la jornada de trabajo?			
Nombre del supervisor			
Firma			

Durante las inspecciones se identificarán todas las actividades del proyecto, así como los componentes ambientales asociados a cada una de ellas.

Con base en ello, se identificarán los impactos ambientales, determinando cuáles de ellos se encuentran previstos en la evaluación de impactos e incluidos en el Programa de Vigilancia Ambiental, elaborando un plan de acción en caso de que el impacto no se encuentre previsto dentro de evaluación de impactos, tal y como se muestra en la figura VII.2.

Figura VII.2. Esquema de incorporación de acciones al PVA



Todos los impactos ambientales no previstos y las desviaciones registradas durante las visitas de supervisión se registrarán y rastrearán a través del tiempo, y se establecerá un plan de acción específico para cada uno de ellos.

En el formato se detallará la desviación, el factor ambiental afectado, la actividad que lo generó, y la normatividad aplicable.

El Responsable Ambiental analizará la raíz del problema para posteriormente generar un plan de acción que incluya responsables, acciones (actividades) y fechas de conclusión. Aunado a esto deberá verificar y dar seguimiento a las acciones tomadas y aplicadas para mitigar el impacto ambiental identificado.

Todas las medidas de mitigación deberán estar documentadas y soportadas con anexos con la finalidad de evidenciar las actividades realizadas.

Reportes de seguimiento

Elaboración de Informes de seguimiento con las conclusiones de las inspecciones semanales realizadas, y en donde se efectuará una valoración general del grado de avance de las obras y de la aplicación y eficacia de las medidas preventivas y correctoras establecidas en los documentos que rigen la ejecución del proyecto “Parque Eólico Kabil”. Con este sistema de documentación se pretende garantizar la disponibilidad de la información requerida en los informes preceptivos a presentar para su análisis, evaluación y en su caso validación a la DGIRA con copia a la Delegación de la PROFEPA en el estado de Yucatán

Se elaborarán reportes semestrales o anuales de cumplimiento del Programa de Vigilancia Ambiental, según quede ordenado por la autoridad ambiental competente en el resolutivo que se emita como parte de la evaluación y resolución del DTU-B-Regional, los cuales deberán contener todas las evidencias de cumplimiento de cada una de las condicionantes y términos del resolutivo de impacto, así como de todas y cada una de las medidas de prevención y mitigación propuestas y de los programas que forman parte de este **Plan de Vigilancia Ambiental**.

VII.4. Programas específicos que se integran al PVA

VII.4.1. Programa de rescate, ahuyentamiento y reubicación de fauna silvestre

El rescate y la reubicación de especies de fauna estará enfocado en el destino individual de los animales y tienen por objetivo salvar individuos que de otra manera morirían (*Sutherland 2000; Shine & Koenig 2001*), reubicándolos en áreas donde las características de hábitat cumplan los requerimientos necesarios para la sobrevivencia de las especies de fauna silvestres.

Dado lo anterior, la ejecución del Programa de Rescate, Ahuyentamiento y Reubicación de la Fauna Silvestre permitirá asegurar que durante el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales de las áreas

que requiere el Proyecto “Parque Eólico Kabil”, las especies animales no se verán directamente afectadas.

Objetivos generales

- Establecer los procedimientos adecuados para proteger a la fauna silvestre potencialmente presente en las áreas del proyecto “Parque Eólico Kabil”.
- Presentar a la autoridad los lineamientos técnicos necesarios que el “Parque Eólico Guanajuato”, que deberá seguir para ejecutar exitosamente el rescate, la reubicación, la protección y la conservación de las especies de fauna silvestre presentes dentro del área del Proyecto “Parque Eólico Kabil”.

Objetivos específicos

- Salvaguardar la integridad de los individuos de las diferentes especies de baja movilidad y de las que se encuentren enlistadas dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.
- Describir el equipo, los protocolos y técnicas de manejo de fauna necesarias para el rescate y la reubicación de las especies presentes en el área del proyecto “Parque Eólico Kabil”.
- Elaborar bitácoras que permitan que los trabajos de fauna puedan ser monitoreados y que sus resultados puedan ser ubicables, medibles y cuantificables.
- Decretar un área, con las características apropiadas para la reubicación de las especies de fauna silvestre rescatadas.

El presente Programa de Rescate, Ahuyentamiento y Reubicación de la Fauna Silvestre se centra principalmente en las acciones para el ahuyentamiento, captura, manejo y liberación de la fauna silvestre registrada dentro de las superficies del Proyecto “Parque Eólico Kabil” que requieren un cambio de uso de suelo, y especialmente en los individuos de las especies identificadas como de baja movilidad y que se encuentran bajo alguna categoría de protección estipulada en la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

No obstante, los procedimientos y especificaciones contenidas en este programa serán aplicables para todos los ejemplares que potencialmente puedan presentarse en el área del Proyecto “Parque Eólico

Kabil”. En caso de que aparezcan especies que no hayan sido registradas previamente, se aplicarán las correspondientes acciones para salvaguardar su integridad.

Metodología de ubicación

Métodos de detección en silencio

Consistió en la detección en silencio de las especies. Para lograr este tipo de registro es necesaria la cautela, ya que sólo de esa forma el observador puede lograr un mayor acercamiento a los animales. Las observaciones en puntos altos, en donde se procura hacer el mínimo de ruido y movimientos, hacen posible el registro de especies más esquivas.

Para el caso de las aves esta es una de las mejores técnicas para realizar observaciones y determinar las especies en ese momento con ayuda de las guías de campo.

Esta técnica resultó ser muy útil pues lo escaso de la vegetación permitió el registro de diferentes especies en un rango mucho mayor de lo que sería en un ambiente con vegetación más abundante.

Transectos aleatorios no restringidos

También en silencio se hicieron recorridos a pie con la disposición de equipo que incluía: binoculares, cámaras digitales, GPS, planos geo-referenciados del SAR, guías para la determinación de Anfibios, reptiles (*Reyna et. al., 2007; Lemos y Smith 2009, etc.*) mamíferos (*Aranda, 2000; Ceballos y Oliva, 2005; Reid, 2006, Medellín, 2008*) y aves (*Sibley 2000; Howell & Webb 1995, etc.*).

Otra técnica “alternativa” utilizada fue la remoción de rocas y restos vegetales, como troncos, hojas y ramas, con el fin de encontrar especies de reptiles y anfibios que eventualmente utilizan esos sitios para resguardarse.

En el Capítulo V del DTU-B, se presentan las áreas de muestreo faunístico, así como la localización de las cámaras trampa dentro del Sistema Ambiental Regional y del proyecto “**Parque Eólico Kabil**”.

Técnicas de observación indirecta

En esta técnica se consideraron las señales que los animales dejan de su presencia y actividades (huellas, excretas, marcas, cadáveres, mudas de piel, plumas, etc.). Los recorridos fueron realizados de forma aleatoria y no restringida.

Técnicas de captura

Estas técnicas dirigen su esfuerzo como su nombre lo indica, a la captura de los organismos, ya sea mediante trampas tipos Sherman, Tomahawk, etc. o redes de niebla para la captura de aves y murciélagos (*Muñoz et al; 2009*).

Para el caso del presente proyecto “Parque Eólico Kabil” se utilizarán 6 redes de niebla únicamente para la captura de murciélagos, los registros de las aves estarán basados en observación directa y en el programa específico.

Cada red de niebla mide 12 m de largo, con luz de malla de 30 mm, las cuales serán abiertas durante seis horas cada noche, a partir del crepúsculo y revisadas a intervalos de 20 minutos.

Para la captura de pequeños roedores se utilizarán un total de 20 trampas Sherman, las cuáles serán colocadas en línea recta a una equidistancia de 10 metros durante la noche y revisadas por la mañana.

Además de los métodos y técnicas empleadas en los muestreos de fauna, la determinación de especies se vale de la experiencia de los biólogos involucrados y de literatura disponible en internet y literatura como *The American Ornithologists Union (AOU)*, *The Center for North American Herpetology (CNAH)* y *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference (3rd ed)*, principalmente.

El muestreo será realizado a lo largo y ancho del proyecto “Parque Eólico Kabil”, sin embargo, se intensificará en aquellas zonas que guardaban un mejor estado de conservación y en las que se incrementaba la posibilidad de registros faunísticos.

Manejo de fauna

En este Programa, se considerará como manejo de fauna a las medidas relativas encaminadas a la protección de los individuos de cualquier especie animal que se encuentren dentro de las áreas que serán requeridas para el desarrollo de obras y actividades enmarcadas en el proyecto, teniendo énfasis en aquellas de baja movilidad y las que se encuentran incluidas en la lista de especies en riesgo de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

Las actividades de manejo de fauna silvestre involucran además del conocimiento de las especies presentes y características generales, conocer y saber aplicar cada una de las estrategias según sea el

grupo de fauna en cuestión (Anfibios, Reptiles, Aves o Mamíferos), por consiguiente, de acuerdo a las características propias de cada uno de los grupos de fauna, la metodología utilizada para su manejo deberá ser aplicada pertinentemente siguiendo las especificaciones para cada uno, esta tarea deberá ser llevada a cabo por especialistas y personal capacitado y procurando en todo momento de la utilización del equipo adecuado a fin de prevenir accidentes tanto de los manejadores como de la fauna involucrada en las maniobras.

Equipo requerido para el manejo de fauna

Para desarrollar eficazmente el Programa de esta clase en todas sus etapas, se requiere de un equipo de trabajo multidisciplinario, que incluya como mínimo a biólogos, e idealmente también debería incluir a profesionales en el campo de la administración, educación ambiental y sociología.

Los insumos con los que se debe contar se pueden desglosar en:

- Herramientas y utensilios para la sujeción.
- Herramientas y utensilios para el confinamiento.
- Equipo para la transportación.

Herramientas y utensilios para la sujeción

Es de suma importancia saber que cada sujeción tiene un efecto sobre el comportamiento, las actividades y/o la vida de un animal, por lo que una incorrecta o inapropiada sujeción puede conducir al animal a lesiones, a la alteración de su comportamiento o a la muerte. La sujeción de animales silvestres se divide en dos tipos: sujeción física y sujeción química. Este documento se enfocará solamente a la sujeción física.

Una vez analizado el listado de riqueza de especies obtenido durante los muestreos en el Área de desmonte del proyecto, los especialistas decidirán cual sería el equipo indispensable para llevar a cabo los protocolos y técnicas para el manejo de la fauna en materia de sujeción. El equipo de sujeción que deberá emplearse para la captura de los individuos de fauna que sean localizados dentro de las áreas donde se desarrollará el Proyecto “Parque Eólico Kabil” es el siguiente:

- Guantes herpetológicos

- Redes de mano
- Ganchos herpetológicos
- Tongs (pinzas herpetológicas)
- Sujetador de lazo

Como parte del equipo para las maniobras de sujeción también se hace referencia al equipo de protección personal (EPP), considerando la utilización de polainas anti-serpiente y calzado de uso industrial (botas de piel con casquillo). Es necesario contar con sueros antiofídicos, y a personal capacitado en primeros auxilios. En la siguiente figura VII.3. se presenta un ejemplo del equipo de sujeción y equipo de protección que deberá ser utilizado al momento de realizar la captura de individuos de fauna.

Figura VII.3. Equipo de sujeción y protección personal requerido



Herramientas y utensilios para el confinamiento

Este tipo de herramientas se utilizan para atrapar o encerrar a un animal silvestre sin necesidad de manipularlo manualmente. Se debe recalcar que entre menos se manipule a un animal, mejor será para su salud física y psicológica al momento de la liberación.

Los animales capturados no deberán permanecer confinados por lapsos mayores a 24 horas después de realizada la captura, por lo que el equipo de confinamiento solo deberá utilizarse de manera esporádica durante la implementación del presente Programa.

El equipo de confinamiento que se utilizará será el siguiente:

- Costales herpetológicos,
- Caja transportadora tipo kennel,
- Botes de plástico con tapa (diferentes tamaños) y
- Lonas

Enseguida se presenta una figura VII.4 que ilustra de manera general el equipo que deberá utilizarse para el confinamiento de los individuos rescatados (capturados en las áreas destinadas al desarrollo del proyecto "Parque Eólico Kabil").

La utilización de las lonas será crucial para la reducción o eliminación del campo visual. Un animal con los ojos cubiertos puede permanecer quieto por un largo período de tiempo. La utilización de la lona no será directamente sobre el animal, sino que servirá para cubrir las cajas transportadoras.

FiguraVII.4. Equipo para el confinamiento de la fauna capturada y que será reubicada



Equipo para la transportación

Si bien parte del equipo de confinamiento servirá también como equipo de transportación, es necesario contar con un vehículo tipo pick-up donde puedan ser transportados los costales, botes y cajas transportadoras tipo kennel que contengan a los animales capturados.

El vehículo deberá contar con suficientes cuerdas y tensores que servirán para sujetar firmemente los contenedores con los animales y además contar con una lona que evite la radiación solar directa sobre estos.

Protocolos y técnicas para el manejo de fauna

Las acciones de captura y manipulación de ejemplares animales se justifican única y exclusivamente si la situación lo amerita; circunstancias como: encontrar especies de baja movilidad, individuos lastimados que no puedan desplazarse por sí mismos y el hallazgo de madrigueras, son ejemplos de situaciones que podrían ameritar la captura para la posterior reubicación de animales silvestres.

La captura de fauna silvestre es una actividad que requiere ser realizada por personal experimentado en el tema, ya que un mal manejo de los individuos puede ser riesgoso tanto para el animal como para el manejador.

El manejo de fauna se realizará atendiendo diferentes protocolos y técnicas, los cuales se enlistan a continuación:

- Recorridos para el ahuyentamiento de fauna
- Rescate de fauna (captura de individuos)
- Transportación de ejemplares de fauna
- Reubicación de los ejemplares rescatados (liberación de los individuos capturados)

La descripción de la aplicación de los protocolos y técnicas anteriormente enlistados se expone a continuación. Es importante señalar que más adelante de este documento se abordará el tema del seguimiento a las actividades realizadas durante el ahuyentamiento, rescate, transportación y reubicación de fauna, a fin de crear una base de datos que permita evaluar los procedimientos y que estos puedan ser medibles, ubicables y cuantificables.

Recorridos para el ahuyentamiento

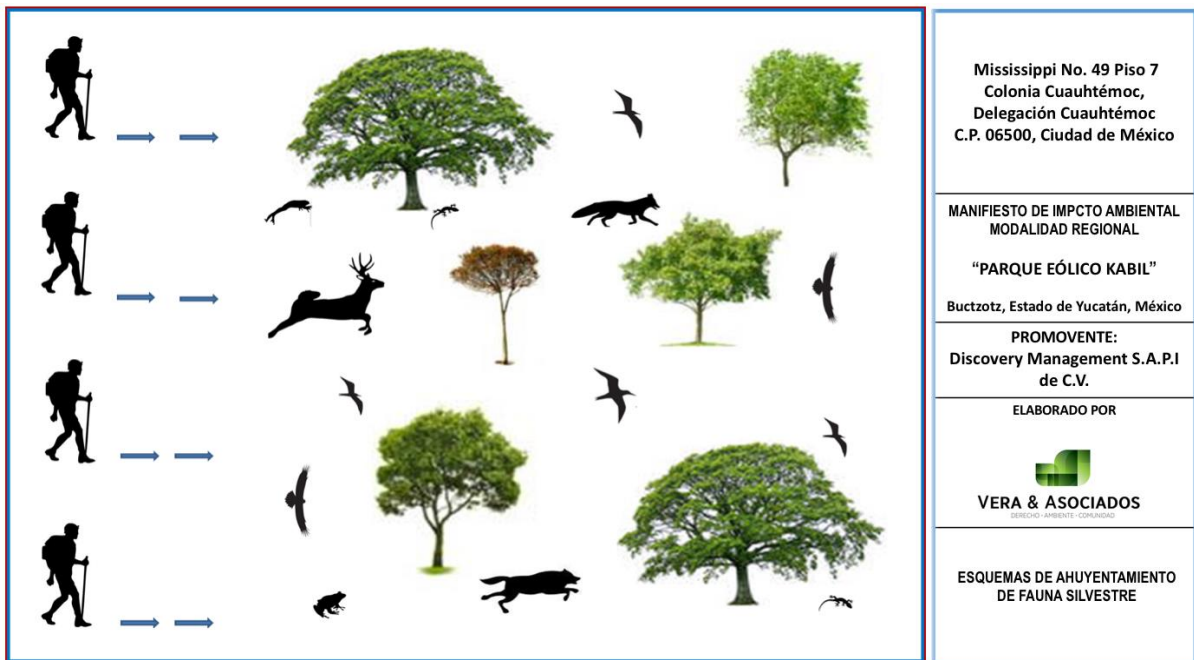
El ahuyentamiento de fauna, como su nombre lo indica, consiste en alejar a la mayor cantidad posible de individuos de fauna que se puedan encontrar en la zona donde se desarrollarán las actividades y obras enmarcadas en el proyecto “Parque Eólico Kabil”.

El ahuyentamiento se debe realizar por lo menos dos horas antes de iniciar las actividades de preparación de sitio, especialmente el desmonte de vegetación, y la brigada responsable de esta tarea deberá permanecer en el frente de trabajo por si hubiese organismos que requieran ser rescatados.

La técnica más efectiva para realizar los recorridos para el ahuyentamiento de fauna es en realidad muy sencilla, consta de desplazarse en una formación de 3 a 5 personas con una separación de entre 3 y 5 metros entre cada una, dependiendo de la topografía y cobertura vegetal del lugar, con la encomienda de avanzar al mismo tiempo hacia las zonas resguardadas, como cañadas y sitios con mayor cobertura

vegetal, siempre procurando hacer ruido y sacudir la vegetación para inducir el alejamiento de los animales, tal como se representa en la siguiente Figura VII.5.

Figura VII.5. Esquema de la técnica de ahuyentamiento de fauna



Durante los recorridos para el ahuyentamiento de fauna es necesario llevar a cabo simultáneamente el rescate de fauna, ello para dar solidez a las medidas que permitan la supervivencia de la mayor cantidad de individuos posible y que estas sean transportadas y reubicadas en lugares con iguales o mejores características ambientales que los sitios donde fueron capturados.

Rescate de fauna (captura de individuos)

Dentro de este Programa, el rescate de fauna deberá entenderse como el proceso mediante el cual los animales silvestres son capturados para posteriormente ser reubicados en un área determinada y así garantizar la permanencia de las poblaciones silvestres de estos organismos en zonas aledañas al proyecto "Parque Eólico Kabil".

Es importante recordar y subrayar que este tipo de manejo manipulativo se empleará solo como una estrategia cuando los procesos naturales se han impedido, caso específico de animales de baja movilidad y heridos.

Las actividades de manejo de fauna silvestre involucran además del conocimiento de las especies presentes y características generales del lugar, el conocer y saber aplicar cada una de las estrategias según el grupo de fauna de que se trate (Anfibios, Reptiles, Aves o Mamíferos); por consiguiente, la metodología utilizada para el manejo de cada individuo rescatado deberá ser aplicada pertinentemente siguiendo las especificaciones según el grupo zoológico al que pertenece, bajo supervisión especializada y experimentada, con el equipo adecuado y por personal debidamente capacitado, evitando así riesgos tanto para el animal como para el manejador.

La captura de los individuos de fauna de baja movilidad y de aquellas especies que se pudieran enlistar en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, se realizará en dos momentos: durante la búsqueda intensiva de fauna, y durante el recorrido de ahuyentamiento de fauna.

El recorrido para la búsqueda intensiva para la captura de fauna implicará la remoción de rocas, troncos caídos, la revisión de arbustos, entre otras actividades, a realizarse en jornadas dobles, en la mañana de 07:00 a 12:00 horas y en la tarde de 17:00 a 20:00 horas, cuando los rayos solares caen en forma diagonal sobre la tierra; este procedimiento se deberá realizar entre 1 y 2 días antes de iniciarse el cambio de uso del suelo.

Así mismo, durante el recorrido de ahuyentamiento de fauna sobre la totalidad de las áreas a intervenir por las obras del proyecto “Parque Eólico Kabil”, que se recomienda se realice alrededor 2 horas antes de incursionar a las áreas forestales naturales para el desarrollo de cualquier actividad relacionada al proyecto, es preciso mantener particular atención en detectar a individuos que se hayan ocultado y/o que por sus condiciones físicas-biológicas requieran ser capturados y reubicados.

Habiendo localizado cualquier individuo, se procederá a la captura con ayuda del equipo de sujeción, según la especie de que se trate, pudiendo ser ganchos herpetológicos, guantes, sujetadores de lazo, entre otros.

Como una medida de seguridad, el personal involucrado en las maniobras de ahuyentamiento y captura

de fauna en todo momento deberá portar su EPP básico (polainas anti-serpiente y botas de seguridad industrial), pues es muy posible el avistamiento de especies venenosas.

Una vez capturado cada individuo con ayuda del equipo de sujeción, estos serán resguardados con ayuda de las herramientas y utensilios de confinamiento. Es importante que cada animal que haya sido confinado en costales herpetológicos, botes plásticos o cajas transportadoras, sea identificado y el utensilio de confinamiento sea rotulado o etiquetado si es que el animal representa algún peligro para el personal involucrado en las tareas de rescate, debiéndose poner marcas de advertencia muy visibles en caso de que éste resulte ser una especie venenosa.

En el caso de que la especie capturada pertenezca al grupo de los anfibios, se deberán humedecer los costales herpetológicos y posteriormente depositar al o los individuos de anfibios, separándolos según la especie. El manejo específico para este grupo, deberá ser utilizando guantes de látex, ello para evitar la transmisión de cualquier patógeno, pues estos organismos resultan muy sensibles a cambio en pH, hongos, entre otros. Si se trata de reptiles, estos deberán en todo momento embolsarse en costales herpetológicos e igualmente ser separados según la especie a la que pertenezcan. Una vez que los animales se encuentren en los costales debidamente cerrados, deberán ser resguardados dentro de un bote plástico o una caja transportadora tipo Kennel para evitar que sean aplastados y su manejo sea más eficiente; posteriormente deberán ser transportados a las áreas de reubicación para su posterior liberación.

Si la especie capturada es un mamífero mediano, este podrá ser confinado directamente dentro de una caja tipo Kennel, la cual podrá ser acondicionada con pastos u otras hierbas para evitar que los individuos resbalen y golpeen al momento de la transportación. Si se trata de un micromamífero, este deberá ser puesto de manera individual dentro de alguno de los costales herpetológicos, para posteriormente ser colocado dentro de un bote plástico o caja transportadora y ahí emprender el traslado al área de reubicación.

No se prevé que se realice la captura de aves, ni mamíferos grandes, toda vez que estos forman un grupo de fauna considerada como de muy alta movilidad¹ y se estima que las maniobras de ahuyentamiento serán suficientes.

Para el caso de la manipulación de animales venenosos, si es que estos resultarán avistados durante las labores de captura de individuos, se podrá recurrir al uso de los guantes herpetológicos, los cuales dan seguridad al momento de la captura, evitando mordeduras potencialmente mortales y un mal manejo del ejemplar. Su resguardo será el mismo que el mencionado para todo el grupo de reptiles.

Se deberá llevar una bitácora de captura y reubicación de fauna, llenando el formato correspondiente cada que se realice una captura de un ejemplar de cualquier grupo, registrando las coordenadas del sitio y evidenciando con fotografías el proceso de captura y al propio animal. Esto permitirá que las acciones del Programa de Manejo de Fauna sean ubicables, medibles y cuantificables.

Más adelante se detalla la información sobre la bitácora y el formato para la reportabilidad del programa.

En la siguiente figura VII.6 se presentan algunas fotografías para ejemplificar el manejo correcto de la fauna silvestre al momento de la captura, el cual siempre dependerá de la especie de que se trate; es decir, especies inofensivas, como es el caso de algunas serpientes, anfibios y otras, puede ser realizada directamente con las manos, mientras que especies potencialmente peligrosas o mortales, como por ejemplo especies del genero *Crotalus* deberán ser manipuladas con ayuda de equipo especializado

¹ Las especies de alta movilidad son aquellas que por sus características físicas, motrices, conductuales o metabólicas cuentan con una respuesta rápida o efectiva de desplazamiento ante cualquier disturbio o afectación.

Figura VII.6. Ejemplos de manejo de serpientes venenosas realizada por expertos y captura de otras especies



Figura VII.7. Formato de reporte de la fauna rescatada

<i>Nombre del Proyecto:</i>	<i>Fecha:</i>
<i>Nombre Científico (de ser posible):</i>	<i>Elemento de fauna reubicado (nido, madriguera, juvenil, adulto):</i>
<i>Número de individuos reubicados</i>	<i>Sitio y número de registro (localidad):</i>
<i>Coordenadas geográficas:</i>	<i>Unidad ambiental:</i>
<i>Tipo de vegetación o comunidad vegetal</i>	
<i>Características del sitio de reubicación</i>	
<i>Coordenadas geográficas:</i>	<i>Unidad ambiental:</i>
<i>Tipo de vegetación o comunidad vegetal</i>	
<i>OBSERVACIONES (Actividades de monitoreo y estado del organismo al final de la construcción):</i>	

Transportación de ejemplares de fauna

La transportación de animales silvestres es una de las maniobras más delicadas en los trabajos de reubicación de especies, debe ser atendida y llevada a cabo con el mayor cuidado posible a fin de evitar cualquier perjuicio a los individuos que están siendo transportados, y que al momento de la liberación estos se encuentren en las mejores condiciones posibles, incrementando así las posibilidades de supervivencia al momento de su liberación en el área de reubicación.

Enseguida se presentan las recomendaciones para garantizar el éxito en la transportación de la fauna silvestre que haya sido capturada durante los trabajos de rescate.

Todos los individuos que hayan sido capturados deberán ser trasladados de la manera más rápida posible al sitio de liberación.

El tiempo entre la captura y la reubicación nunca deberá exceder las 24 horas, excepto si algún individuo se ve disminuido en sus capacidades motrices por alguna lesión, estrés, o alguna otra razón justificada.

La liberación debe ser en las primeras horas de la mañana o al atardecer, con ello se evitará que los animales capturados sean liberados en las horas con mayor radiación solar y temperatura, ampliando así sus posibilidades de supervivencia.

Los costales herpetológicos y demás utensilios de confinamiento deben contar con ventilación suficiente y se debe procurar el mínimo contacto o interacción entre animales y personas para evitar en mayor medida el estrés en los animales. Si las especies que se transportan resultan ser del grupo de los anfibios, se deberá atender a la necesidad de humedad que tiene estos organismos, por lo que se recomienda mantener húmedos los costales donde sean transportados.

Durante el transporte en vehículos de los animales capturados a los sitios de liberación, los costales con los diferentes organismos deberán ser metidos en una caja transportadora tipo Kennel a fin de que se resguarden de la mejor manera posible y se evite el aplastamiento e incluso el contacto con los manejadores. Y los ejemplares confinados directamente en las cajas Kennel deberán permanecer tapados con lona para evitar un excesivo estrés; esto de acuerdo a las distancias de los sitios de reubicación, pero siempre verificando la adecuada ventilación y la no exposición al sol o a las altas temperaturas.

Reubicación de los ejemplares de fauna rescatados (liberación de los individuos capturados)

Para llevar a cabo las acciones que permitan la sobrevivencia de las especies silvestres que hayan sido capturadas, se debe conocer las condiciones ecológicas de la zona y sus alrededores, para así determinar sitios que puedan ser utilizados para la liberación.

Es importante tomar en cuenta que como principio básico para la reubicación de fauna silvestre, los sitios de reubicación deben cumplir como mínimo con las mismas condiciones bióticas y abióticas que el sitio donde los individuos fueron capturados, es decir, deben contar con similares características topográficas, edáficas, lugares de resguardo, disponibilidad de agua, tipo de vegetación, entre otras.

La liberación de los individuos debe efectuarse de manera rápida y realizando la menor cantidad de ruido y movimientos para reducir el estrés de los animales, las jaulas deben ser abiertas al ras del suelo y desde la parte de atrás para evitar cualquier percance. Esta maniobra de liberación deberá ser en las primeras horas de la mañana o al atardecer, así las condiciones de temperatura serán más favorables para los animales, pues la liberación en horas de mucho calor supondría un riesgo para los organismos quienes podrían sufrir de una mayor deshidratación debido a esas condiciones y al estrés por el manejo.

Un aspecto importante en el manejo de la fauna y al momento de la reubicación, es que los animales no se encuentren heridos ni altamente estresados, pues esto representaría un grave riesgo para su sobrevivencia. Ante casos de esta índole, se debe realizar una valoración del estado de los individuos por parte del personal especializado antes de ser liberados.

Enseguida se presenta una imagen a modo de collage que ilustra el momento de la liberación de especies silvestres que están siendo reubicadas. Se observa claramente las cajas transportadoras y el equipo utilizado.

Figura VII.8. Ejemplos de liberación de fauna rescatada



De la misma forma en que se debe realizar durante la captura de fauna, en la liberación se deberá llevar un formato de la bitácora de rescate y reubicación, que incluya el registro de cada liberación, ello con el fin de monitorear los esfuerzos de protección de las especies y que el presente programa pueda ser ubicable, medible y cuantificable.

El seguimiento de las actividades de ahuyentamiento, rescate, transportación y reubicación de fauna.

Identificación y descripción de las áreas de reubicación de fauna

Como se mencionó previamente, es de suma importancia analizar las alternativas disponibles sobre los sitios para la reubicación de fauna, seleccionando adecuadamente las áreas en virtud de que cumplan con las características que permitirán la subsistencia de los individuos liberados.

Las áreas de reubicación de especies se seleccionaron con base en los siguientes criterios:

- No se pretende ni se considera la ocupación ni la modificación de estas zonas por futuras ampliaciones del proyecto "Parque Eólico Kabil".
- Cuentan con una cobertura vegetal suficiente y similar o en mejores condiciones que las del sitio

de captura.

- Cuentan con accesos (caminos, brechas veredas existentes).
- Cuentan con fuentes de agua y alimento para la fauna.
- Cuentan con características biofísicas que permitirán a la fauna encontrar sitios de refugio y accesos a áreas de descanso.
- Se encuentran en zonas donde la actividad y el tránsito de vehículos y personal es baja, lo que deriva en zonas de áreas idóneas para la liberación de la fauna que será reubicada.

Seguimiento de las actividades de rescate y reubicación de fauna

Es de suma importancia dar seguimiento a las actividades de rescate y reubicación de fauna silvestre, que incluyen el ahuyentamiento, la captura, la transportación y la liberación de la misma, de manera que se puedan comprobar los resultados y la eficiencia obtenida por la implementación de las medidas correspondientes.

Esta información debe ser comunicada a las autoridades dentro de los informes periódicos que serán entregados a la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA), con copia para la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) en el estado de Guanajuato, de acuerdo al tiempo y forma que la misma SEMARNAT lo solicite.

VII.4.2. Programa de rescate y reubicación de flora silvestre

Debido a que el proyecto requiere el cambio de uso del suelo en 10.30 ha de terrenos forestales, habrá diferentes especies vegetales que serán afectadas durante las actividades de despalme, por lo que para mitigar el impacto directo sobre este componente ambiental, se rescatarán y reubicarán a los ejemplares de especies protegidas por la normatividad mexicana y aquellas especies de difícil regeneración y lento crecimiento, siempre y cuando presenten las características mínimas requeridas para esta actividad.

Objetivo general

Minimizar el impacto negativo a la vegetación del área que ocupará el proyecto “Parque Eólico Kabil”, causado por el desarrollo del mismo, mediante actividades de rescate y reubicación de especies

vegetales.

Objetivos específicos

- Establecer las acciones que se deberán llevar a cabo para el rescate, transporte y reubicación de las especies de difícil regeneración y lento crecimiento.
- Rescate y reubicación de especies leñosas que no sobrepasen el 1.5 m de altura.
- Utilizar las mejores técnicas de rescate y reubicación de las especies de flora, para así obtener el éxito de sobrevivencia de estas.
- Localizar y delimitar el sitio donde se reubicarán las especies rescatadas.
- Realizar un calendario de actividades y acciones a desarrollar.

Alcances

El presente Programa de Rescate y Reubicación de Flora se centra principalmente en las acciones a ejecutar para el rescate, manejo y reubicación de las especies afectadas por el cambio de uso de suelo del proyecto “Parque Eólico Kabil”.

El número de especies vegetales a rescatar y reubicar se encuentran en el capítulo V del DTU-B que son consideradas de interés especial por su lento crecimiento y difícil regeneración.

Metodología de muestreo

La metodología de muestreo se presentó tanto en el capítulo II y IV del DTU-B Regional.

Materiales y equipo

El material a utilizar para el rescate de flora es el siguiente:

Tabla VII.3. Materiales y equipo a utilizar en el rescate y reubicación de flora

Equipo/material	Equipo/material
Guantes de carnaza	Geoposicionador satelital (GPS)
Palas	Tabla

Equipo/material	Equipo/material
Picos o talacho	Cámara fotográfica
Bolsas de plástico	Hojas de campo
Carretillas	Cajas de cartón
Vehículo	Machete
*Tractor Bulldozer topador D8T-MCA	Trituradora de ramas
*Retroexcavadora con cargador frontal 8A HP CAP. 0.96 m ³	*Caterpillar 310 HP

*Esta maquinaria es la que se sugiere emplear, sin embargo, la empresa tendrá la opción de cambiarla según su conveniencia, debiendo garantizar que la maquinaria empleada se encuentre en óptimas condiciones de operación durante el tiempo en que sea requerida.

Rescate

Técnica de rescate

Previo al inicio de la ejecución del Programa de manejo de especies de flora, se propone la impartición de un curso de capacitación al personal técnico y de campo que realizará dicha actividad, así como a los contratistas que desarrollarán el proyecto "Parque Eólico Kabil"; abordando principalmente los temas relativos a la caracterización e importancia del hábitat, a las técnicas de rescate y reubicación, así como para dar a conocer las condicionantes y lineamientos técnicos de las autorizaciones en materia de cambio de uso del suelo e impacto ambiental.

El tema de las técnicas de rescate y reubicación a ofrecerse en el curso de capacitación consistiría en dos etapas:

- La teórica, dentro de un aula, para explicar el instructivo para el manejo de individuos arbóreos e individuos de la familia de matorral; y
- La práctica, con actividades en campo, donde mediante el ejemplo se explican los detalles de los métodos a razón de la estructura física de cada especie.

Individuos arbóreos o cuya altura alcanza los 1.5 metros

Debido a que en el trasplante se remueve hasta un 95% del sistema de raíces absorbentes de los individuos, estos deben ser preparados mediante una serie de operaciones que aseguren la producción de raíces finas cerca del tronco y mediante la protección del sistema de raíces. A continuación, se describen las maniobras requeridas.

Banqueo: consiste en hacer una zanja alrededor del individuo con el fin de formar una bola o cepellón donde quedarán confinadas las raíces que va a llevar el individuo a su nuevo sitio. El diámetro de la bola debe ser 9 veces el diámetro del tronco del individuo. La profundidad depende de la extensión de las raíces laterales. Los lados deben de ir en declive, de tal manera que la parte superior sea mayor que la base. Los cortes deben hacerse con una pala recta y las raíces podadas con los mismos criterios que se emplean en la poda de la parte aérea, como se puede apreciar en la siguiente figura VII.9. En el curso se deberá explicar cómo realizar esta actividad.

Figura VII.9. Ejemplo de banqueo de un individuo



Mississippi No. 49 Piso 7
Colonia Cuauhtémoc,
Delegación Cuauhtémoc
C.P. 06500, Ciudad de México

MANIFIESTO DE IMPCTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

"PARQUE EÓLICO KABIL"

Buctzotz, Estado de Yucatán, México

PROMOVENTE:
Discovery Management S.A.P.I
de C.V.

ELABORADO POR


VERA & ASOCIADOS
DERECHO • AMBIENTE • COMUNIDAD

EJEMPLO DE BANQUEO DE UN
INDIVIDUOS DE FLORA A SER
RESCATADO

Arpillado: consiste en envolver la bola primero que nada con un material que proteja de roturas y la desecación con arpillera o tela de costal. Luego se hace un amarre en forma de tambor, con cuerdas

laterales de henequén en la base y en la parte superior. Una vez envuelta y amarrada, la cuerda puede ser cortada con un cable de acero, sin necesidad de ladearla. El cable de ½ pulgada, es colocado por debajo de la bola y tirado con una fuerza de tracción para que corte limpiamente la parte inferior.

En la siguiente figura VII.10 se aprecia cómo a un pequeño árbol se le está realizando el arpillado, para ser transportado al área de reubicación, agregándole un leve riego para evitar el estrés de la planta

Figura VII.10. Ejemplo de remoción y arpillado de un individuo de flora



Mississippi No. 49 Piso 7
Colonia Cuauhtémoc,
Delegación Cuauhtémoc
C.P. 06500, Ciudad de México

MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

“PARQUE EÓLICO KABIL”

Buctotz, Estado de Yucatán, México

PROMOVENTE:
Discovery Management S.A.P.I
de C.V.

ELABORADO POR


VERA & ASOCIADOS
DERECHO • AMBIENTE • COMUNIDAD

EJEMPLO DE REMOCIÓN Y
ARPILLADO DE UN INDIVIDUO
DE FLORA

Remoción y traslado: los individuos con porte arbóreo pueden ser removidos con la ayuda de una carretilla o un “diablito”, para moverlos hasta el vehículo que los transportará al área de reubicación.

No deben ser levantados del tronco, ya que esto les causa daño a la corteza y a la bola de la raíz.

En la Figura VII.11 se puede apreciar a un arbusto que fue arpillado para ser trasladado al área de reubicación.

- a) Traslado de plantas con bolsas en vehículo (en el caso de árboles, cuya altura llegue a los 1.5 metros). Al acomodar los ejemplares en el vehículo, se procurará que exista un espacio suficiente, que permita su mejor estibado; procurando que con el movimiento del vehículo las

plantas no se muevan; asimismo, no estibar más de dos niveles; además, de cuidar que el tallo y las hojas no sufran dobleces o quebraduras.

- b) Acarreo de plantas en carretilla. De designarse un sitio de acopio en la periferia del propio predio, el acarreo puede hacerse por personas auxiliándose de cajas o huacales, transportados en carretillas. En este caso solo se debe cuidar que las plantas queden bien acomodadas y tengan el menor movimiento posible.

En las imágenes de muestra, el cepellón se cubrió con hule negro, pero es importante resaltar que, si la planta permanece mucho tiempo al sol envuelta en plástico negro, se elevará mucho su temperatura y se dañarán sus raíces, por lo que lo más conveniente es utilizar arpillera o costal de ixtle. En su defecto, en caso de utilizar el hule, se deberá mover a la planta inmediatamente al área de reubicación sin que esta permanezca mucho tiempo envuelta.

Figura VII.11. Ejemplo de remoción y transporte de un individuo de flora



Lugar de ubicación

La ubicación propuesta para el trasplante de las especies rescatadas se delimitó considerando

condiciones similares a las que se encuentran en la zona propuesta para las obras que es donde se localizan el total de especies a rescatar; entre dichas condiciones destacan que presenta tanto el mismo tipo de suelo, así como la variación altitudinal de acuerdo a las curvas de nivel. Otros factores a considerar fue la ubicación de sitios de erosión actual y potencial de acuerdo a un modelo de erosión generado para el proyecto "Parque Eólico Kabil".

Evaluación y seguimiento

Una vez concluido el proceso de rescate y reubicación de la flora, se llevará un seguimiento a mediano plazo, con el objetivo de evaluar la proporción de individuos que permanecen vivos y en buen estado de sanidad y vigor.

El seguimiento de las actividades de rescate y reubicación de flora silvestre permitirá comprobar los resultados y la eficiencia obtenida por la implementación de las medidas de mitigación y compensación al componente de vegetación, por lo que esta información debe ser comunicada a las autoridades dentro de los informes periódicos que serán entregados a la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA), con copia para la delegación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), de acuerdo al tiempo y forma que la misma SEMARNAT lo solicite.

VII.4.3. Programa de Reforestación

Como parte de las medidas de compensación para la pérdida de suelo y de infiltración de agua en el área del proyecto "Parque Eólico Kabil", se estableció la reforestación de las áreas aledañas dentro de una superficie de 10.30 hectáreas con especies nativas de vegetación secundaria de Selva Mediana Subcaducifolia (vsSMS), priorizando los individuos que sean rescatados del programa específico.

Objetivo general

Desarrollar un plan de reforestación con especies nativas del área del proyecto, ya sea con material vegetativo o con plántulas reproducidas en vivero, como compensación ambiental por la pérdida de vegetación en una superficie de 10.30 hectáreas, por la implementación del proyecto "Parque Eólico Kabil".

Objetivos específicos

- Realizar una reforestación con fines de compensación y restauración forestal.
- Reforestar con pastos y plantas nativas de la zona.
- Proteger la reforestación y reubicación contra todo agente que le pueda causar un daño.
- Realizar reposición de las pérdidas de plantas un año después del desarrollo de la reforestación.
- Apoyar la reforestación con obras de suelos, para la retención de suelo y promover la infiltración hídrica.

Proceso de Planeación de la Reforestación

El desarrollo de una reforestación depende principalmente de cinco factores fundamentales:

1. La selección correcta de especies en el sitio a reforestar.
2. El uso de germoplasma de la mejor calidad genética y fenotípica posible con un suministro oportuno y permanente.
3. Un buen sistema de producción de planta y transporte de ésta al sitio a reforestar.
4. Plantar en la época adecuada para asegurar el mayor porcentaje de sobrevivencia de la especie.
5. La aplicación de técnicas silvícolas apropiadas para favorecer el desarrollo de las plantas y un buen manejo del predio reforestado.

Además de lo anterior, se deben considerar los siguientes puntos (secciones) de la planeación para obtener un mayor éxito.

Selección del sitio a reforestar

El sitio donde se establecerá la reforestación ya se encuentra definido serán las superficies aledañas del proyecto que equivalen a 10.30 hectáreas. Se recomienda hacer recorridos de campo para conocer y analizar cuidadosamente las características sociales y ecológicas del predio, así como determinar cuáles son los factores adversos del medio ambiente a los que habrá que enfrentarse para lograr una reforestación efectiva.

Criterios a Considerar en el sitio a forestar

Las áreas para reforestar deben reunir características ambientales mínimas que aseguren la viabilidad de los trabajos de restauración forestal.

Las características ambientales mínimas que se eligieron para la reforestación son:

- Profundidad de suelo de por lo menos 30 cm.
- Textura de suelo que permita una infiltración adecuada del agua (suelos no compactados y textura adecuada).
- Existencia de un estrato herbáceo que al menos alcance a cubrir el 80% del terreno.
- Formas de erosión que estén dentro de lo permisible, o en caso contrario que puedan ser controladas con prácticas de conservación de suelo, que si se acompañara la reforestación con obras de apoyo.
- Terrenos que presenten el mismo clima del área del proyecto, en el cual se presente el mismo tipo de vegetación.

Elección de las especies a reforestar

El éxito de una reforestación está basado en la elección de especies adecuadas para reforestar, tanto por semilla como por propagación vegetal (partes de las plantas), para esto conviene elegir las especies de la región que mejor se adapten a las condiciones del ecosistema en cuanto a suelo, clima, topografía, disponibilidad de agua, vegetación natural y los objetivos de la plantación, entre otras. Para elegir la especie o especies adecuadas hay que realizar un recorrido previo y documentar las especies presentes cercanas al área a reforestar.

El objetivo del presente trabajo de reforestación, tiene fines de restauración, por lo que se deben seleccionar preferentemente las especies forestales nativas con posibilidades de cubrir más rápidamente las superficies desprovistas de vegetación.

Para nuestro caso las especies a utilizar en el programa de reforestación serán las indicadas en la tabla VII.4.

Tabla VII.4. Especies y números de individuos a utilizar en el programa de reforestación

Especie	Porcentaje (%)	Superficie a restaurar (ha)	No. de plántulas requeridas	No. de plantas adquiridas reposición	Total de plantas
<i>Ceiba pentandra (L.) Gaertn.</i>	70.00%	10.30	2,884	577	3,461
<i>Randia obcordata S. Watson</i>	15.00%		618	124	742
<i>Caesalpinia yucatanensis (Britton & Rose) Greenm</i>	15.00%		618	124	742
SUMA	100.00%	10.30	4,120.00	824.00	4,949.00

Densidad y arreglo de la reforestación

La reforestación de individuos forestales comprende un conjunto de actividades tales como la planeación, la operación, el control y la supervisión de todos los procesos involucrados en la reforestación. Para que toda reforestación se logre se deben realizar los estudios de campo necesarios, que permitan conocer las condiciones del sitio y definir las especies a establecer, el vivero de procedencia, el medio de transporte, las herramientas a utilizar, la preparación del suelo, el diseño, los métodos, los puntos críticos de supervisión durante las actividades de campo, la protección, el mantenimiento y los parámetros con los cuales se evaluará el éxito de la reforestación.

Densidad de la reforestación

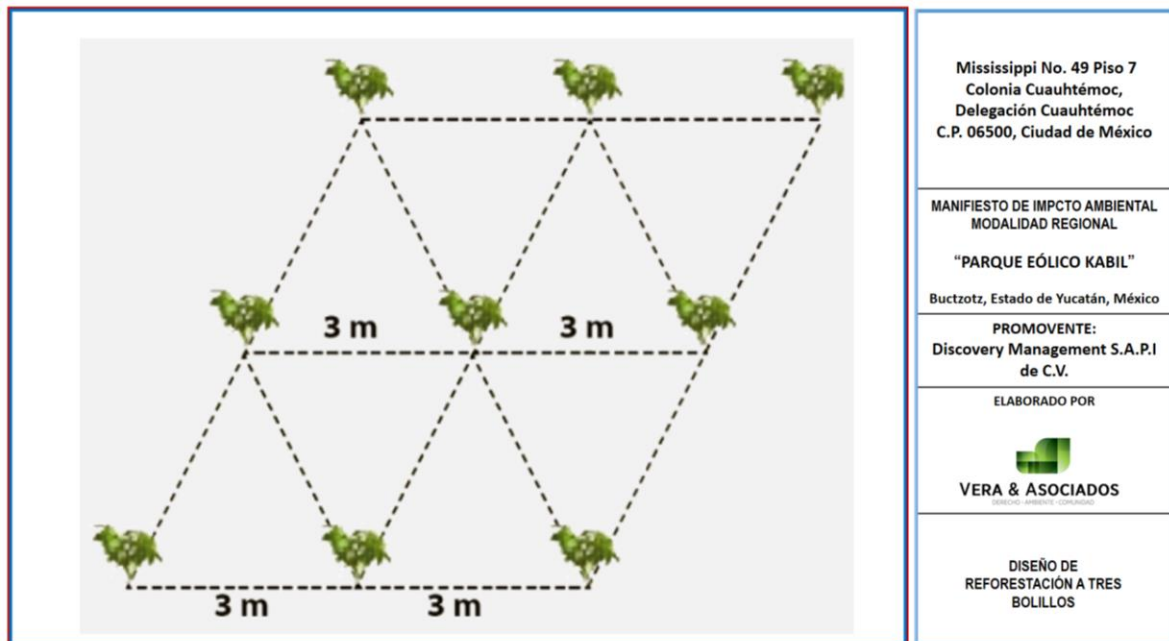
La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) en este tipo de ecosistema recomienda plantar entre 600 y 400 plantas por hectárea. Para el caso se plantea reforestar con 400 plantas por hectárea, a una distancia de 3 metros entre plantas y de 3 metros entre hileras.

Reforestación en tres bolillos

Las plantas se colocan formando triángulos equiláteros (lados iguales). La distancia entre planta y planta dependerá del espaciamiento que la especie demande al ser adulta. Este arreglo se deberá utilizar en terrenos con pendientes mayores a 20 por ciento, aunque también se puede utilizar en terrenos planos.

Las líneas de plantación deberán seguir las curvas de nivel. Con este tipo de diseño se logra minimizar el arrastre de suelo y a su vez aprovechar los escurrimientos.

Figura VII.12. Diseño de la reforestación a tres bolillos



Maniobras de reforestación

Embalaje y transporte

Para asegurar el éxito de la reforestación se debe evitar la excesiva manipulación de las plantas, en ese sentido, si la distancia entre el vivero y la plantación es considerable transportar las plantas con el mayor cuidado posible utilizando un método de embalaje apropiado para la manipulación y exposición de plantas al aire libre y viento.

Al comenzar la reforestación, se iniciará conjuntamente un intenso traslado y movilización de plantas desde el vivero a las áreas donde se posicione la planta para las cuadrillas de plantación, como los mismos operarios; el que debe ser lo más expedito posible.

Se recomienda evitar el traslado, manipulación y movilización excesiva de plantas. Cuando el sistema radicular de la planta se expone a la acción desecante del viento y del sol, el cual produce deshidratación de la raíz, provocando un bajo prendimiento de la plantación.

Para la plantación se asegurará que cada plantador use una caja de plástico chica con capacidad para 100 plantas de charola.

No se debe de manipular la planta tomándola del follaje ya que puede producir daños mecánicos como rotura del tallo

Además, las raíces no deben exponerse por demasiado tiempo a condiciones de altas temperaturas.

Selección de plantas

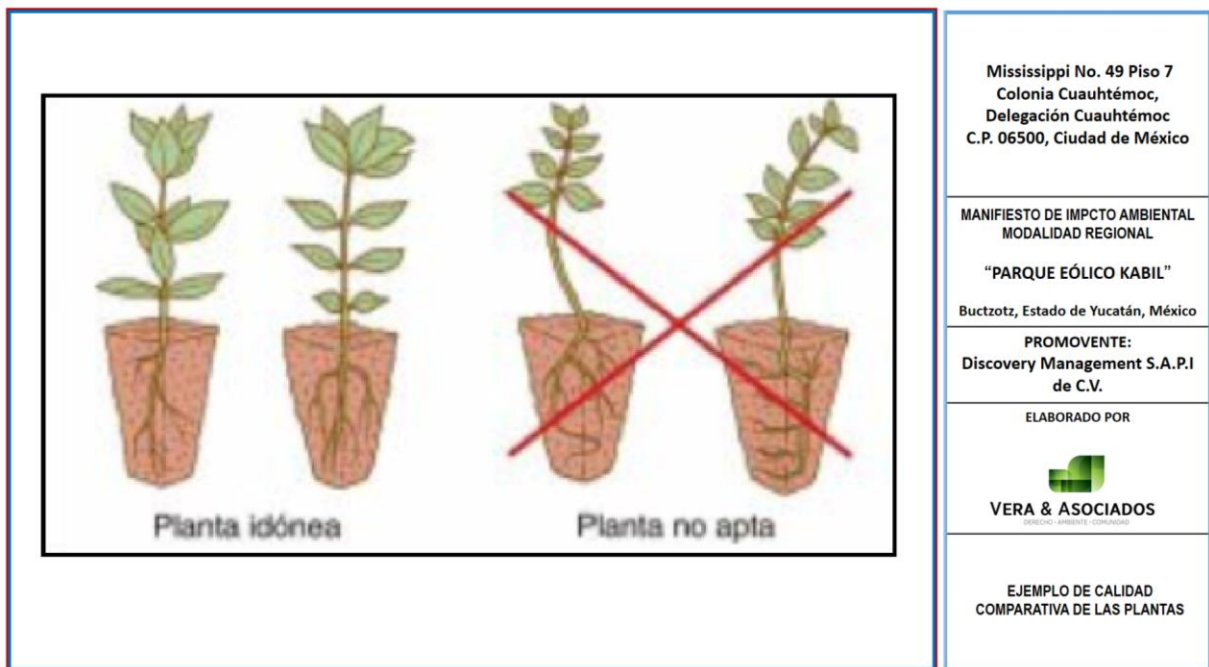
Uno de los aspectos importantes a considerar una vez preparado el sitio de la reforestación, es la condición de la planta a utilizar, lo que garantiza en gran medida la sobrevivencia deseada. En la actualidad la producción de plantas tiende a efectuarse en contenedores especiales que ofrecen mayores beneficios en el cuidado y manipulación tanto en el lugar de producción como en el traslado hacia la plantación.

Las características deseables que deben presentar las plantas seleccionadas para la plantación son: estar sanas y vigorosas, tallo fuerte y bien lignificado, entre 25 y 35cm, y un diámetro de cuello de mínimo 4-5 mm; deben tener además raíces activas en el tubete (extremos de raíces se visualizan como puntos blancos), y el sustrato debe ser lo suficientemente firme de manera de no disgregarse el extraer la planta del contenido.

- Es necesario que la planta tenga suficientes raíces finas, que son las que crecen más rápido y absorben mejor los nutrientes y el agua.
- Las raíces no deben presentar enrollamientos ni deformaciones.
- Se debe desechar toda aquella planta que presente daños en el tallo, raíces o inserciones de las hojas al tallo bien sea por hongos o cualquier otro tipo de agente patógeno.
- La planta debe presentar una sola guía principal no muy tierna ya que será más sensible a daños tanto físicos como de tipo fitosanitario.

- La disposición de las hojas en el tallo no debe ser menos de 2 cm; además, la presencia de muchos pares de hojas color rojizo/marrón y muy juntos unos de otros son síntomas de una planta envejecida y excesivamente dura.
- Una planta de mala calidad en general tiene raíz pequeña, dos puntas o flechas, daños mecánicos, pérdida de hojas y hojas amarillentas, de tamaño pequeño y escaso vigor.

Figura VII.13. Ejemplo de calidad comparativa de las plantas



Procedencia de las plantas

La procedencia de la planta es muy importante para asegurar la sobrevivencia y permanencia de las plantas en los sitios ya reforestada.

Para la producción de planta en vivero lo más conveniente es que la recolección de semillas forestales provenga de la misma zona y que además cuente con las mismas características ecológicas del área a reforestar.

Técnica y establecimiento de la plantación

Para el establecimiento de la plantación, dependiendo del sistema a utilizar y la superficie a reforestar, se podrán emplear diversos tipos de herramientas y maquinaria para la apertura de cepas y poder así llevar a cabo la reforestación con mayor eficiencia y economía.

Es importante considerar además la experiencia en actividades de reforestación por parte de los ejecutantes y los asesores. En caso de identificar deficiencias en alguno de los factores es necesario implementar acciones de capacitación práctica que ayuden a mejorar las actividades de reforestación.

Para la instalación de cada planta en las áreas de reforestación, se excavará una terraza individual de un metro de diámetro, que quede como una media luna para que capte agua. La terraza individual se describe en el apartado correspondiente de obras de suelos contempladas dentro de la reforestación.

El tipo de técnica aplicado será manual, para lo que se utilizarán herramientas tales como pala y un pico con el que se le da la forma de media luna.

La plantación se debe efectuar en hileras en el sentido de la pendiente tomando como base las curvas de nivel y al momento de establecer las plantas sus raíces deben quedar extendidas hacia abajo, no dobladas y bien distribuidas; la planta enterrada hasta un poco más arriba desde donde comienzan las raíces y, evitar que queden espacios de aire alrededor o entre las raíces.

Se recomienda regar las plantas en el vivero donde se adquieran, previo al traslado para facilitar la extracción del recipiente que la contiene, sin que se destruya el sustrato que la sostiene y asegurar en aprovisionamiento de agua para los primeros días después de la plantación.

Al momento de la plantación hay que tener las siguientes consideraciones:

1. Previo a la plantación, se recomienda hacer una poda de raíz si ésta es necesaria, recortando las puntas para evitar que se doblen y crezcan hacia arriba o en forma circular. Si se poda la raíz es necesario podar un poco el follaje lateral para compensar la pérdida de raíces y evitar la deshidratación de la planta en tanto se arraiga en el terreno.
2. Retirar del envase sin dañar la raíz (retirar la planta de la cavidad de la charola).
3. Después de haber colocado la planta, se compacta la tierra de tal forma que no quede tan fuerte para permitir la aireación y drenaje en el suelo.

4. Se recomienda apisonar ligeramente el suelo para que no queden espacios de aire en la cepa y evitar la deshidratación de la raíz de la planta, ya que desde su extracción del vivero donde se adquieran hasta la plantación está sujeta al estrés físico por el movimiento.
5. Para el caso de reforestación con material vegetativo se recomienda su recolección de plantas sanas y vigorosas, así como al ser plantadas, tienen que tener la herida cicatrizada o con el nacimiento de raíces si es el caso.

Temporada de la reforestación

Este factor tiene influencia directa en la sobrevivencia de la planta y en el crecimiento inicial, de tal forma que la plantación se debe establecer cuando se presente el balance hídrico más adecuado (alta humedad atmosférica y coeficiente de evaporación mínimo).

La mejor época de plantación es cuando el sitio cuenta con las siguientes condiciones: suelo húmedo, precipitación presente, mínima evapotranspiración, sistema radicular de la planta en latencia.

Considerando lo anterior, se propone que se realice el trabajo de plantación en los meses de julio y agosto, por ser la época de lluvias.

Seguimiento de la reforestación

En esta etapa se realizan diversas acciones para favorecer el desarrollo y crecimiento de las plantas. Se recomienda que las actividades de mantenimiento se realicen por lo menos hasta el tercer año de haber sido establecida la reforestación, para asegurar su permanencia, para el presente trabajo de restauración forestal se plantea que se desarrolle a cinco años. Las actividades de seguimiento son las siguientes:

Control de maleza

El control de la maleza es recomendable y consiste en eliminar toda vegetación indeseable que limite el desarrollo de las plantas reforestadas. Este trabajo puede hacerse de manera manual o mecánica empleando diferentes tipos de equipo y herramientas. La maleza removida es susceptible de ser utilizada como arroyo para guardar humedad.

Fertilización

Es recomendable usar fertilizaciones a base de abonos naturales o fertilizantes orgánicos tales como estiércol, gallinaza, composta o residuos de cosechas anteriores. Los abonos naturales son más inocuos con el medio ambiente, aunque su disponibilidad es limitada para proyectos de grandes dimensiones.

Reposición de planta muerta

Para mantener la densidad definida de la plantación es necesario reponer las plantas muertas a un año de esta, contemplando un 20 % de mortandad.

Monitoreo de plagas y enfermedades.

Se realizarán recorridos periódicos para detectar posibles brotes de plagas y enfermedades y así aplicar las medidas correctivas correspondientes.

Rehabilitación de brechas cortafuego

Esta actividad se desarrollará durante los cinco años de seguimiento de la reforestación.

Cronogramas de actividades

Es importante llevar un control temporal de las actividades que se van a realizar durante el Programa de reforestación, pues esto permite darle seguimiento al plan de trabajo establecido. En la siguiente tabla se muestra el Cronograma de actividades.

Tabla VII.5. Cronograma de actividades para el Programa de Reforestación

Actividad	Año (1)												Año				
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	2	3	4	5	6
Selección de las áreas a reforestar																	
Determinación de cantidad y especies requeridas																	
Obtención de planta de vivero																	
Recolección de planta de material vegetativo																	
Preparación del terreno																	

Actividad	Año (1)												Año				
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	2	3	4	5	6
Transporte de planta						■	■										
Plantación						■	■	■									
Fertilización de la plantación						■	■	■									
Construcción de obras de suelos				■	■	■	■										
Construcción de brechas cortafuego									■	■	■						
Construcción de cercado			■	■	■												
Seguimiento (5 años)													■	■	■	■	■
Mantenimiento de áreas reforestadas (1 año)													■				
Mantenimiento de otras obras (5 años)													■	■	■	■	■
Recorridos de monitoreo										■	■	■	■	■	■	■	■

VII.4.4. Programa de Manejo de Residuos

El objetivo principal del Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR) es asegurar que la gestión y manejo de los residuos se haga de forma sanitaria y ambientalmente adecuada, conforme a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud pública.

Por otro lado, los objetivos específicos del Plan de Manejo incluyen:

- Promover la minimización, reutilización y el reciclado de residuos mediante la comercialización y venta de subproductos.
- Garantizar que los residuos no constituyan un factor de riesgo para la salud humana y el ambiente.
- Segregar los residuos desde la fuente de generación.
- Instalar la infraestructura necesaria para el manejo integral de los residuos.

Informar las acciones y responsabilidades derivadas del PMIR y generar conciencia entre los usuarios y los trabajadores.

El presente programa se integra por tres subprogramas:

- Residuos no peligrosos y de manejo especial
- Residuos peligrosos.
- Residuos domésticos.

Subprograma de residuos no peligrosos y de manejo especial

Los residuos sólidos no peligrosos y de manejo especial generados durante la preparación del sitio, construcción y operación del “Parque Eólico Kabil”, consistirán básicamente en:

- Residuos domésticos (restos de comida, papel y plástico),
- Residuos industriales o de manejo especial (Madera, tubería, malla, acero, lámina, alambres, cemento, cartón, material de empaque y embalaje)
- Materiales térreos y pétreos producto de excavaciones (Materia vegetal, suelo y roca que se generarán durante las excavaciones, cortes y nivelaciones y que no podrán ser utilizados como material de relleno nuevamente)

El generador identificará todos los residuos no peligrosos y de manejo especial que se generarán durante las actividades de preparación del sitio, construcción y operación. Una vez identificados, evaluará el manejo integral que se le dará a cada uno de ellos, para lo cual elaborará una tabla en la que se indicará el tipo de residuo, el proceso en el cual es generado, el estado físico, volumen estimado de generación, el tipo de manejo o disposición final, y el nombre del contratista encargado de su manejo o disposición final.

Esta tabla tendrá que ser actualizada cada dos meses o antes en caso de que sea necesario.

Se contará con un almacén general de residuos no peligrosos, donde todos los residuos deberán estar debidamente identificados y separados dependiendo del destino final de cada uno de ellos.

Como parte del Plan de Manejo de residuos de manejo especial se deberá incluir una estrategia de minimización, en la cual se describan los objetivos y metas de acuerdo a la naturaleza de los residuos que se generan, el manejo integral de los mismos, productos a obtener y servicios que se requerirían.

Dicho Plan deberá ser entregado a la Secretaría de Desarrollo urbano y Medio Ambiente del gobierno del estado de Yucatán para su revisión y aprobación, quién emitirá un oficio de registro y/o actualización el cual deberá ser resguardado por el generador.

En los sitios de trabajo se designará un sitio específico para el almacenamiento temporal de los residuos de tipo industrial, el cual deberá estar debidamente señalado .

Semanalmente estos residuos deberán ser transportados del sitio de generación al almacén general de residuos no peligrosos.

El retiro de estos residuos del almacén general será a cargo de una empresa particular debidamente autorizada, quien los transportará hasta los sitios de disposición final autorizados o los reutilizará o reciclará. Estas empresas deberán estar debidamente acreditadas y se deberán elaborar los contratos correspondientes, solicitando la entrega de comprobantes que demuestren que los residuos fueron dispuestos, reusados o reciclados en sitios debidamente autorizados.

Subprograma de residuos domésticos

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se generarán residuos de tipo doméstico tanto en campo como en las oficinas y almacenes.

En todos los lugares de trabajo se colocarán contenedores debidamente señalizados para que el personal deposite los residuos de tipo doméstico generados durante la jornada de trabajo.

El personal deberá retirar los residuos del lugar de trabajo de preferencia diario y transportarlos al almacén general de residuos no peligrosos. El retiro de estos residuos del almacén general será a cargo del servicio municipal y en caso de que esto no sea posible, se contratarán los servicios de una empresa particular debidamente autorizada, quien los transportará hasta los sitios de disposición final autorizados.

En caso de que el retiro de los residuos este a cargo de una empresa particular, se deberán firmar contratos con la empresa responsable del transporte y disposición de los residuos domésticos, quien deberá entregar un comprobante que demuestre que los residuos fueron dispuestos en sitios debidamente autorizados.

En los lugares de trabajo se procurará en la medida de lo posible hacer la separación de residuos orgánicos e inorgánicos, utilizando los residuos orgánicos para formación de composta.

Los residuos inorgánicos que presenten factibilidad de ser reciclados como el vidrio, aluminio, pet, y papel deberán ser separados desde la fuente de generación y dispuestos en contenedores debidamente señalizados para su disposición final con proveedores autorizados.

En ningún momento se deberán almacenar residuos directamente en el suelo, cerca de corrientes de agua o cerca de cañadas. Los contenedores deberán permanecer bien tapados para evitar la llegada de plagas o animales (ratas, cucarachas o animales silvestres).

Subprograma de residuos peligrosos

Los residuos peligrosos que serán generados durante la etapa de preparación del sitio y construcción consisten principalmente en:

- Restos de Pintura y Recubrimientos
- Grasas y Aceites Usados
- Estopas Impregnadas con Grasas y Aceites
- Recipientes o Envases de Pinturas y Aceites
- Baterías y Pilas

El generador identificará todos los residuos peligrosos y elaborará una tabla en la que se mencione el nombre del residuo, la fuente de generación, sus características CRETIB, estado físico, volumen estimado de generación, el tipo de manejo o disposición final, y el nombre del contratista encargado de su manejo, transporte o disposición final.

El contratista deberá limitar el uso de productos que generan residuos peligrosos y será responsable del almacenamiento temporal de los residuos generados, así como de asegurar que su transporte y disposición final sea realizado por empresas debidamente autorizadas.

Una vez identificados todos los residuos, el generador deberá darse de alta como generador de residuos peligrosos, para lo cual utilizará el formato emitido por las autoridades.

En los sitios de trabajo se contará con recipientes con tapa para el acopio de cada uno de los residuos peligrosos generado. Los recipientes se colocarán sobre charolas para contener posibles derrames.

Los recipientes deberán contar con etiquetas indicando el nombre del residuo, el área donde fue generado, característica CRETIB y rombo de seguridad.

Todos los recipientes tendrán que ser trasladados diariamente al almacén de residuos peligrosos, donde podrán ser trasvasados los residuos a tambos de 200 litros para su almacenamiento temporal.

Los tambos dentro del almacén deberán estar etiquetados, incluyendo nombre del residuo, el área donde fue generado, característica CRETIB, fecha de inicio de llenado o ingreso al almacén y rombo de seguridad. Se deberá tener especial cuidado en utilizar el nombre del residuo tal y como se manifestó en el documento de alta como generador de residuos.

Dentro del almacén temporal los tambos se organizarán de acuerdo al tipo de residuo que contengan y a su grupo de incompatibilidad, conforme a la norma NOM-054-SEMARNAT-1993.

Los residuos no deberán permanecer más de 6 meses en el almacén temporal y ningún tambo deberá rebasar el 80% de su capacidad.

El almacén temporal de residuos peligrosos cumplirá con las indicaciones señaladas en la normatividad aplicable, con especial atención a los siguientes aspectos:

- Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
- Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;
- Contar con muros de contención, y fosas de retención para la captación de los residuos o de los

lixiviados;

- Los pisos deberán contar con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención, con capacidad para contener una quinta parte de lo almacenado;
- Contar con pasillos lo suficientemente amplios, que permitan el tránsito de montacargas mecánicas, electrónicos o manuales, así como el movimiento de los grupos de seguridad y bomberos en casos de emergencia;
- Contar con sistemas de extinción contra incendios. En el caso de hidrantes, éstos deberán mantener una presión mínima de 6 Kg/cm² durante 15 minutos; y
- Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles.
- La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.
- Los movimientos de entrada y salida de residuos del almacén deberán registrarse en una bitácora.

VII.4.5. Programa de Monitoreo de aves y quirópteros

Durante la etapa de operación del proyecto "Parque Eólico Kabil", se continuará con el monitoreo de aves y quirópteros, con la finalidad de reducir los impactos adversos por la existencia del riesgo de colisión de la avifauna presente en el predio del proyecto "Parque Eólico Kabil".

Objetivo general

Caracterizar cualitativa y cuantitativamente la comunidad de aves (Clase Aves) y murciélagos (Orden Quiróptera) durante la etapa de pre construcción del Parque Eólico Guanajuato, ubicado en el municipio de San Luis de la Paz, estado de Guanajuato. Con la finalidad de establecer la línea base de información que nos permita detectar los cambios en la riqueza y abundancia de las especies durante la etapa de preparación, construcción y operación del proyecto "Parque Eólico Kabil".

Objetivos particulares

- Establecer la riqueza de especies y su abundancia de las especies de aves, murciélagos y

lepidópteros que utilizan el área del proyecto.

- Determinar el comportamiento de vuelo en función al arribo, altura de vuelo, direcciones de vuelo, zonas de ascenso y descenso, temporalidad de presencia de las especies dentro del área.
- Establecer la comunidad de murciélagos que se distribuyen dentro del parque.
- Determinar los índices de colisión de la avifauna para determinar las medidas de protección necesarias para evitar al máximo las colisiones de las aves y quirópteros.

Métodos

Los monitoreos enfocados a determinar la estructura biótica de la fauna voladora, durante cada una de las temporadas de cada año con una ventana de tiempo de 15-20 días.

Aves

Los monitoreos enfocados a determinar la estructura biótica de la fauna voladora, durante cada una de las temporadas de cada año con una ventana de tiempo de 15-20 días.

Puntos de conteo (observación)

Se muestrearán un total de 44 puntos de conteo: aerogeneradores (34), área control (10) con una duración de 10-15 minutos (*Ralph et al., 1996*) con toma de distancias (*Buckland et al. 2001*). Las especies de aves se identificarán con apoyo de binoculares Zeiss y Nikon (10X42) y en base a la Guía de Campo de aves de National Geographic (2011), la de Aves de México de *Peterson y Chalif (1989)* y The Sibley Guide to Birds (2000). Asimismo, además de las características morfológicas, se tomarán en cuenta cantos, llamados y/o comportamiento para la identificación de las especies. Además, en cada posición de punto de conteo se establecerá un punto de conteo de mayor duración (45 min) a lo largo del día, registrando individuos de aves que vuelen en la zona, incluyendo su altura y dirección de vuelo, comportamiento general y uso del hábitat. Se le dará especial énfasis a las especies que se encuentran en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, como las rapaces.

Gremios alimenticios

Los gremios son grupos de especies que utilizan un mismo recurso de una manera similar. Los gremios

alimenticios constituyen uno de los aspectos ecológicos más significativos a tener en cuenta en el estudio de cualquier sistema biológico.

Un gremio puede ser considerado como un subgrupo de la comunidad, en el cual los individuos utilizan recursos similares de una manera análoga. El análisis de los gremios permite conocer las especies que habitan una misma zona geográfica, que están relacionadas ecológicamente en cuanto al recurso alimenticio y de comportamiento. Los tres componentes principales del grupo funcional son: tipo de alimento, forma de tomarlo y el sitio (*Reales et al. 2009*).

Estudios previos indican que la estructura del hábitat es uno de los factores principales que actúa promoviendo la agremiación de los ensambles, por lo tanto, la alteración de la vegetación del hábitat podría repercutir en el cambio de la composición de la comunidad de aves.

El objetivo de este análisis es conocer cuáles son los recursos alimenticios a los que están asociadas las aves y la representatividad de cada gremio.

Quirópteros

Los murciélagos tienen una gran función en la provisión de servicios ecosistémicos, una de las más importantes es el control de insectos plaga tanto en áreas de cultivo como en zonas conservadas. Así mismo, los murciélagos sirven como polinizadores de un gran número de plantas con floración nocturna entre ellas varias de importancia económica como es el caso de los agaves y cactus columnares. Así mismo, sirven como dispersores de semillas, ayudando a recuperar hábitats degradados y a la redistribución de las especies. Es por esto que los murciélagos son un grupo de gran importancia para mantener la salud de los ecosistemas y la conectividad entre los mismos (*Nowak, 1994*). El monitoreo se llevará a cabo mediante:

- a) **Identificación mediante detección ultra-acústica.** Los murciélagos microquirópteros (principalmente insectívoros) utilizan pulsos de sonido de alta frecuencia (mayores a 20 kHz) que emiten a través de su boca o nariz para poder orientarse o comunicarse con otros individuos. Con la finalidad de detectar aquellas especies de murciélagos insectívoros pertenecientes a las familias *Vespertilionidae* y *Molossidae*, presentes en el área del “**Proyecto Eólico Guanajuato**” se realizarán detecciones acústicas pasivas durante 15 días al mes utilizando

el detector Peterson D500x. Los análisis de las grabaciones se harán con el Software SONOBAT el cual ha probado ser una herramienta muy útil y confiable para identificar los llamados de eco-localización de los murciélagos microquirópteros.

- b) **Monitoreo con cámara de infrarrojo térmico.** Se utilizarán cámaras térmicas FLIR T420 con una resolución infrarroja de 320 x 240 píxeles (T62101) para el monitoreo nocturno de la abundancia de murciélagos, es una técnica complementaria empleada en algunos proyectos eólicos que aporta información sobre la dirección y altura de vuelo de aves nocturnas y murciélagos, pero no su identidad taxonómica; con ello se puede predecir el potencial impacto de la construcción de un campo eólico (*Perrow, 2017*). Para evaluar la trayectoria y altura de vuelo de las especies de murciélagos presentes en el área de estudio se empleará una cámara colocada en el sitio propuesto para la ubicación de los abanicos; las cámaras se utilizarán tres noches por mes, cada noche permanecerá en un punto (área de la plataforma) diferente seleccionado al azar.

Probabilidad de riesgo de colisión

Se establecieron cuatro categorías de altura sobre el nivel del suelo (sns), utilizando un rango de alturas con base a los modelos de aerogeneradores que se tiene planeado instalar. A todas las aves observadas en la estación de monitoreo se les asignó una categoría de altura de vuelo: 1= debajo del punto más bajo del aspa, 2 = entre el punto más bajo del aspa al centro del rotor, 3 = del centro del rotor al punto más alto del aspa y 4 = alturas arriba de las aspas. Siendo que la segunda y la tercera categoría corresponden a la altura a la que se localizan las aspas de los aerogeneradores, estas se consideraran como la zona de riesgo de colisión.

Referencias

American Ornithologists' Union, 1998. Check-list of North American Birds. 7th ed. American Ornithologist' Union. Washington, D.C., USA. 829 pp.

American Ornithologists' Union, 2000. Forty-second supplement to the American Ornithologists' Union Check-list of North American Birds. Auk 117:847–858.

- Banks, R.C., Chesser, R.T., Cicero, C., Dunn, J.L., Kratter, A.W., Lovette, I.J., Rasmussen, P.C., Remsen Jr, J.V., Rising, J.D., Stotz, D.F. y Winker, K., 2008. Forty-ninth supplement to the American Ornithologists' Union check-list of North American birds. *The Auk*, 125(3), pp.758-768.
- Banks, R.C., Chesser, R.T., Cicero, C., Dunn, J.L., Kratter, A.W., Lovette, I.J., Rasmussen, P.C., Remsen Jr, J.V., Rising, J.D. y Stotz, D.F., 2007. Forty-eight supplement to the American Ornithologists' Union check-list of North American birds. *The Auk*, 124(3), pp.1109-1115.
- Banks, R.C., Cicero, C., Dunn, J.L., Kratter, A.W., Rasmussen, P.C., Remsen Jr, J.V., Rising, J.D. y Stotz, D.F., 2006. Forty-seventh supplement to the American Ornithologists' Union check-list of North American birds. *The Auk*, 123(3), pp.926-936.
- Banks, R.C., Cicero, C., Dunn, J.L., Kratter, A.W., Rasmussen, P.C., Remsen Jr, J.V., Rising, J.D. y Stotz, D.F., 2005. Forty-sixth supplement to the American Ornithologists' Union check-list of North American birds. *The Auk*, 122(3), pp.1026-1031.
- Banks, R.C., Cicero, C., Dunn, J.L., Kratter, A.W., Rasmussen, P.C., Remsen Jr, J.V., Rising, J.D. y Stotz, D.F., 2004. Forty-fifth supplement to the American Ornithologists' Union check-list of North American birds. *The Auk*, 121(3), pp.985-995.
- Banks, R.C., Cicero, C., Dunn, J.L., Kratter, A.W., Rasmussen, P.C., Remsen Jr, J.V., Rising, J.D. y Stotz, D.F., 2003. Forty-fourth supplement to the American Ornithologists' Union check-list of North American birds. *The Auk*, 120(3), pp.923-931.
- Banks, R.C., Cicero, C., Dunn, J.L., Kratter, A.W., Rasmussen, P.C., Remsen Jr, J.V., Rising, J.D. y Stotz, D.F., 2002. Forty-third supplement to the American Ornithologists' Union check-list of North American birds. *The Auk*, 119(3), pp.897-906.
- Berlanga, H., H. Gómez de Silva, V. M. Vargas-Canales, V. Rodríguez-Contreras, L. A. Sánchez-González, R. Ortega-Álvarez y R. Calderón-Parra, 2017. *Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes*. CONABIO. México D.F.
- Chesser, R.T., Banks, R.C., Barker, F.K., Cicero, C., Dunn, J.L., Kratter, A.W., Lovette, I.J., Rasmussen, P.C., Remsen Jr, J.V., Rising, J.D., Stotz, D.F. y Winker, K., 2013. Fifty-fourth supplement to the American Ornithologists' Union check-list of North American birds. *The Auk*, 130(3), pp.1-14.

- Chesser, R.T., Banks, R.C., Barker, F.K., Cicero, C., Dunn, J.L., Kratter, A.W., Lovette, I.J., Rasmussen, P.C., Remsen Jr, J.V., Rising, J.D. y Stotz, D.F., 2012. Fifty-third supplement to the American Ornithologists' Union check-list of North American birds. *The Auk*, 129(3), pp.573-588.
- Chesser, R.T., Banks, R.C., Barker, F.K., Cicero, C., Dunn, J.L., Kratter, A.W., Lovette, I.J., Rasmussen, P.C., Remsen Jr, J.V., Rising, J.D. y Stotz, D.F., 2011. Fifty-second supplement to the American Ornithologists' Union check-list of North American birds. *The Auk*, 128(3), pp.600-613.
- Chesser, R.T., Banks, R.C., Barker, F.K., Cicero, C., Dunn, J.L., Kratter, A.W., Lovette, I.J., Rasmussen, P.C., Remsen Jr, J.V., Rising, J.D. y Stotz, D.F., 2010. Fifty-first supplement to the American Ornithologists' Union check-list of North American birds. *The Auk*, 127(3), pp.726-744.
- Chesser, R.T., Banks, R.C., Barker, F.K., Cicero, C., Dunn, J.L., Kratter, A.W., Lovette, I.J., Rasmussen, P.C., Remsen Jr, J.V., Rising, J.D. y Stotz, D.F., 2009. Fiftieth supplement to the American Ornithologists' Union check-list of North American birds. *The Auk*, 126(3), pp.705-714.
- Chesser, R.T., Banks, R.C., Burns, K.J., Cicero, C., Dunn, J.L., Kratter, A.W., Lovette, I.J., Navarro-Sigüenza, A.G., Rasmussen, P.C., Remsen Jr, J.V. y Rising, J.D., 2015. Fifty-sixth Supplement to the American Ornithologists' Union: Check-list of North American Birds. *The Auk*, 132(3), pp.748-764.
- Chesser, R.T., Banks, R.C., Cicero, C., Dunn, J.L., Kratter, A.W., Lovette, I.J., Navarro-Sigüenza, A.G., Rasmussen, P.C., Remsen Jr, J.V., Rising, J.D. y Stotz, D.F., 2014. Fifty-fifth supplement to the American Ornithologists' Union check-list of North American birds. *The Auk*, 131(4), pp.CSi-CSxv.
- Chesser, R.T., Burns, K.J., Cicero, C., Dunn, J.L., Kratter, A.W., Lovette, I.J., Rasmussen, P.C., Remsen Jr, J.V., Rising, J.D., Stotz, D.F. and Winker, K., 2016. Fifty-seventh Supplement to the American Ornithologists' Union Check-list of North American Birds. *The Auk*, 133(3), pp.544-560. Chesser, R.T., Burns, K.J., Cicero, C., Dunn, J.L., Kratter, A.W., Lovette, I.J., Rasmussen, P.C., Remsen Jr, J.V., Rising, J.D., Stotz, D.F. and Winker, K., 2017. Fifty-eighth Supplement to the American Ornithologists' Union Check-list of North American Birds. *The Auk*, 133(3), pp.544-560.
- IUCN, 2017. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.1. Disponible en: www.iucnredlist.org.

Wilson, D. E. & Reeder, D. M. eds., 2005. *Mammals species of the world: a taxonomic and geographic reference*. JHU Press.

SEMARNAT 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.- Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio lista de especies en riesgo, publicada el 6 de marzo de 2002, en el diario oficial de la federación. Segunda Sección. México D.F.

VII.5. Información necesaria para la fijación de montos y fianzas

La información necesaria para determinar el valor de las medidas de prevención y mitigación establecidas en la DTU parten específicamente de la integración del Programa de Manejo Ambiental, así como de los términos y condicionantes determinados en el Oficio Resolutivo que para tal efecto expida la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental, con ambos elementos se podrá estimar el monto de la garantía financiera para las actividades en la fase de la preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento y cierre-abandono del Proyecto “Parque Eólico Kabil”.

El análisis de costos de las obras y actividades que deberán realizarse durante las etapas de operación, mantenimiento y abandono del proyecto y sus obras asociadas para el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos y riesgos ambientales. A partir de los valores que se obtengan se propondrán los montos por la empresa **Discovery Management S.A.P.I de C.V.**, deberá asegurarse a fin de estar cubierto ante eventuales daños al ambiente que pudieran ocurrir durante la preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento y cierre-abandono del proyecto “Parque Eólico Kabil”.

Para la evaluación de los costos de las medidas de prevención y mitigación de la etapa de preparación del sitio, construcción, operación-mantenimiento y cierre- abandono se derivan de costos unitarios por el desarrollo de las actividades de ejecución y de inspección a precios de mercado por hora hombre o en su caso por la prestación del servicio completo en la ejecución de los programas específicos que se ejecutarán.

Para el caso de las condicionantes y términos los costos derivan de las gestiones administrativas y de pagos de derechos cuando se traten de modificaciones o ampliaciones, así como la integración de

solicitudes e informes ante la autoridad ambiental.

Para la evaluación de los daños ambientales por riesgo del Proyecto “**Parque Eólico Kabil**”, se procedió a describir el proyecto y sus elementos, lo que motivo la obligación de la garantía financiera por la presencia de especies en algún estatus de protección de conformidad a la NOM-059-SEMARNAT-2010, tanto para flora y fauna. Por lo que el monto definitivo de la garantía financiera se debe de realizar una vez, que haya sido aprobado el proyecto “**Parque Eólico Kabil**” para integrar el cumplimiento de los términos y condicionantes que se establezcan por parte de la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental.

VII.6. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo de cambio de uso de suelo

A continuación, se realiza la estimación del costo de las actividades de restauración por motivo del cambio de uso de suelo propuesto, en función de lo que costaría llevar el ecosistema propuesto para afectación a una condición similar a la que presentaba cuando sustenta vegetación, bajo el supuesto de que el cambio de uso de suelo ya ha sido realizado.

En este sentido, es importante mencionar que la estimación presentada no se encuentra basada en los niveles de equivalencia ni en los costos de restauración publicados por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), sino que únicamente toma como referencia el valor señalado por hectárea para el desarrollo de las actividades inherentes a las actividades involucradas en el proceso de restauración, razón por la cual se consideran adecuados los costos señalados en las diferentes variables involucradas en dicho programa, toda vez que, por no ser este llevado a cabo en la realidad, los costos que maneja la Comisión para cada uno de los conceptos (Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación de fecha 31 de julio de 2014), representan la mejor alternativa de suposición para llegar a determinar el costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso de suelo propuesto.

La restauración de las áreas forestales va encaminada principalmente a restablecer las condiciones naturales de un sitio, que eviten la pérdida del suelo y mejore la cobertura vegetal, con la consecuente regulación de los escurrimientos superficiales y la función retenedora del agua, por lo que los cálculos aquí expresados se basan en la posibilidad de promover el establecimiento de plántulas que, con las precauciones consideradas recuperarían eventualmente el paisaje original. Los costos relacionados con

la pérdida de la diversidad genética, los bienes y servicios que presta el ecosistema, tales como la limpieza del aire, la liberación de oxígeno y la captura de dióxido de carbono, entre otros, no han sido considerados.

En resumen, dada la diversidad de los costos asociados a las prácticas de restauración, a continuación, se enlistan de manera general las principales obras y actividades que influyeron en dicho proceso:

- Evaluación preliminar (selección del sitio).
- Selección de las especies a plantar.
- Adquisición y características de la planta a utilizar.
- Preparación del terreno.
- Diseño de la plantación.
- Plantación.
- Época de la plantación.
- Replantación.
- Asesoría técnica.

Evaluación preliminar (selección del sitio)

La variación en las condiciones de deterioro del ecosistema que se pretende restaurar conlleva a una serie de diferentes prácticas que podrían adoptarse, motivo por el cual resulta indispensable la realización de un dictamen preliminar para determinar la metodología más adecuada para cada sitio. Dicha evaluación incluye la visita por un experto en la materia al área de estudio, quien determina en un Informe técnico la vía de rehabilitación a seguir. Es responsabilidad del evaluador georreferenciar el área exacta a rehabilitar y proponer las especies vegetales a utilizar para la revegetación.

En este sentido, la plantación se deberá haber realizado de forma planeada, considerando la extensión total solicitada para cambio de uso de suelo. La zona donde se realiza la restauración debe presentar los requerimientos adecuados para facilitar el crecimiento y desarrollo de las especies vegetales, tales como una textura arenosa, de buena profundidad, baja pedregosidad y buen drenaje, aspectos que

posteriormente facilitan los cuidados necesarios, como por ejemplo la eliminación de malezas. Así mismo, se debe de disponer de agua para aplicar riesgos eventuales durante los primeros cinco años para lograr un mayor índice de sobrevivencia de la plantación; la cual debe aplicarse durante la época de seca.

Tabla VII.6. Costo previsto para la evaluación preliminar

Concepto	Costo (\$)
Participación del experto en la materia	\$60,000.00
Viáticos y materiales	\$15,000.00
Subtotal	75,000.00

Selección de las especies a plantar

La combinación de las condiciones del suelo, de los factores climáticos y de los agentes bióticos que prevalecen en el área constituyen los factores del sitio que se consideraron para asegurar la restauración exitosamente; motivo por el cual se optó por la utilización de especies nativas de la región, las cuales se encuentran bien adaptadas al área de estudio, respetando la composición de la comunidad vegetal.

Para este caso en particular, se utilizaron las dos especies con menor distribución en el área, de acuerdo a los resultados de los parámetros ecológicos estimados derivado de la toma de datos en campo.

Tabla VII.7. Especies utilizadas para la restauración de la superficie de cambio de uso de suelo

Nombre científico	Porcentaje relativo (%)
<i>Ceiba pentandra (L.) Gaertn.</i>	70.00%
<i>Randia obcordata S. Watson</i>	15.00%
<i>Caesalpinia yucatanensis (Britton & Rose) Greenm</i>	15.00%
Total	100.00%

Adquisición y características de la planta utilizada.

El número necesario de planta será adquirido en viveros autorizados en la región, ya que en estos lugares es factible la producción de las especies en cantidad y tipo, contando con las instalaciones requeridas y el personal técnico necesario para su aseguramiento.

Sobre este particular, se señala que las características deseables de las plantas jugaron un papel importante, ya que éstas deben de presentar un buen estado fisiológico y morfológico, además de contar con un tamaño óptimo (de 20 a 50 cm de altura) para lograr una tasa elevada de sobrevivencia en los años posteriores. Así mismo, el material vegetal debe encontrarse libre de plagas y enfermedades.

La densidad de plantación varía de acuerdo al tipo de vegetación a restaurar, por lo que fue tomado como base el número de 400 plantas/ha (4,120 plantas para las 10.30 ha de vegetación contemplada como ecosistema de tipo árido y semiárido), referido en los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación, publicados como Acuerdo por la CONAFOR en el Diario Oficial de la Federación el 25 de Febrero de 2011.

La siguiente Tabla muestra la cantidad de plántulas necesarias por especie en función de la superficie a restaurar. Se señala que, en el rubro de plántulas adquiridas en vivero, se consideró como regla general aumentar un 20% de la cantidad necesaria, debido a la pérdida de los ejemplares durante el transporte al sitio y su establecimiento en las primeras etapas de desarrollo, cuando se muere el mayor número de ejemplares por el maltrato y estrés al que son sometidos.

Tabla VII.8. Costo del Número de plántulas utilizadas en la restauración

Especie	Porcentaje (%)	Superficie a restaurar (ha)	No. de plántulas requeridas	No. de plantas adquiridas reposición	Total de plantas	Precio por Unidad (\$)	Precio Total (\$)*
<i>Ceiba pentandra (L.) Gaertn.</i>	70.00%	10.30	2,884	577	3,461	\$170.00	\$588,336
<i>Randia obcordata S. Watson</i>	15.00%		618	124	742	\$150.00	\$111,240
<i>Caesalpinia yucatanensis (Britton & Rose) Greenm</i>	15.00%		618	124	742	\$100.00	\$74,160

SUMA	100.00%	10.30	4,120.00	824.00	4,944.00	773,736.00
------	---------	-------	----------	--------	----------	------------

Preparación del terreno.

Esta fase fue realizada con suficiente anticipación para preparar el terreno, de manera tal que las plantas encuentren un sitio favorable y adecuado para su desarrollo, evitando la competencia por nutrientes, luz y humedad. La preparación del terreno se efectuó de manera manual, construyendo 660 m de terrazas o zanjas a nivel por hectárea.

La Tabla muestra los costos directos requeridos para la preparación del terreno, considerando el costo por hectárea para los ecosistemas de tipo árido y semiárido, citado en la publicación de la CONAFOR en el Diario Oficial de la Federación del 31 de Julio de 2014 anteriormente referida.

Tabla VII.9. Costos requeridos para la etapa de preparación del terreno (obras de restauración de suelos).

Ecosistema	Costo Unitario (\$)	Superficie (ha)	Total (\$)
Selva mediana	\$6,630.00	10.3	\$68,289

Diseño de la plantación.

Un apropiado espaciamiento de la plantación no proporciona únicamente buenas condiciones para desarrollar las labores complementarias, tales como el replanteo en el caso de que se tenga una baja sobrevivencia, riegos eventuales durante la época de secas y el control de plagas y enfermedades, entre otros, sino que optimiza también la capacidad productiva del terreno. El método utilizado para la plantación en las superficies de afectación que comprende el proyecto, es un cuadrado con espaciamiento aproximado de tres por tres metros.

Plantación.

Esta actividad fue realizada de manera manual, evitando que la planta permaneciera fuera del terreno por un periodo prolongado de tiempo para evitar su deshidratación. Las plantas fueron distribuidas en el sitio, eliminando de manera previa aquellos individuos que presentaron algún daño durante su

transporte. Por otro lado, se señala que al momento de la excavación de las cepas se siguieron los siguientes principios:

Las cepas se excavaron lo suficientemente profundas para dar espacio a las plantas, que no se doblará la raíz.

- Las raíces fueron extendidas en su posición normal.
- Las cepas fueron cubiertas con suelo proveniente de la misma zona de restauración.
- El suelo fue vigorosamente apretado para prevenir la aparición de bolsas de aire.

El método utilizado es el denominado de cepa común, el cual consiste en abrir un agujero en el suelo de 40 cm de ancho por 40 cm de largo y 40 cm de profundidad con una pala. Posteriormente, con la misma tierra extraída de la cepa se formó un colchón de 10 a 15 cm de grosor en la base de esta (de manera que la planta quedara asentada en tierra blanda) y se colocó la planta (con cepellón o a raíz desnuda) en posición vertical. Las cepas fueron rellenadas depositando primero la tierra superficial y después la que se extrajo a mayor profundidad, procurando dejar un ligero declive de la orilla de la cepa al árbol (cajeteo); apisonando consecuentemente la tierra para evitar la formación de bolsas de aire que pudieran estar en contacto con la raíz.

La Tabla muestra los costos requeridos para la fase de plantación, considerando el costo por hectárea citado por la CONAFOR en el Diario Oficial de la Federación del 31 de Julio de 2014 incluyendo el transporte de la planta.

Tabla VII.10. Costos requeridos para la fase de plantación.

Ecosistema	Costo Unitario (\$)	Superficie (ha)	Total (\$)
Selva mediana	1,676.00	10.3	\$17,263

Época de plantación.

Con la finalidad de asegurar el mejor éxito en la restauración de los recursos forestales, es recomendable esperar a que se presenten algunas lluvias antes de iniciar la plantación para que el suelo mantenga la humedad apropiada y la planta no resienta un cambio brusco. De la misma manera, no es

recomendable realizar la plantación cuando ya se encuentren bien establecidos los eventos de precipitación pluvial, ya que estos dificultan el desarrollo de la actividad tanto de colocación de la planta como de la apertura de la cepa; por lo que el periodo óptimo para la ejecución de la práctica en la región ocurrió cuando se pudo aprovechar al máximo la lluvia, logrando con esto un mayor índice de sobrevivencia.

Replantación.

En ciertas ocasiones, las prácticas de restauración o la plantación misma no tienen el éxito esperado debido a la influencia de los diferentes factores que intervienen en el proceso, tales como el vigor de las plantas, las características físicas del sitio, los cuidados requeridos durante la fase de plantación, la época y/o condiciones atmosféricas, etc.; por lo que se debe de contar con una alternativa si alguno de esos factores se presenta o se constituye como deficiente para lograr los objetivos de la restauración planteada.

Por tal motivo, se considera que, si transcurrido un año de la plantación se estima una sobrevivencia menor al 85%, se recurrirá a la actividad de replanteo para la sustitución de aquellos arbustos que no hayan cumplido con el objetivo de lograr establecerse en el terreno.

La Tabla muestra los costos requeridos para la replantación (transporte y replante), considerando el costo por hectárea para el tipo de ecosistema en cuestión, citado por la CONAFOR en el Diario Oficial de la Federación del 31 de Julio de 2014 incluyendo el transporte de la planta.

Tabla VII.11. Costos requeridos para la fase de replantación.

Ecosistema	Costo Unitario (\$)	Superficie (ha)	Total (\$)
Selva mediana	670.4	10.3	6,905.12

Asistencia técnica.

El personal que labore en estas actividades debe recibir asesoría y capacitación sobre las actividades de restauración, por lo que la Tabla resume los costos previstos para este concepto, considerando un costo

unitario de \$1,673.30 por hectárea citado por la CONAFOR en la publicación del Diario Oficial de la Federación del 31 de Julio de 2014.

Tabla VII.12. Costos requeridos para la asistencia técnica durante la restauración.

Ecosistema	Costo Unitario (\$)	Superficie (ha)	Total (\$)
Selva mediana	1,673.30	10.3	17,234.99

Costo total estimado de las actividades de restauración por el cambio de uso de suelo propuesto.

La Tabla siguiente resume los conceptos mencionados anteriormente, presentando la estimación total de los costos de restauración para la superficie de cambio de uso de suelo.

Tabla VII.13. Estimación de los costos de las actividades de restauración para la superficie de cambio de uso de suelo.

Concepto	Costo anual (\$)
Evaluación preliminar.	\$75,000.00
Adquisición de planta.	\$773,736.00
Preparación del terreno.	\$68,289.00
Plantación.	\$17,262.80
Replantación.	\$6,905.12
Asesoría técnica	\$17,234.99
Total	\$958,427.91

**Discovery Management
S.A.P.I de C.V.**

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD B-REGIONAL
“PARQUE EOLICO KABIL”**

PREPARADO POR:

VERA & ASOCIADOS
DERECHO • AMBIENTE • COMUNIDAD

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO
MODALIDAD REGIONAL, TIPO B (DTU-BR)**

**PROYECTO:
“PARQUE EOLICO KABIL”**

**CAPITULO VIII: PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO,
EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**

**PROMOVENTE:

DISCOVERY MANAGEMENT S.A.P.I DE C.V.**

CONTENIDO

VIII.- PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	4
VIII.1.- Descripción y análisis del escenario sin proyecto.....	4
Confort sonoro	4
Calidad del aire	5
Procesos de erosión.....	5
Calidad del suelo	5
Patrones de escurrimiento.....	5
Calidad del agua	5
Recarga de agua subterránea.....	6
Disminución de cobertura vegetal y perdida de individuos.....	6
Perdida de individuos y estatus de protección de la fauna	7
Calidad paisajística	8
VIII.2.- Descripción y análisis del escenario con proyecto	8
Confort sonoro	8
Calidad del aire	9
Procesos de erosión.....	9
Calidad del suelo	9
Patrones de escurrimiento.....	10
Calidad del agua	10
Recarga de agua subterránea.....	11
Disminución de cobertura vegetal y perdida de individuos.....	11
Perdida de individuos y estatus de protección de la fauna	11
Calidad paisajística	12
VIII.3.- Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación	12

Confort sonoro	12
Calidad del aire	13
Procesos de erosión.....	13
Calidad del suelo	14
Patrones de escurrimiento.....	14
Calidad del agua	15
Recarga de agua subterránea.....	15
Disminución de cobertura vegetal y perdida de individuos.....	16
Perdida de individuos y estatus de protección de la fauna	16
Calidad paisajística	17
VIII.4.- Pronóstico ambiental	18
VIII.5.- Evaluación de alternativas	19

VIII.- PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Los pronósticos del escenario representan una herramienta que permite visualizar de manera teórica los efectos que puede traer consigo realizar proyectos que implican cambios en los ecosistemas.

Con apoyo del escenario ambiental elaborado en el capítulo IV de este estudio y, con base en los impactos identificados, así como las medidas de mitigación propuestas, se describe y presenta a continuación un análisis bajo tres escenarios hipotéticos:

- 1) Pronósticos del escenario sin proyecto;
- 2) Pronósticos del escenario con proyecto, y
- 3) Pronósticos del escenario con medidas de mitigación.

El procedimiento a seguir para establecer dichos escenarios y expectativas a futuro al iniciar las etapas del proyecto, se detallan a lo largo del presente capítulo; destacando que se han tomado como base los componentes ambientales y los indicadores de impacto señalados en el capítulo VII del presente Documento Técnico Unificado, según los resultados indicados los elementos que tendrán un impacto significativo son: agua, suelo y vegetación.

En este apartado se formulará los escenarios de los componentes ambientales (abióticos, bióticos, paisaje y socioeconómico) del área de CUSTF sin considerar su establecimiento como variable de cambio y su análisis de comparabilidad al ejecutar el CUSTF y posteriormente con el establecimiento de las medidas de mitigación y compensación establecidas.

Es importante mencionar que dicho cálculo se realizó para la superficie sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales (10.30 hectáreas). A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la pérdida de suelo por el tipo de vegetación (Vegetación secundaria de Selva Medina Subcaducifolia) presente en el Área de CUSTF.

VIII.1.- Descripción y análisis del escenario sin proyecto

Confort sonoro

El ruido que se presenta en el área sujeta a CUSTF, por tratarse de un área al aire libre, con el único efecto del tránsito de vehículos y movimiento de gente de las localidades a intervalos largos, **es bajo**

Calidad del aire

La calidad del aire que se presenta en el área sujeta a CUSTF, por tratarse de un área al aire libre, con el único efecto del tránsito de vehículos y movimiento de gente de las localidades a intervalos largos, sus niveles de contaminantes por gases de combustión y partículas es bajo, aunado de que se encuentra en una cuenca atmosférica con una velocidad de viento que favorece la dispersión y asimilación de los contaminantes.

Procesos de erosión

A nivel SAR actualmente existe una pérdida de suelo por erosión hídrica de 24.68 ton/ha/año considerando **como baja** a nivel de superficie total se tiene un valor de 3,031,824.90 ton/año, pero en el área de cambio uso de suelo en la superficie propuesta se tiene una pérdida de suelo de 43.93 ton/ha/año considerada **como baja** que a nivel de superficie representa 452.45 ton/año, pero a nivel de SAR representa una pérdida de 0.014%.

Calidad del suelo

La calidad del suelo que se presenta en el área sujeta a CUSTF, por tratarse de un área al aire libre, con el único efecto del tránsito de vehículos y movimiento de gente de las localidades a intervalos largos y la actividad de agostadero o ganadería **es considerada como buena.**

Patrones de escurrimiento

Como se mencionó en el Capítulo IV, el área del proyecto “Parque Eólico Kabil” no cuenta con cuerpos de agua o ríos de tipo perene, por otro lado, las pendientes que presenta el predio donde se desarrollará el proyecto “Parque Eólico Kabil”, **no permiten que existan escurrimientos pronunciados**, por lo anterior, el impacto será únicamente en la modificación de los escurrimientos superficiales pluviales debido a las pendientes existentes y áreas de inundación que se presentan en temporada de lluvias, debido a la nivelación y construcción de las áreas de desplante de la infraestructura del proyecto, lo que representa un impacto ambiental que modificará la condición actual del predio y sus casi nulos escurrimientos.

Calidad del agua

Actualmente no existen problemas de contaminación en el agua por el manejo inadecuado de materiales peligrosos o residuos. La inadecuada disposición o almacenamiento temporal de residuos sólidos y líquidos, así como el derrame de sustancias ocasionado por algún evento hidro-meteorológico, podrían causar la contaminación del agua superficial, lo que representa un impacto ambiental.

De acuerdo al índice de importancia, características del proyecto y los criterios considerados para la magnitud, el impacto de contaminación del agua superficial es valorado como poco significativo.

Recarga de agua subterránea

El cálculo del balance hídrico para cada uno de los escenarios fue calculado con base a la temperatura media normal anual de 33.20 °C y una precipitación media anual de 1,167.60 mm, contemplando un escenario actual, en donde se cuenta con cobertura vegetal de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.

Con base en los resultados obtenidos se tiene que a nivel del SAR se tiene una infiltración de 283,701,065 m³, pero a nivel del áreas de CUSTF se tienen una infiltración de 28,855.84 m³, que **representa el 0.010% de la infiltración total del SAR.**

Disminución de cobertura vegetal y pérdida de individuos

Al hacer la comparación en riqueza y diversidad obtenidas dentro del área de cambio y uso de suelo técnico forestal contra la que presenta nuestro SAR, podemos concluir que a pesar de que la riqueza es mayor dentro de nuestro SAR la composición florística de las especies más representativas se mantiene.

SAR: Dentro del estrato Arbóreo las especies con mayor Importancia ecológica es Bursera simaruba con un valor de IVI de 24.19, seguido de Piscidia piscipula con un valor de IVI de 13.81; Dentro del estrato arbustivo las especies con mayor importancia son Croton flavenscon un valor de IVI de 14.26 y Randia aculeata un valor de IVI de 12.13, por último en el estrato herbáceo la especie con mayor valor de IVI es Abutilon permolle con un valor de IVI de 23.08.

CUSTF: Dentro del estrato Arbóreo las especies con mayor Importancia ecológica es Senegalia gaumeri con un valor de IVI de 13.56, seguido de Piscidia piscipula con un valor de IVI de 10.52; Dentro del estrato arbustivo las especies con mayor importancia son Croton flavenscon un valor de IVI de 19.14 y

Randia aculeata un valor de IVI de 13.37, por último en el estrato herbáceo la especie con mayor valor de IVI es Achyranthes aspera con un valor de IVI de 21.08

No se registraron especies de flora bajo alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010; dentro de las áreas sujetas a cambio y uso de suelo ó en el SAR. Por otra parte el porcentaje de la superficie del CUSTF representa 0.044% de la vegetación de igual similitud, es decir de vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.

Perdida de individuos y estatus de protección de la fauna

En total se obtuvieron 528 registros en 53 especies dentro del estudio, el grupo de las aves obtuvo la mayor cantidad de especies con 45, equivalente al 84.61% respecto al total, los mamíferos están representados por 4 especies, seguido de los reptiles con 4 especies. Con relación a la cantidad de registros en el Predio, en el área de proyecto se registraron 224 individuos en 41 especies y para la SAR 304 individuos en 51 especies, de las cuales, 3 Especies se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo, conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y una de ellas en la Lista Roja (UICN).

Del total de las especies registradas, 3 especies se encuentran incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, encontrándose las tres en categoría A (Amenazada) 2 de ellas pertenecientes al grupo de las aves y una al grupo de los reptiles, y una de ellas se encuentra incluida en la Lista Roja (UICN), siendo ésta el Pavo ocelado (*Meleagris ocellata*). A continuación, se muestra una tabla que resume las especies en cuestión.

Tabla VIII.1. Especies registradas, incluidas dentro de alguna categoría de riesgo.

CLASE	ESPECIE	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN
Aves	<i>Bubo virginianus</i>	A (Amenazada)	LC
Aves	<i>Meleagris ocellata</i>	A (Amenazada)	NT (Near threatened)
Reptilia	<i>Ctenosaura similis</i>	A (Amenazada)	LC

Para el área del proyecto, se registraron 224 individuos, distribuidos en 9 mamíferos, 29 reptiles y 186 Aves. Siendo las especies más abundantes la lagartija espinosa azul (*Sceloporus serrifer*) representando

a los reptiles con 17 ejemplares, el conejo serrano (*Sylvilagus florindanus*), por el lado de los mamíferos con 6 individuos y por último representando al grupo de las aves, el garrapatero pijuy (*Crotophaga sulcirostris*), con 27 individuos.

Para el SAR, se registró un total de 304 individuos, mismos distribuidos en, 12 Mamíferos, 28 Reptiles y 264 Aves. Siendo la especie más abundante la Iguana negra cola espinosa (*Ctenosaura similis*), representando a los reptiles con 13 ejemplares. Por el lado de los mamíferos nuevamente se encuentra como más abundante el conejo serrano (*Sylvilagus florindanus*), con 7 ejemplares. Y por parte de las aves la paloma ala blanca (*Zenaida asiática*) con 19 ejemplares seguida del Zopilote aura (*Cathartes aura*), la codorniz yucateca (*Colinus nigrogularis*) y el semillero brincador (*Volatina jacarina*).

Calidad paisajística

El área del proyecto y el SAR son una zona de fragilidad paisajística moderada, cuyos elementos se encuentran condicionados a las evidencias de alteración y degradación antropogénica en gran parte del SAR.

VIII.2.- Descripción y análisis del escenario con proyecto

Confort sonoro

El nivel de ruido con el proyecto de incrementaría aun nivel más considerable pero aún bajo en las etapas de preparación del sitio y construcción, pero en la etapa de operación el ruido podría ser inconveniente, sin embargo, no es tan intenso como podría suponerse. El viento al incidir sobre las palas de los aerogeneradores produce ruido. También hay otros ruidos generados por los mecanismos internos de la góndola, aunque son menos importantes.

En cualquier caso, el ruido producido no es excesivo, aunque podría producir algún inconveniente en lugares de especial protección para algunos animales.

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

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

La velocidad promedio del viento en el área de CUSTF es de 7.5 m/s, que para el modelo Vestas propuesto de aerogeneradores los niveles de ruido producidos serían de 39.45 dB(A) a una distancia de 250 a 300 metros entre uno y otro aerogenerador¹.

Calidad del aire

Aunque en pleno funcionamiento un parque eólico no genera emisiones de efecto invernadero a la atmósfera, se producen emisiones en otras etapas del ciclo constructivo y armado de un aerogenerador, por ejemplo, en el transporte de materiales, construcción, mantenimiento y desinstalación del parque eólico. Las emisiones a la atmósfera para estas etapas, aunque existe un incremento no son significativas, son puntuales y de fácil asimilación y dispersión de la cuenca atmosférica, por lo que la cuenca atmosférica seguirá siendo de buena calidad.

Procesos de erosión

En términos generales, el suelo se verá afectado por la remoción de la vegetación arbórea del ACUS de manera puntual y temporal. Al ejecutar el cambio uso de suelo en la superficie propuesta para tal fin se aumentaría la erosión hídrica de 43.93 ton/ha/año a 87.85 ton/ha/año se clasifica como una **erosión hídrica media** de acuerdo a la clasificación propuesta por *Montes-León et al. (2011)*, ya que la cantidad de pérdida de suelo se transfiere a un valor entre 50 a 100 ton/ha/año.

El incremento de la pérdida de suelo a nivel de toda la superficie del CUSTF sería 452.45 ton/año, dicha cifra resultado por la diferencia entre la pérdida potencial de suelo (904.90 ton/año) menos la pérdida actual de suelo (452.45 ton/año), dando como resultado el volumen de suelo que se va incrementar por la ejecución del cambio uso de suelo. Lo que estaría originando una erosión superior de 2 veces la erosión actual.

Calidad del suelo

Las actividades que pueden generar efectos nocivos en el suelo por contaminación son la instalación de los campamentos provisionales, el abastecimiento de combustible y los desechos sólidos y líquidos. Debido a la utilización de equipo con poca movilidad, en el proyecto se abastecerá de combustible a

¹ Danish wind industry association: <http://www.windpower.org/es/tour/env/sound.htm>

través de un camión cisterna. Un derrame de combustible siempre es posible, evento que provocaría la contaminación del suelo.

En la etapa de operación la contaminación provendrá de las actividades de mantenimiento de los equipos y del manejo de los desechos sólidos y líquidos.

Patrones de escurrimiento

El impacto ambiental para los escurrimientos superficiales se considera permanente y puntual, considerando que los escurrimientos afectados retomaran su cauce original en los terrenos contiguos aguas abajo.

En la fase de construcción será alterado el drenaje natural e infiltración de las aguas superficiales en las áreas destinadas a la instalación de los campamentos provisionales, los caminos, los cimientos de las torres, y sistema eléctrico soterrado. Para llevar a cabo estas obras se removerá el pasto y algunos árboles dispersos, provocando que durante las lluvias el agua en vez de infiltrarse en el suelo, escurra superficialmente.

Por ello, bajo el contexto anterior, de acuerdo al índice de importancia, características del proyecto y los criterios considerados para la magnitud, el impacto de modificación de los escurrimientos superficiales pluviales y las áreas de inundación es valorado como poco significativo, no obstante, el impacto ambiental solo será temporal (temporada de lluvias), a pesar de eso no afectará el proceso hidrológico del SAR.

Calidad del agua

Este efecto juntamente con el transporte de los equipos, el manejo de desechos sólidos y líquidos, el tráfico vehicular y el manejo de aguas pluviales, afectarán la calidad del agua. También durante esta fase el manejo inadecuado del proceso de abastecimiento de combustible, podrían ocurrir derrames que afectarían la calidad del agua superficial y subterránea. Durante la fase de operación el manejo inadecuado de los residuos sólidos domésticos, puede provocar contaminación orgánica de las aguas superficiales.

Considerando que el proyecto "Parque Eólico Kabil" se localiza en el occidente de México, existen posibilidades de ser afectado por algún evento hidro-meteorológico extraordinario (tormentas tropicales, huracanes, nortes) durante el proceso de construcción.

En este sentido y de existir algún evento de esta índole y de no contar con las medidas de seguridad respecto al resguardo de sustancias, se podría ocasionar un derrame que contaminaría dichas escorrentías superficiales.

Recarga de agua subterránea

Al ejecutar el CUSTF se observa una infiltración de 19,941.48 m³, dando como resultado un déficit de 8,914.36 m³, al quedar el suelo desnudo en las 10.30 has, **representando una disminución del 7.41%**.

Por ello, bajo el contexto anterior, de acuerdo al índice de importancia, características del proyecto y los criterios considerados para la magnitud, el impacto de afectación al manto freático, es valorado **como poco significativo**, no obstante, el impacto ambiental se podría prevenir con las medidas propuestas para evitar la recuperación de la tasa de infiltración.

Disminución de cobertura vegetal y pérdida de individuos

Dentro del estrato arbóreo la especie con mayor Importancia ecológica es *Bursera simaruba* con un valor de IVI de 24.19, seguido de *Piscidia piscipula* con un valor de IVI de 13.81; Dentro del estrato arbustivo la especies con mayor importancia *Croton flavenscon* un valor de IVI de 14.26 y *Randia aculeata* un valor de IVI de 12.13, de lo cual se puede concluir que son indicadores de un medio que ha sido alterado, pero a su vez de una capacidad de regeneración de otras especies, son especies forestales maderables, que se verían afectadas de 264 individuos, 414, individuos, 609 individuos y 1,356 individuos respectivamente, cuyas especies se encuentran dentro del SAR, en abundancia y riqueza con un nivel mayor de representatividad.

Podemos concluir que el proyecto "Parque Eólico Kabil", no representara un impacto negativo en la zona, ya que el tipo de vegetación a afectar resulta menor al 0.044% presente en todo el SAR bajo estudio, si bien estos ecosistemas presentan algún grado de perturbación y fragmentación por la acción humana, también presentan indicios de regeneración en sus coberturas.

Perdida de individuos y estatus de protección de la fauna

Los resultados obtenidos señalan que el grupo de las Aves es el mejor representado tanto para el CUSTF y como SAR, es decir, este grupo se presentó dominante tal y como lo indica la riqueza específica y el índice de Shannon; es importante mencionar que sus valores son más altos en el SAR respecto al área de CUSTF mostrando condiciones semejantes o mejores para el SAR. Para el caso del grupo de Mastofauna y Herpetofauna se encontró, que existe una fuerte perturbación al ecosistema, ya que si bien, de manera general cuenta con recursos básicos suficientes, como lo son refugio, agua, comida, el registro de especies grandes de mamíferos fue prácticamente nula, esto puede estar relacionado a la perturbación del sitio, debido a que éste se encuentra influenciado principalmente por la actividad agrícola, ocasionando así el desplazamiento de la fauna terrestre a lugares más tranquilos y menos perturbados para subsistir.

De acuerdo con todo lo anterior podemos concluir que los valores más altos de diversidad se encuentran en SAR por los tres grupos faunísticos, sin embargo, solamente el grupo de las aves es el que posee una diversidad alta, en el caso, de la fauna terrestre, los valores obtenidos de diversidad indican que es baja para ambos sitios (CUSTF y SAR).

Calidad paisajística

La modificación del paisaje en primera instancia por la introducción de agentes externos que no se encontraban originalmente, como lo son los aerogeneradores, la línea de transmisión, la subestación y los edificios y caminos, los cuales no serán fácilmente absorbidos por el entorno, además de que serán eliminados los elementos originales que daban la calidad y fragilidad del paisaje en el sitio del Proyecto “Parque Eólico Kabil”. El impacto visual será observado en diferente magnitud en las diferentes zonas, ya que no todas serán modificadas en su totalidad, sin embargo, el efecto visual será más perceptible.

VIII.3.- Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

Confort sonoro

La tendencia actual es la de fabricar aerogeneradores cada vez mayores. Estos modelos tienen mayores potencias y permiten su instalación en áreas de menor viento al girar a menor velocidad. Por lo que se puede deducir que cada vez los aerogeneradores son más silenciosos, ya que se instalan en lugares con vientos más tranquilos, y giran a menor velocidad. La mayor altura de los modernos generadores

también disminuye la presión sonora generada. Para garantizar que no se rebasa los límites de ruido establecidos en la NOM-081-SEMARNAT-1994, se estarían realizando estudios perimetrales de ruido en las áreas de los aerogeneradores para cumplir el nivel permitido de:

Tabla VIII.1. Límites máximos permisibles.

ZONA	HORARIO	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE dB (A)
Residencial ² (exteriores)	6:00 a 22:00	55
	22:00 a 6:00	50
Industriales y comerciales	6:00 a 22:00	68
	22:00 a 6:00	65
Escuelas (áreas exteriores de juego)	Durante el juego	55
Ceremonias, festivales y eventos de entretenimiento.	4 horas	100

Calidad del aire

Para mitigar el incremento de los gases de combustión producidos por el parque vehicular utilizado en las etapas de preparación del sitio y construcción, se considera como parte obligatoria supervisar y documentar la realización de los mantenimientos preventivos y correctivos de los vehículos utilizados con la finalidad de que dichas emisiones contaminantes se reduzcan al mínimo posible hecho que deberá de ser reforzado mediante la verificación vehicular de la flota utilizada por los contratistas, lo que coadyuva a la fácil dispersión y asimilación de contaminantes en la cuenca atmosférica que seguirá siendo de buena calidad.

Procesos de erosión

Como primera medida de mitigación y compensación es que se reforestan 10.30 has de especies nativas en áreas aledañas utilizadas del proyecto. Al cubrir con especies nativas la superficie de 10.30 has donde se realizará el cambio uso de suelo la superficie da como resultado que se tendría una pérdida de suelo

² Entendida por: vivienda habitacional unifamiliar y plurifamiliar; vivienda habitacional con comercio en planta baja; vivienda habitacional mixta; vivienda habitacional con oficinas; centros de barrio y zonas de servicios educativos

de 43.93 ton/ha/año; como se puede apreciar la pérdida de suelo resultante por la ejecución del cambio uso de suelo es a nivel 452.45 ton/año con medidas se está regresando a su condición original.

Calidad del suelo

Quedará estrictamente prohibido almacenar residuos o materiales como aceites o hidrocarburos en zonas adyacentes donde pudiera presentarse el riesgo de derrames y/o arrastre de material, por viento o por escurrimientos, a barrancas o cañadas.

Se requerirá a los contratistas a implementar los Procedimientos de Control de Derrames, así como a atender al Programa de Difusión Ambiental, con la finalidad de asegurar que el personal conoce los procedimientos para evitar y atender un derrame.

se establecerá un programa de manejo integral de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, que serán manejados por empresas especiales y autorizadas con la finalidad de no exista ningún efecto de contaminación que modifique la calidad del suelo.

Manejo y disposición adecuada de las aguas residuales generadas en letrinas portátiles que serán establecidas de manera temporal durante las labores de preparación del sitio y construcción.

Se establecerá un **Programa de Mantenimiento Preventivo/Correctivo** para la maquinaria y/o equipos que serán utilizados durante las fases de preparación del sitio, construcción y operación, con la finalidad de evitar fugas de combustibles y/o lubricantes que puedan contaminar el agua originada por la precipitación pluvial.

Patrones de escurrimiento

Durante las actividades de operación del proyecto "**Parque Eólico Kabil**", se deben realizar actividades de reforestación necesarias para ayudar a la infiltración del agua y en la medida de lo posible, la acumulación de agua y erosión del terreno.

El material generado por los trabajos de desmonte, despalde y excavaciones se debe almacenar de manera temporal en los sitios designados para ello, evitando con ello bordos que modifiquen los patrones de escurrimiento del terreno. Este material se utilizará para rellenos y nivelaciones, y en caso

de tener material sobrante, éste se podrá disponer en bancos de tiro o sitios de disposición final debidamente autorizados.

Quedará estrictamente prohibido almacenar material en zonas donde pudiera presentarse el riesgo de arrastre de materia, por viento o por escurrimientos, a las cañadas ubicadas en las orillas de las mesetas.

Con dichas medidas se garantiza que los patrones de drenaje sigan con su funcionalidad principal de conducir el agua pluvial aguas abajo para su mejor canalización en la infiltración del SAR

Calidad del agua

Quedará estrictamente prohibido almacenar residuos o materiales como aceites o hidrocarburos en zonas adyacentes donde pudiera presentarse el riesgo de derrames y/o arrastre de material, por viento o por escurrimientos, a barrancas o cañadas.

Se requerirá a los contratistas a implementar los Procedimientos de Control de Derrames, así como a atender al Programa de Difusión Ambiental, con la finalidad de asegurar que el personal conoce los procedimientos para evitar y atender un derrame.

se establecerá un programa de manejo integral de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, que serán manejados por empresas especiales y autorizadas con la finalidad de no exista ningún efecto de contaminación que modifique la calidad del agua superficial y subterránea.

Manejo y disposición adecuada de las aguas residuales generadas en letrinas portátiles que serán establecidas de manera temporal durante las labores de preparación del sitio y construcción.

Se establecerá un **Programa de Mantenimiento Preventivo/Correctivo** para la maquinaria y/o equipos que serán utilizados durante las fases de preparación del sitio, construcción y operación, con la finalidad de evitar fugas de combustibles y/o lubricantes que puedan contaminar el agua originada por la precipitación pluvial.

Recarga de agua subterránea

Para recuperar el déficit ocasionado por el CUSTF, se realizarán medidas de mitigación y compensación mediante la reforestación de 10.30 has de las áreas las áreas aledañas al proyecto, lo que la infiltración

incrementa en un 7.41% (8,914.36 m³). Por lo que, con el cambio de uso de suelo con las medidas de restauración de especies nativas se garantiza que la tasa de infiltración sea igual a su condición original.

Disminución de cobertura vegetal y pérdida de individuos

Aún y cuando la remoción de la vegetación representa el 0.044%, se han establecido medidas de mitigación y compensación a la flora silvestre. Las especies que proporcionan la estructura de la vegetación por afectar, y el tipo de vegetación susceptible a remover (vegetación secundaria de selva media subcaducifolia) cuenta con una amplia distribución, los cuales van más allá de los límites propios del SAR 18.71%, motivo por lo cual se indican las siguientes medidas de mitigación y compensación siguientes:

- Se establecerá un programa de rescate de flora de aquellos arbustos susceptibles a ser reforestados y reubicados dentro de SAR con la finalidad de mantener la diversidad y abundancia de los individuos de mayor abundancia y diversidad, así como aquellas de interés etnobotánico, medicinal o comercial.
- Un programa de reforestación en una superficie de 10.30 ha (con una densidad de 400 plantas por hectárea) con un indicador de sobrevivencia del 85% como mínimo, incluye el manejo de especies nativas del tipo de afectación susceptible de afectación (las cuales serán obtenidas en vivero o rescatadas para posteriormente ser reubicados), incluyendo adicionalmente el manejo de las especies sujetas en el programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectada.

Por lo anterior, se puede concluir que el proyecto es compatible y prevé el cuidado y preservación de la cantidad de individuos presentes para evitar la tasa de la disminución de la cobertura vegetal presente.

Pérdida de individuos y estatus de protección de la fauna

Los resultados obtenidos señalan que el grupo de las Aves es el mejor representado tanto para el CUSTF y como SAR, es decir, este grupo se presentó dominante tal y como lo indica la riqueza específica y el índice de Shannon; es importante mencionar que sus valores son más altos en el SAR respecto al área de CUSTF mostrando condiciones semejantes o mejores para el SAR. Para el caso del grupo de Mastofauna y Herpetofauna se encontró, que existe una fuerte perturbación al ecosistema, ya que si bien, de

manera general cuenta con recursos básicos suficientes, como lo son refugio, agua, comida, el registro de especies grandes de mamíferos fue prácticamente nula, esto puede estar relacionado a la perturbación del sitio, debido a que éste se encuentra influenciado principalmente por la actividad agrícola, ocasionando así el desplazamiento de la fauna terrestre a lugares más tranquilos y menos perturbados para subsistir., motivo por lo cual se indican las siguientes medidas de mitigación y compensación siguientes:

- Un programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre con el objetivo de proteger las poblaciones registradas tanto en la superficie de cambio de uso de suelo como en el SAR en cuestión, con especial énfasis en la las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como de aquellos individuos de lento desplazamiento que se encuentren en el predio de CUSTF.
- Un programa de capacitación al personal, en el cual serán tratados los temas relacionados con la protección, cuidado y respeto de las especies de fauna, con énfasis en aquellas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Un programa de monitoreo de manera permanente en la etapa de operación, para evitar el menor número de colisiones de aves, una vez que se identifiquen las parvadas y se puedan incluir acciones de paro de los aerogeneradores, así como la de prever hábitat's alternos al parque eólico con la finalidad de cambio los sitios de percha, anidación y alimentación.

Por lo anterior, se puede concluir que el proyecto es compatible y prevé el cuidado y preservación de la cantidad de individuos presentes para evitar la tasa de la disminución de individuos de fauna presente.

Calidad paisajística

El programa de vigilancia ambiental y los programas específicos que lo integran son indicadores que ayudarán a absorber el impacto adverso a la calidad paisajística del entorno por la instalación de los aerogeneradores.

Por otro lado, se considera que con la ejecución de los programas, medidas y acciones de prevención, mitigación y compensación, los impactos ambientales que trae consigo el proyecto y previamente descritos en el Capítulo V, serán minimizados y a su vez, se pretende contribuir a mejorar la calidad

ambiental de la zona, repercutiendo con ello en el mantenimiento y mejoramiento de los servicios ambientales y por tanto a la continuidad de los procesos ecosistémicos que se desarrollan en la misma.

VIII.4.- Pronóstico ambiental

A continuación se establece el diagnóstico ambiental analizando y comparando los tres escenarios anteriores por componente ambiental:

En materia de ruido, el proyecto solo ocasionará un impacto adverso puntual que con base en el uso de la tecnología se minimiza garantizando que no rebasará la norma NOM-081-SEMARNAT-1994 específica para áreas abiertas, lo que garantiza una compatibilidad del proyecto con los niveles de ruido de fondo existentes.

Par el caso de las emisiones de gases contaminantes provenientes de los equipos y vehículos en operación, el impacto es temporal y puntual, debido a que solo se presentará durante la etapa de preparación del sitio y construcción, que con base en las medidas de mitigación establecidas se reduce y minimiza y ocasiona un efecto acumulativo.

En el caso de los procesos erosivos existe un impacto adverso significativo debido al CUSTF que puede incrementarse al doble de la pérdida de suelo, sin embargo con las medidas de mitigación se recupera déficit del suelo erosionado a su condición inicial.

En cuanto a la calidad del suelo y del agua con base en las medidas de prevención, mitigación y compensación se garantiza que el impacto adverso puntual y reversible se minimiza o elimina mediante el manejo ambientalmente adecuado de los residuos líquidos y sólidos generados durante la etapa de preparación del sitio y construcción.

En cuanto a los patrones de escurrimientos y la infiltración del agua pluvial, la afectación es casi nula debido a la condición natural del predio de las pendientes existentes, sin embargo con las medidas de mitigación de reforestación de las áreas aledañas se elimina el impacto puntual, temporal y reversible, garantizando que los perfiles de escurrimiento y filtración del agua pluvial se mantienen en la funcionalidad actual del predio y del SAR.

En cuanto a la biodiversidad presente de flora y fauna, en materia de estatus de protección de flora no existen dentro del proyecto especies listadas, sin embargo para la fauna existen tres especies listadas

siendo mayoría las aves, que con base en el programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna y flora se garantiza y minimiza el impacto de la pérdida de individuos y con base en los procesos de restauración se mantienen y equilibra la superficie de cobertura vegetal presente, dando como resultado una continuidad de funcionamiento de hábitat integral.

Entre los efectos ecológicos más significativos de las centrales eólicas pueden citarse la pérdida de vegetación y muerte de aves y murciélagos. Sin embargo la dimensión y localización de este Proyecto analizado hace prever que las condiciones físicas y naturales del entorno tendrán algunos impactos, es por eso que se han propuesto medidas de mitigación para estos impactos sean menores.

Por último, el paisaje, es uno de los componentes más complicados de asimilar las medidas de mitigación y prevención por la introducción de agentes externos que no se encontraban originalmente, como lo son los aerogeneradores, la línea de transmisión, la subestación y los edificios y caminos, los cuales no serán fácilmente absorbidos por el entorno, sin embargo si puede armonizarse su operación y estética para mejorar su efecto visual sea mejor mimetizado en el entorno y menos perceptible al entorno.

VIII.5.- Evaluación de alternativas

El escenario menos deseable para el SAR y área del proyecto es sin lugar a duda “la ejecución del proyecto sin medidas de mitigación”, ya que de efectuarse, se afectarán de manera adversa diversos componentes ambientales. Entre los impactos ambientales más importantes se encuentran la pérdida de suelo, la pérdida de cobertura vegetal y la afectación de individuos de flora y fauna.

Por otra parte, se tiene que el escenario más deseable y ambientalmente viable para el SAR y área del proyecto, es la ejecución del mismo con medidas de mitigación. En donde, si bien existen impactos adversos a lo largo de las etapas de preparación del sitio, de construcción y de operación y mantenimiento, algunos serán temporales, otros prevenidos, mitigados y en algunos casos compensados con la correcta ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), así como de todos sus componentes (subprogramas, acciones y medidas específicas), previamente estipulados en el capítulo VII de este DTU.

Asimismo, y sin dejar a un lado, la correcta ejecución del proyecto traerá consigo beneficios al componente social, y ambiental, al inyectar recursos a la zona y obtener una energía limpia o ambientalmente sustentable. Por otro lado, el escenario del SAR y área del proyecto sin la ejecución del mismo, muestra tendencias al deterioro (usos de suelo no compatibles con la vocación natural de la zona), al crecimiento desordenado (cambios de usos de suelo) y a la pérdida de biodiversidad (caza furtiva, aprovechamientos mayores a la capacidad de recuperación).