RESUMEN EJECUTIVO

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL-REGIONAL

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

La central fotovoltaica, ubicada en el municipio de Chemáx, Yucatán, con una superficie de 6,514,530.31 m^2 (651.453031 Ha). En ella, se desarrollarán actividades que consisten en la construcción y operación de una central de generación eléctrica por medio de módulos solares, inversores, transformadores, banco de compensación reactiva y estructuras de soporte, con una capacidad de 281.5 MW, que tiene como objetivo la generación de energía eléctrica, la cual, será utilizada para su distribución en la zona de Yucatán.

La Central Fotovoltaica se encuentra ubicada a un costado de la carretera Federal 180 D Kantunil-Cancún y a su vez, colinda en diferentes puntos del polígono con el pueblo de Santa Cruz Chemáx, en la figura 1 se muestra el detalle de la ubicación del área del proyecto.

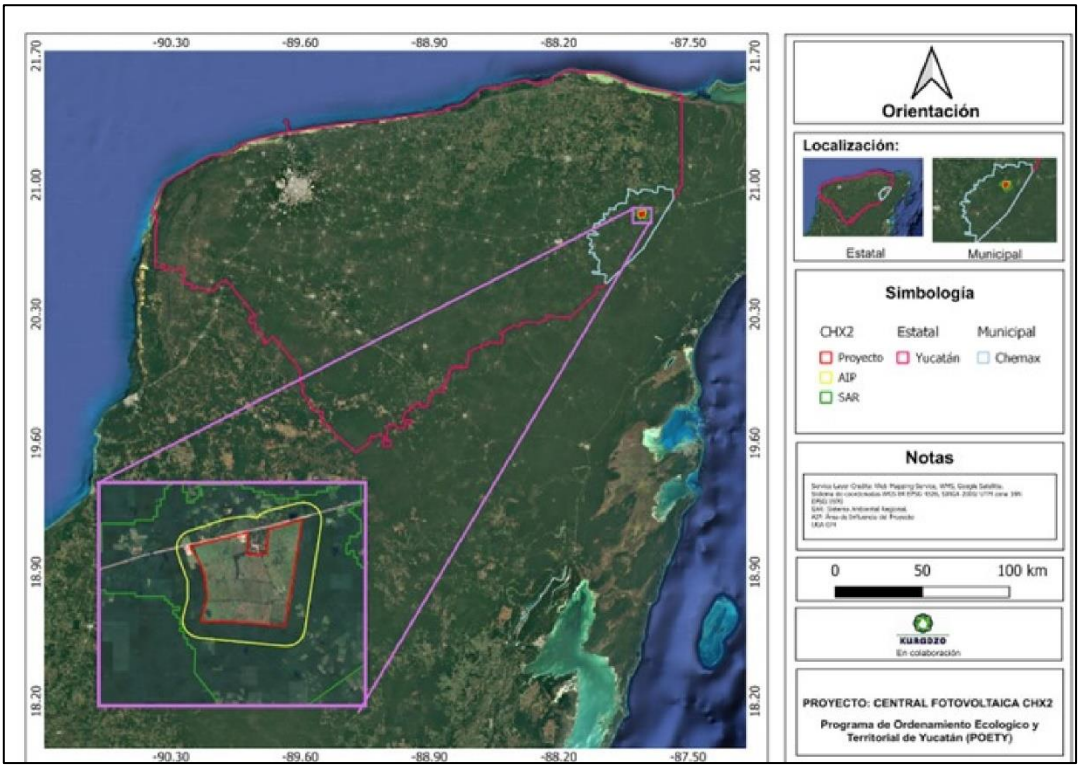


Figura 1. Ubicación del área del proyecto

La Central Fotovoltaica Chemax Solar, en el que se realizaran todas las actividades del proyecto, incluye:

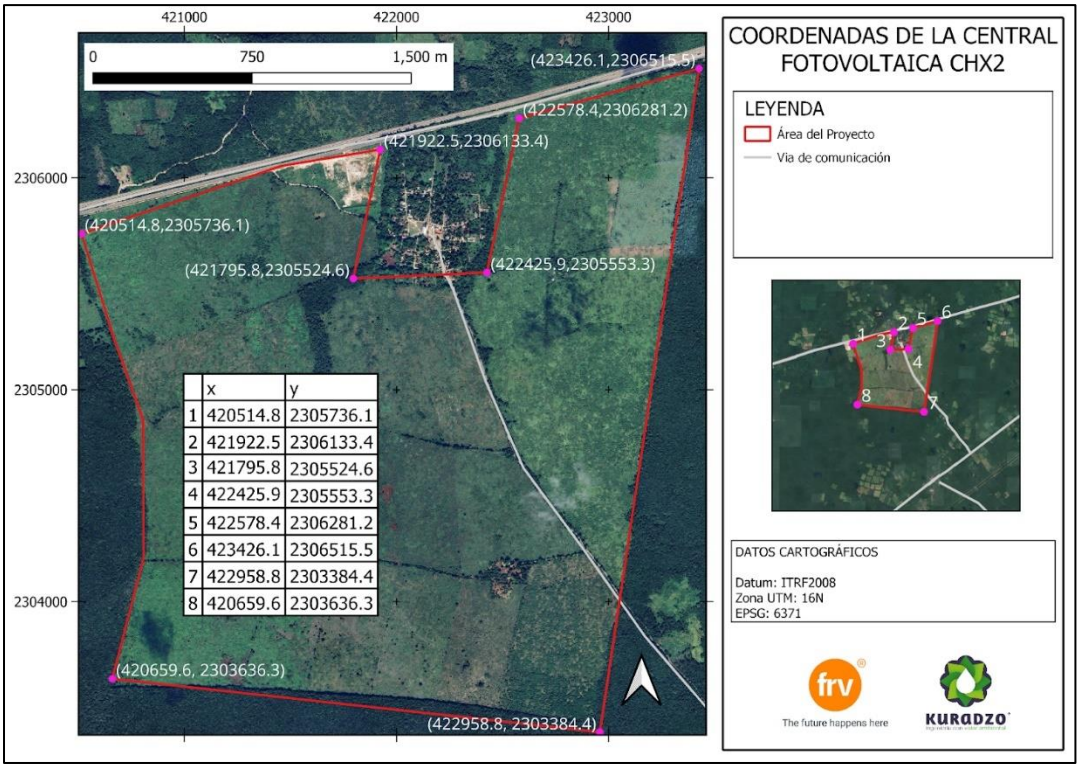
- Implantación fotovoltaica
- Subestación maniobras
- Subestación elevadora
- Subestación de interconexión
- Tubería de suministro de agua

- Tubería de descarga de agua residual
- Camino de acceso temporal para personal

En total, se contempla una vida total de 27 años y 5 meses, considerando las etapas de construcción, operación, mantenimiento y cierre de sitio.

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO

El proyecto consiste en la construcción y operación de un parque fotovoltaico, el cual responde al nombre de **"Chemax Solar",** el cual se ubicará en el municipio de Chemáx, Yucatán, promovido por la empresa FRV SERVICES MÉXICO S. de R.L. de C.V., dicha central tendrá una capacidad de generación de 281.5 MWp mediante el aprovechamiento de energía solar, el área del proyecto cuenta con una superficie de 6,514,530.31 m^2 (651.453031 Ha), tal y como se aprecia en la figura 2.



	x	y
1	420514.8	2305736.1
2	421922.5	2306133.4
3	421795.8	2305524.6
4	422425.9	2305553.3
5	422578.4	2306281.2
6	423426.1	2306515.5
7	422958.8	2303384.4
8	420659.6	2303636.3

Figura 2. Superficie considerada para el proyecto

El proyecto de Chemax Solar es un conjunto de obras y actividades, considera la implantación fotovoltaica, subestación de maniobras, subestación elevadora, subestación de interconexión, tal como se aprecia en la figura 3. Además, se prevé la tubería de suministro de agua, tubería de descarga de agua residual, camino de acceso temporal para el personal y áreas temporales de maniobras en construcción.

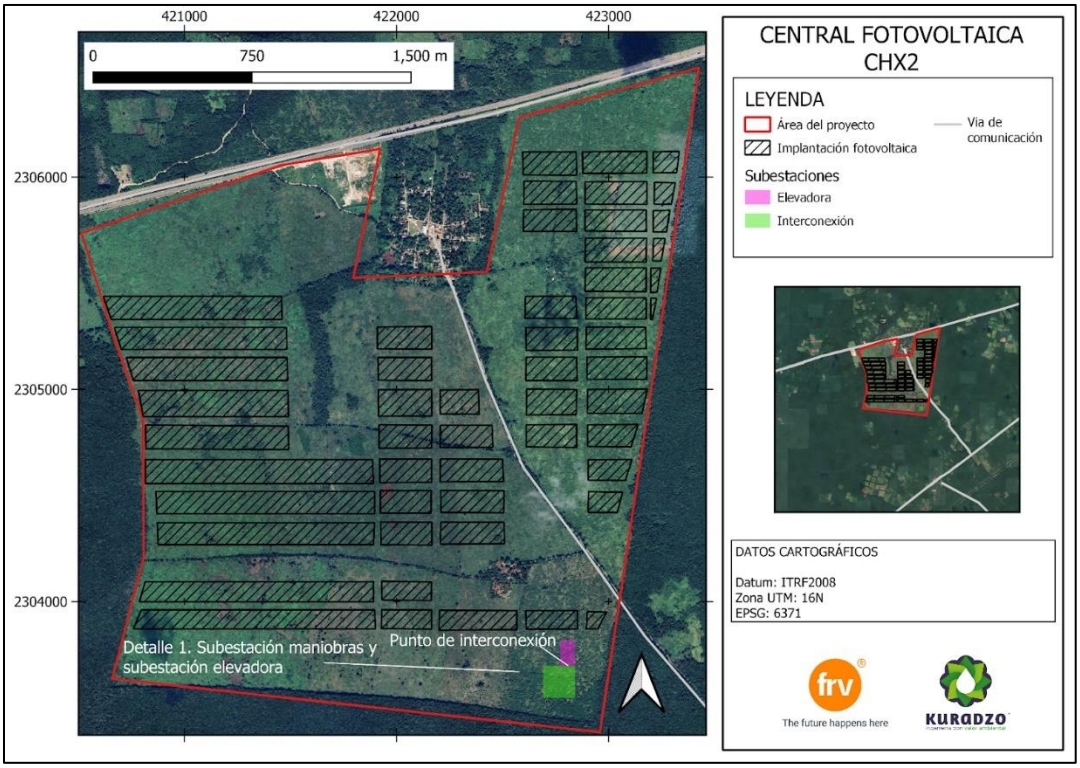


Figura 3. Superficie considerada para el proyecto

Chemax Solar estará compuesta por módulos solares de 690 W de capacidad en corriente directa, así como de inversores que convertirán la corriente directa en corriente alterna con una potencia de inversión aparente de 330 $[KVA]_{AC}$, potencia real máxima de 330 $[KW]_{AC}$ y una potencia nominal de 300 [KW], de tal modo que la capacidad del parque será la siguiente:

- Capacidad instalada: 264 MW
- Capacidad máxima: 281.5 MWp
- Corriente alterna: 230 $MW_{AC\text{-}Neto}$

El equipo principal con el que contará la planta se describe en la tabla 1.

Tabla 1. Infraestructura y equipamiento principal del Proyecto Chemax Solar

No	Equipo	Descripción	Cantidad
1	**Panel fotovoltaico**	Dimensiones (LxWxH): 2,384 x 1,303 x 33 mm Peso: 38.3 kg Temperatura de operación: -40°C~ +85°C Fusible: 35ª Capacidad (Potencia): 690W Calibre de cable de conexión: 4 mm2 (IEC), 10 AWG (UL)	**408,000**
2	**Inversores**	Dimensiones (LxWxH): 1,048 x 732 x 395 mm Peso: 112 kg Grado de protección: IP66 Temperatura de operación: -25°C~ +60°C Potencia aparente máxima: 330 $[kVA]_{AC}$	**800**

No	Equipo	Descripción	Cantidad
		Potencia real máxima: 330 $[MW]_{AC}$ @fp=1 Potencia nominal: 300 $[kW]_{AC}$	
3	**Transformador MT**	Nivel de tensión: 34.5/0.8 Kv Capacidad (Potencia): 6,300 kVA@40°C / 5,400 kW@50°C Grado de protección: IP54 Temperatura de operación: -25°C a + 60°C	**37**
4	**Transformador de potencia**	Nivel de tensión: 230/34.5 Kv Capacidad (Potencia): 230/250 MVA ONAN/ONAF Frecuencia de operación: 60 Hz Intercambiador de Taps: Automático Impedancia: ($sec_{1\text{-}2}$) 14%, (sec_{0}) 10%	**1**
5	**Banco de capacitores (Compensación reactiva)**	Nivel de tensión: 34.5 Kv Capacidad: 50 MV Ar Conexión: Estrella con neutro flotante Altitud de operación: 50 msnm Frecuencia: 60 Hz	**1**
6	**Tracker (Estructura de soporte)**	Inclinación +60°/-60° Pitch: 7.3m Orientación del eje: Sur-Norte	**4514**

Justificación

En México es indispensable desarrollar más y mejores modos de generación de energías, que asuman la responsabilidad ambiental que conlleva la producción de estas. En este sentido el desarrollo de proyectos de energías renovables es una tendencia a nivel mundial y con una inercia de alta implantación en México. De este modo se asegura la independencia energética ante proyectos de generación del tipo contaminante, como las termoeléctricas a carbón o diésel.

El sitio fue seleccionado principalmente por la disponibilidad de radiación solar, misma que es el insumo principal para la generación de la energía que se plantea para este proyecto, aunado a ello, los criterios ambientales, técnicos y socioeconómicos que se detallan a continuación:

De acuerdo con al diseño e ingeniería del proyecto, las características del terreno permiten el trazo, construcción y operación del proyecto, se considera que el área cumple con las condicione necesarias para que el proyecto pueda desarrollarse en el sitio seleccionado.

La localización del Proyecto es una zona óptima y privilegiada en términos de niveles de radiación recibidos, además de ser un lugar con escasa nubosidad. La radiación en el municipio de Chemáx de acuerdo con el Inventario Nacional de Potencial de Energías Renovables es en promedio de 5.25-5.69 kWh/m^2-Día.

En el desarrollo del proyecto se crearán un total de 660 empleos directos e indirectos, por lo que, contribuirá a mejorar de manera significativa la economía local, reflejando paulatinamente cambios positivos en la satisfacción de algunas de las necesidades básicas de los trabajadores y sus respectivas familias involucradas, ya que las actividades productivas locales son poco remunerables y estables para el ingreso de la economía local.

Se encuentra fuera de Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICAS), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), y sitios RAMSAR. Sin embargo, en virtud de que el presente proyecto contempla actividades que pueden impactar a los componentes ambientales, se establecerán medidas que permitirán prevenir, mitigar y compensar aquellos impactos ambientales.

Inversión requerida

La inversión requerida para la instalación del proyecto Chemax Solar, incluyendo los trabajos necesarios para acondicionar el predio, la obra civil, la construcción, los insumos y e personal necesario, es de **$184 millones de dólares.**

Tabla 2. Costos de inversión

Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Abandono	Medidas de prevención, mitigación y/o compensación	Total
1,000,000.00	**120,000,000.00**	**40,000,000.00**	**13,000,000.00**	**9,200,000.00**	**184,000,000.00**

El desarrollo del Proyecto será mediante un esquema de financiamiento por medio de fideicomisos de préstamos bancarios**.**

Programa de trabajo

En la Tabla 3. se muestra el programa de trabajo calendarizado correspondiente a todas las etapas, se muestran las actividades a realizar para la etapa de preparación del sitio, construcción y puesta en servicio con una duración de **17 meses**. Además, se presenta el programa de trabajo para la etapa de operación y mantenimiento de la Central con una duración de **25 años**. Finalmente, se muestra el programa de trabajo para el desmantelamiento de la instalación en caso de abandono del sitio considerando **12 meses.**

Tabla 3. Cronograma de trabajo general

ACTIVIDADES	TIEMPO EN AÑOS																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16-25					26	27
Diseño e ingeniería																						
Preparación del sitio																						
Construcción																						
Operación y mantenimiento																						
Abandono y desmantelamiento																						
Nota: en todas las etapas del Proyecto se considera la contratación de mano de obra y la operación de maquinarias y vehículos.																						

Tabla 4. Actividades por etapa de proyecto

Actividades por etapa	
Preparación del sitio	Levantamiento Topográfico
	Desmantelamiento
Construcción	Cortes y nivelaciones
	Construcción de caminos interiores y drenaje
	Canalizaciones
	Cimentación de estructura de soporte
	Instalación de módulos
	Obra eléctrica BT
	Obra eléctrica MT
	Obra eléctrica AT
	Cerco perimetral y seguridad
	Subestación de elevadora
Operación y mantenimiento	
Desmantelamiento	Desmantelamiento de equipos e infraestructura
	Restauración de zona ocupada

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

Ordenamientos jurídicos aplicables

Orden federal

Para el ejercicio que nos ocupa, se revisó y analizó la legislación nacional federal en materia ambiental además de aquella que resulta aplicable al sector eléctrico en el que se inserta el Proyecto, con el fin de evidenciar su cumplimiento y demostrar la viabilidad jurídica. En la figura 4 que se presenta a continuación se sintetizan los ordenamientos jurídicos federales vinculados con el Proyecto.

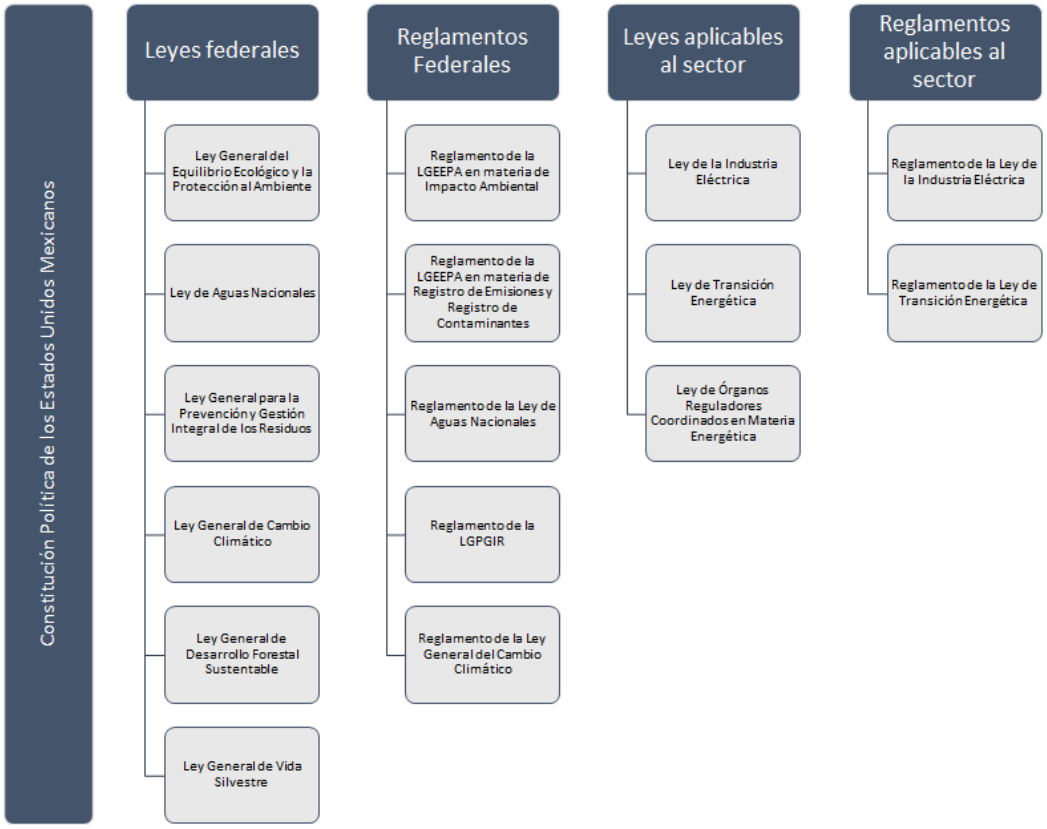


Figura 4. Ordenamientos jurídicos federales vinculados con el Proyecto

Orden Estatal y Municipal

Con el fin de ahondar en el cumplimiento jurídico del Proyecto, se realizó la revisión y análisis de la legislación en materia ambiental de orden estatal y municipal, encontrando vinculantes con los ordenamientos que se muestran a continuación:

- Ley de protección al medio ambiente del estado de Yucatán.
- Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del estado de Yucatán.

- Ley para la gestión integral de los residuos en el estado de Yucatán
- Reglamento de la Ley para la gestión integral de los residuos en el estado de Yucatán.
- Ley para la protección de fauna en el estado de Yucatán
- Reglamento de la Ley de Cambio Climático del estado de Yucatán.
- Ley del Desarrollo Forestal Sustentable del estado de Yucatán.
- Ley de prevención y Combate de incendios Agropecuarios y Forestales del Estado de Yucatán.
- Ley de protección y fomento Apícola del estado de Yucatán.
- Reglamento de la Ley de Protección y Fomento Apícola del estado de Yucatán.
- Ley de asentamientos humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano en el estado de Yucatán.
- Ley de movilidad y Seguridad Vial
- Ley de Procuración de Justicia Ambiental y Urbana del estado de Yucatán.
- Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán en materia de cenotes, cuevas y grutas.

Instrumentos de Ordenamiento Territorial

Los instrumentos de ordenamiento territorial tienen por objeto la planificación y gestión para el uso del territorio como medio para alcanzar la sostenibilidad ambiental, social y económica, es decir, estos instrumentos buscan que las actividades realizadas en el territorio de estudio puedan utilizar los recursos de este sin rebasar su capacidad de regeneración de una manera rentable y viable. De manera general existen dos tipos de ordenamientos territoriales, los enfocados a la planeación urbana y los dirigidos a la política ambiental (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2015).

En la figura 5 se presentan los instrumentos de ordenamiento territorial aplicables; así como restricciones, usos del suelo permitidos o prohibidos y compatibilidad del Proyecto con los criterios marcados por los planes de desarrollo urbano.

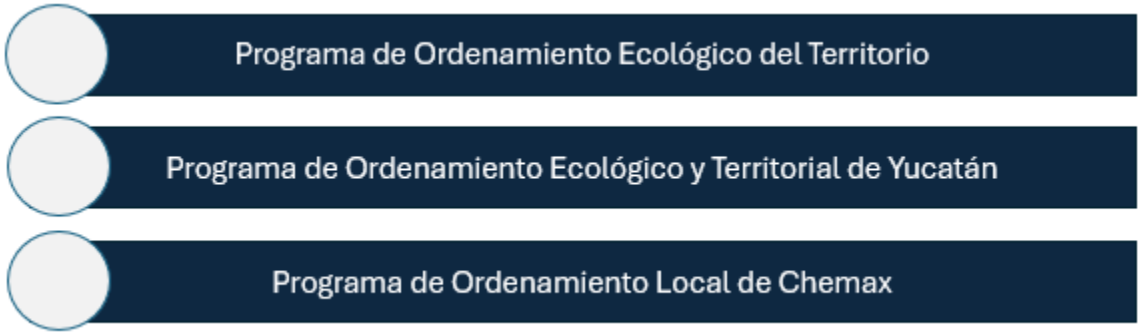


Figura 5. Instrumentos de ordenamiento territorial vinculados con el Proyecto

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

La delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) se realizó en función de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) en la que está inserta el proyecto por el norte, este y oeste, incluyendo el poblado más cercano y las vías de comunicación más cercana al proyecto delimitando el SAR por el costado sur.

Por otro lado, la Área de Influencia del Proyecto (AIP) se definió a los alrededores en función de las fases relevantes del proyecto, la cual pudiera verse afectada por impactos directos negativos o positivos moderados a no significativos. Se consideró un buffer de 500 metros alrededor del proyecto, lo cual abarca en su totalidad el poblado de Santa Cruz y sobrepasa la carretera 180D Kantunil-Cancún, que es la vía de principal acceso al área del proyecto.

La superficie del AIP es de 14.76km^2 de color naranja, y queda circunscrita dentro del SAR con un área total de 36.57km^2 en color amarillo tal como se aprecia en la figura 6. Asimismo, el margen que comprende el Área de Influencia del proyecto es suficiente para analizar las interacciones más importantes, permitiendo realizar una evaluación más completa de los posibles impactos que se presentarán en el Sistema Ambiental Regional (SAR) derivado de las actividades del proyecto.

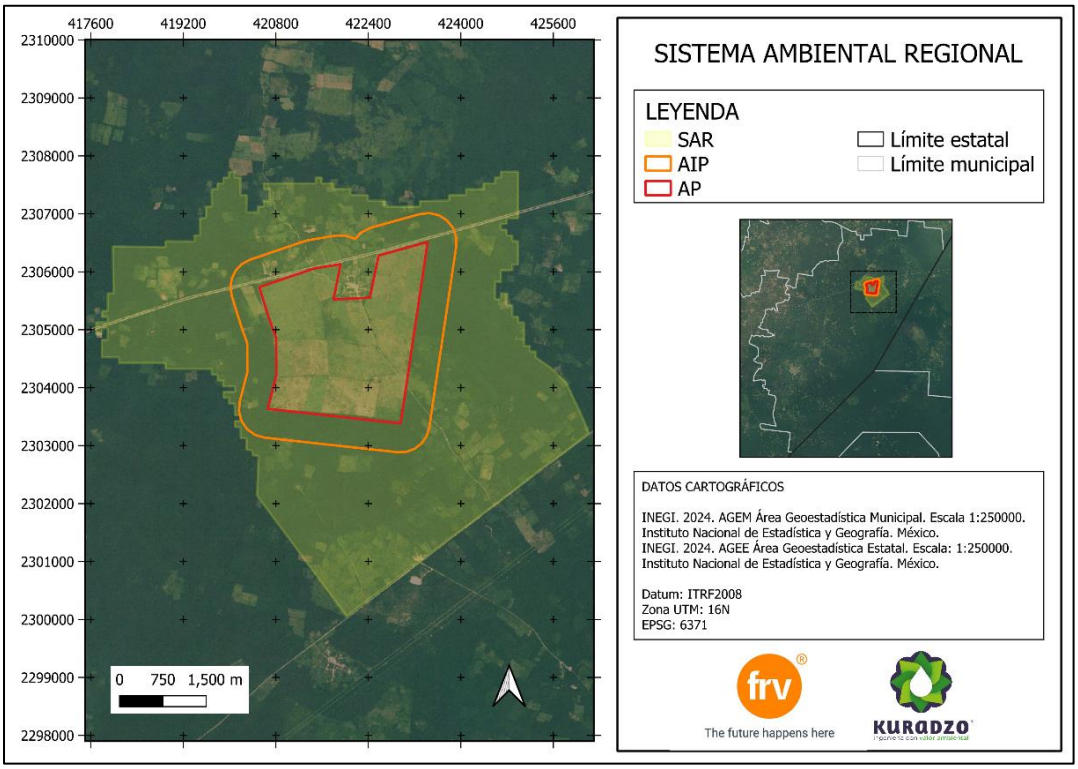


Figura 6. Delimitación del AIP y del SAR

Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR.

Este segmento describe retrospectivamente la calidad ambiental del SAR, de esta manera, se detalla su estructura y funcionamiento mediante el análisis de los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos que tienen una relevancia significativa, los cuales se sintetizan a continuación:

Para el clima específicamente en el municipio de Chemax, se tiene el registro del clima **Aw1(x´)** Cálido subhúmedo, con una temperatura media anual de 26.8°C y un registro de temperatura del mes más frío mayor a 18°C, mientras que la precipitación tiene un promedio anual de 90.9 mm/m^2. Por lo tanto, en el área del SAR y en el AIP se tiene la influencia del clima: Aw1(x´) Cálido subhúmedo.

En cuestión de sequias se tiene que correspondiente a datos del periodo de años de 1978 a 2022, los meses con mayor sequía corresponden a **enero**, **marzo y abril** y los meses con mayor precipitación son **junio, agosto y septiembre.**

Los vientos dominantes en la región vienen de dirección sureste-noroeste y este-oeste. De la estación climática número 31019 ubicada al sureste a una distancia de 140 km aproximadamente, en el municipio de Cantamayec, Yucatán, se obtuvieron los datos del periodo de 1981 a 2000 en donde la velocidad promedio anual del viento máximo, es de 9.4 m/s de magnitud media. Adicionalmente De acuerdo con la clasificación del mapa de isotacas de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), el área pretendida para el proyecto se encuentra dentro de la **zona 4**, que corresponde a una zona de vientos moderados en la consulta se registra una velocidad de viento local de 130 km/hr.

El área del SAR como el AIP se presenta una geología de rocas sedimentarias, las cuales se caracterizan por el carbonato de calcio, denominado como zona de karst; relacionado a esto el tipo de suelo predominante tanto en el SAR como en el AIP son los leptosoles, así como en una pequeña fracción del SAR por el lado noreste se presenta suelo de tipo phaeozem.

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el Instituto Nacional de Ecología (INE) y el INEGI, la Península de Yucatán está clasificada dentro de la Región Hidrológico Administrativa XII, a la cual corresponden tres regiones hidrológicas, Yucatán Este, Oeste y Norte.

En Yucatán no existen corrientes superficiales (ríos, lagos...), salvo cuerpos de agua temporales, debido a las características del subsuelo cárstico, por lo que la única fuente de abastecimiento de agua potable para las distintas actividades de la sociedad es el agua subterránea.

Para efecto del presente proyecto, resulta relevante la vulnerabilidad de cambio climático relacionada con incendios forestales y fenómenos metrológicos.

Para el área del proyecto en cuestión del nivel de amenazas de incendios forestales es medio. No obstante, en el caso de fenómenos meteorológicos relacionado a ciclones tropicales (depresión tropical, tormenta tropical e huracanes) se presenta un nivel de frecuencia de depresión tropical durante los periodos de año de 1851 a 2023 **alto**, mientras que, el nivel de frecuencia de tormenta tropical una fracción es **media** y otra **alta.** Sin embargo, en el municipio de Chemax se tiene un nivel de vulnerabilidad baja en cuestión de inundaciones.

En lo que respecta al uso de suelo y tipo de vegetación asociado al sistema ambiental regional (SAR) donde se ubica el área del proyecto (AP), se identifican 3 usos de suelo y 3 tipos de vegetación según el Conjunto de datos vectoriales de la carta de Uso del suelo y vegetación serie VII del INEGI, tal y como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5 Uso de suelo y vegetación presentes en el SAR

Nro.	Uso de Suelo y Vegetación	Área (ha)	Superficie (%)
1	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	608.97	16.65
2	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	141.27	3.86
3	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	1162.77	31.81
4	Pastizal cultivado	1395.46	38.16
5	Asentamientos humanos	30.42	0.83
6	Agricultura de temporal anual	317.97	8.69
	Total	**3656.87**	**100**

Tal como se resumen en la tabla anterior, la mayor proporción de uso de suelo presente en la delimitación del SAR es el pastizal cultivado, abarcando el 38.16% del área, seguido por la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia con un 31.8%. Es importante destacar que la suma de la vegetación secundaria alcanza un 51.82%, es decir, poco más de la mitad del SAR.

El tipo de vegetación y uso de suelo predominante que se reporta para el Área de Proyecto (AP) de este proyecto de acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación serie VII Escala 1:250 000 del INEGI 2021 corresponde principalmente al tipo de uso de suelo es el PASTIZAL CULTIVADO, tal y como se describe en la tabla 6.

Tabla 6 Uso de suelo y vegetación presentes en el AP

Nro.	Uso de Suelo y Vegetación	Área (ha)	Superficie (%)
1	Asentamientos humanos	1.48	0.24
2	Pastizal cultivado	589.86	96.29
3	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	9.93	1.62
4	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	11.32	1.85
		Total	100

Tal como se resumen en la tabla anterior, la mayor proporción corresponde a pastizal cultivado, siguiendo coherencia con la descripción realizada a nivel del SAR, pero en mayor proporción dada la escala.

En la figura 7 se muestra el uso de suelo y vegetación tanto para el AP y el SAR.

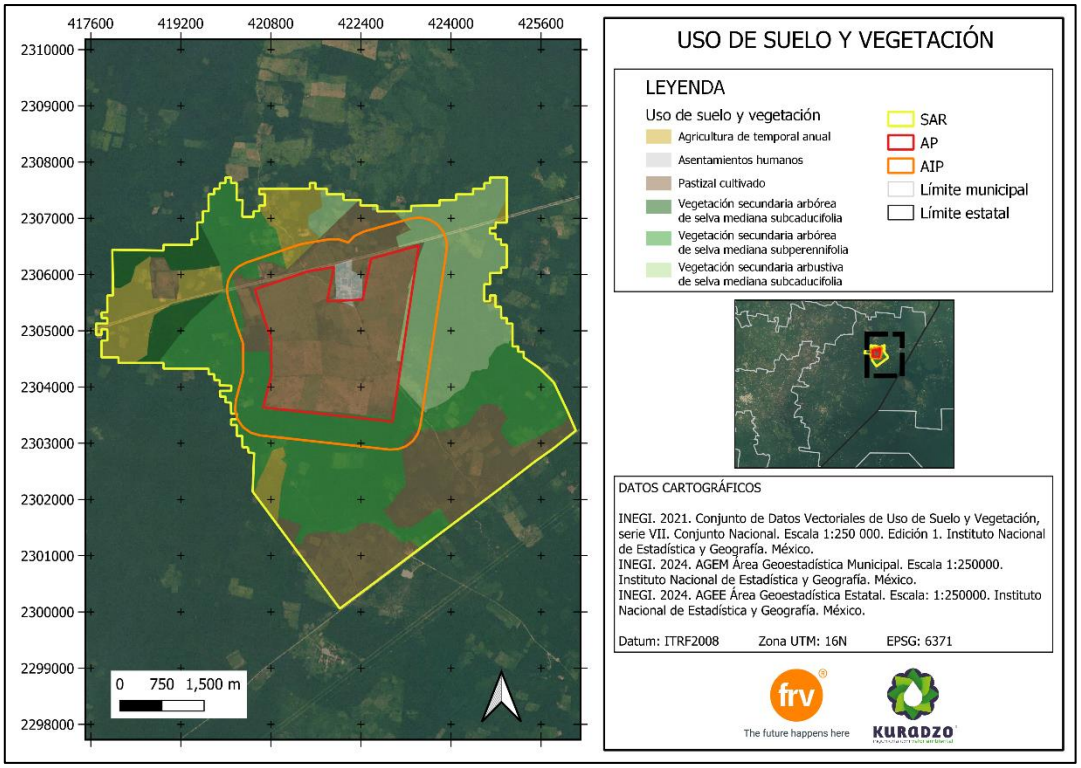


Figura 7. Tipo de vegetación y uso de suelo en SAR y AP

Respecto a la riqueza de especies del Área del Proyecto (AP), realizado a través de muestreos dirigidos no aleatorios, en el cual se realizó en distintas áreas donde se podrían percibir las afectaciones.

Acorde con la información obtenida en campo y presentada en el Listado florístico de especies registradas en el área del proyecto, se realizaron los análisis de riqueza taxonómica, según forma de vida, estatus de distribución y categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Para la riqueza taxonómica en el predio se registró la presencia de 61 especies repartidas en 26 familias y 57 géneros. De acuerdo con el análisis por familia botánica, se observa que predomina la familia *Fabaceae*. Por otra parte, el análisis de riqueza según la forma de vida, indica que 21 son herbáceas, 20 son arbustivas, 18 especies son arbóreas y 2 son palmas. Para la familia predominante, *Fabaceae*, se presentan 9 especies arbóreas, 8 arbustivas y una herbácea. La composición de la riqueza según forma de vida se puede apreciar en la figura 8.

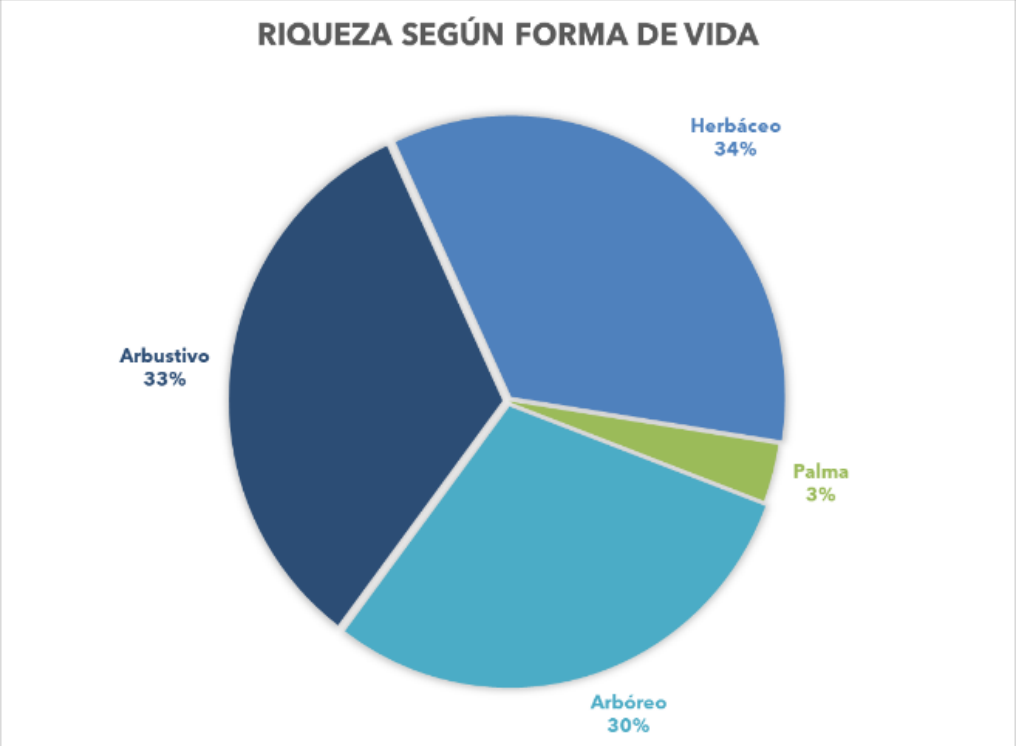


Figura 8. Grafica Riqueza según forma de vida en el predio

Acorde los análisis de riqueza presentados el área donde se ubica el polígono del proyecto predominan especies nativas, donde la mayor parte son herbáceas. Por otra parte, solo se encontró una especie clasificada con categoría de riesgo como sujeta a protección especial, es decir aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

En la figura 9, se presenta el mapa de cobertura y tipo de vegetación de acuerdo con la digitalización de coberturas y el trabajo de campo realizado. En el mapa se puede observar que predomina la vegetación preferentemente secundaria descrita de la siguiente manera: *Pastizal inducido con vegetación secundaria*, vegetación secundaria arbórea y arbustiva (Cerco vivo) y vegetación secundaria de selva baja caducifolia. Esto se determinó de acuerdo con las especies registradas y la condición de la comunidad vegetal. Adicionalmente en la tabla 7 se presentan las áreas para cada tipo de cobertura.

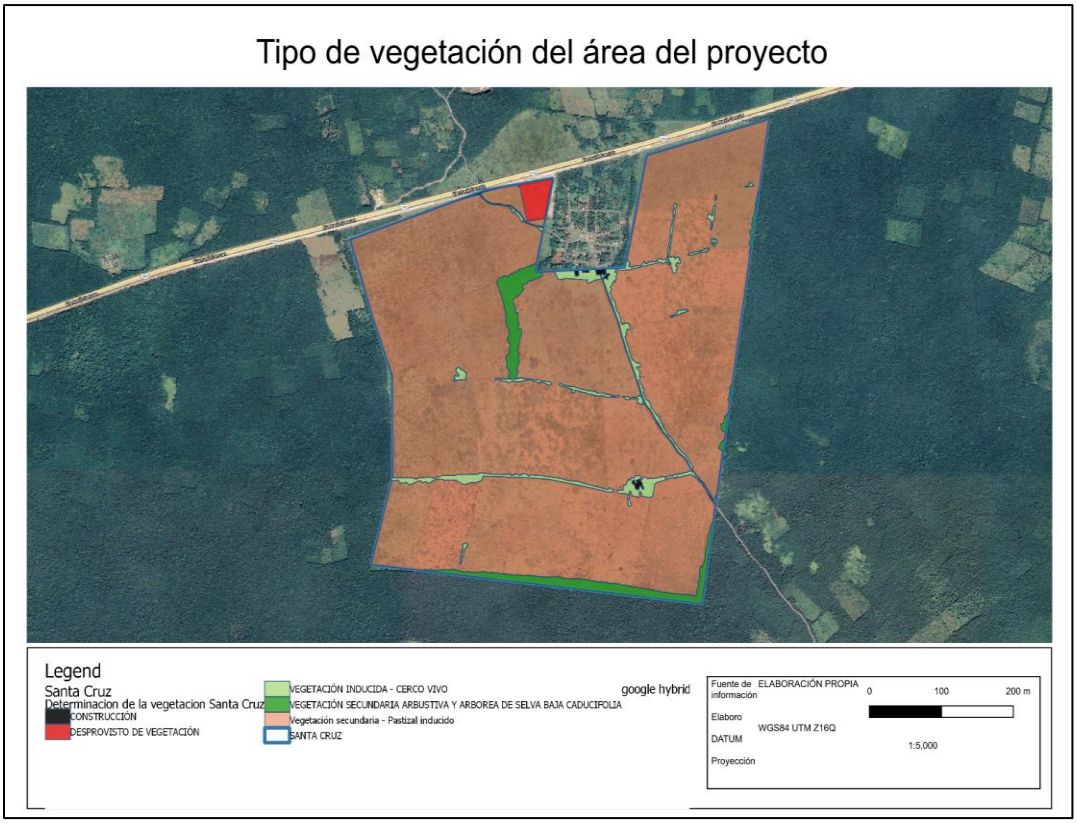


Figura 9. Determinación de la vegetación del área del proyecto

Tabla 7. Superficie por tipo de cobertura en el predio del proyecto

Cobertura	Área (Ha)	Área (m^2)	Porcentaje (%)
Construcción	2	23,942	0.39%
Desprovisto de vegetación	4	44,832	0.73%
Vegetación inducido - Cerco vivo	17	169,686	2.77%
Vegetación secundaria - pastizal inducido	570	5,700,681	93.06%
Vegetación secundaria arbustiva y arbórea de selva baja caducifolia	19	186,952	3.05%
Total	613	6,126,092	

Respecto a la caracterización de la fauna del área del proyecto se utilizaron las siguientes metodologías por grupo faunístico:

- Metodología de revisión de micro ecosistemas para anfibios y reptiles.
- Metodología de recuentos en punto o puntos de conteo para aves.
- Metodología de identificación y extracción de huellas y/o excretas para mamíferos medianos y grandes.

De manera preliminar se obtuvo una diversidad total de 57 especies de fauna silvestre; quedando de la siguiente manera: 1 especie de anfibio, 2 especies de reptiles, 50 especies de aves y 4 de mamíferos; cómo se puede ver en la gráfica de la figura 10.

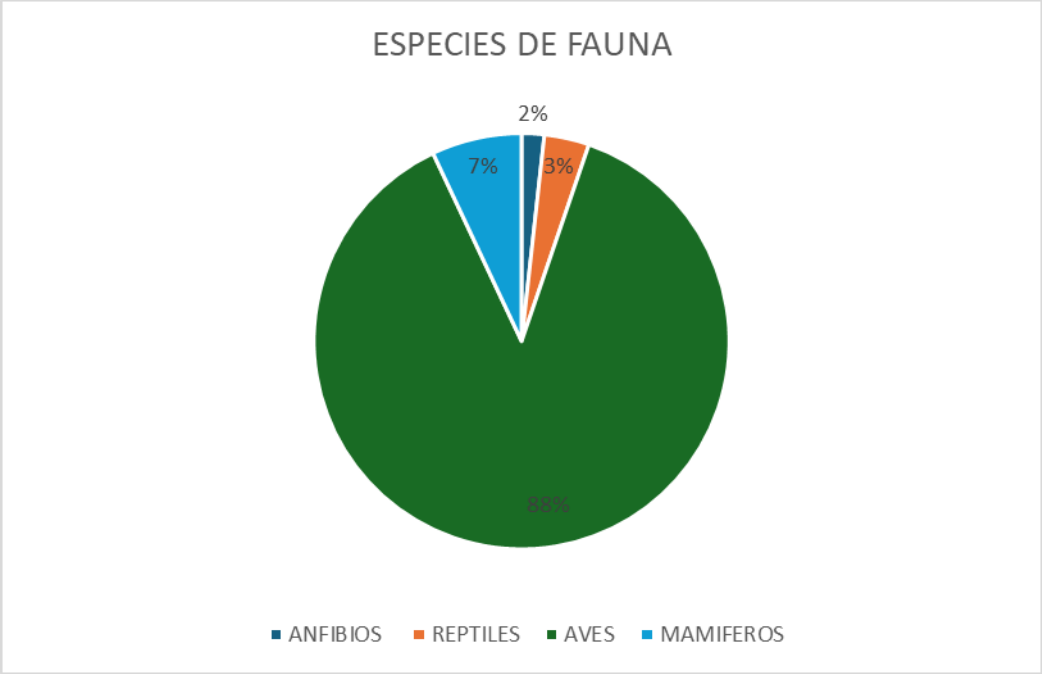


Figura 10. Gráfica de distribución de las especies de fauna registradas en el área del proyecto

Para el caso de reptiles se registra la presencia de la especie ***Ctenosaura similis*** **(iguanidae)** en el área del proyecto (de igual manera fue avistada en el área urbana), siendo una especie tolerante a sitios con presión antropogénica a pesar de encontrarse en una categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Por otro lado, para el caso de aves se registró la presencia de **5 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 *(Amazona albifrons, Eupsittula nana, Crypturellus cinnamomeus, Passerina ciris*** **y *Vireo pallens*),** estas especies fueron avistadas cerca del proyecto o de paso debido a las zonas conservadas aledañas al área del proyecto o debido a que en su dieta podemos encontrar semillas; para el caso del *Vireo pallens* este puede ser avistado en sitios perturbados, así como en sitios conservados al ser muy generalista.

En cuestión de mamíferos no se registra la presencia de especies enlistadas en la NOM-059.

Estado de conservación del SAR y AP

Para precisar el estado de conservación del SAR y del AP se toma como referencia el grado de conservación de la vegetación a través de diversos criterios, en ellos básicamente se analiza el efecto de los factores externos sobre los componentes de la vegetación. Para ello se consideran tres grados de alteración.

Estado de conservación SAR

Dado que su principal tipo de suelo corresponde a vegetación tipo secundaria, con una representación del 51.82% del total del SAR y que como ya se mencionó, corresponde a una vegetación primaria eliminada o alterada, es significativamente diferentes a la original y además abarca un 38.16% pastizal cultivado como agroecosistema. Por lo anterior es posible clasificar la alteración como un nivel II, es decir, que se encuentra desequilibrado de manera significativa pero aún existen elementos del ecosistema inicial.

Estado de conservación AP

El área de proyecto tiene una predominancia de cobertura por pastizal cultivado con vegetación secundaria y un área construida como se comprobó en la visita, ya que se cuenta también con el casco de rancho. Esto se refuerza al observar mediante servicio histórico de imágenes satelitales (Google earth pro) que el predio presenta un manejo intensivo realizado entre el 2006 – 2010, incrementando el área productiva a lo largo del tiempo y disminuyendo de manera gradual el parche de mayor cobertura arbórea del predio. Adicionalmente, se atraviesa el área de proyecto con un camino trazado desde la carretera principal 180D Cancún - Kantunil y se extiende hasta la carretera 180 costera del Golfo.

Dadas las características anteriores, se considera que el AP se encuentra en un nivel de alteración II. Es decir, cuando el sitio se encuentra desequilibrado de manera significativa pero aún existen elementos del ecosistema inicial y que se pueden tomar de referencia para intuir cuales fueron los componentes iniciales del sistema.

Desde el aspecto socioeconómico, e l SAR tiene ubicación en el municipio de Chemax, en la región oriente del estado de Yucatán. En lo particular el municipio cuenta con 72 localidades; sin embargo, la delimitación del SAR tiene un impacto directo únicamente en la localidad de Santa Cruz identificada con la clave 0046 y un poco más alejada, pero parte del SAR la localidad de la Estrella con el código 0487.

Características socioeconómicas de Santa Cruz y la localidad de La Estrella

Según el Censo 2020 para la localidad de Santa Cruz, se reporta una población de 399 habitantes con una relación hombres-mujeres de 103.57 y para la Estrella se registraron 62 habitantes con una relación hombres-mujeres de 87.88. Se reporta un total de 91 viviendas particulares habitadas con promedio de 4.38 personas ocupantes por vivienda, mientras que para la Estrella se reportan 17 viviendas con un promedio de 3.66 ocupantes.

Específicamente para la localidad de Santa Cruz, las actividades económicas que se reportan son el cultivo de algún producto, cría y explotación de animales, siendo el cultivo de productos agrícolas la principal actividad económica. Por su lado, la Estrella registra actividades de cultivo de algún producto, cría y explotación de animales, Corte o siembra de árboles y elaboración de artesanías.

En cuestión de educación para la localidad de Santa Cruz, el grado promedio de escolaridad es de 5.62 y para la Estrella el promedio es de 6.8. Mientras que en temas de salud la localidad de Santa Cruz cuenta con centro de salud, brigada móvil, mientras que la Estrella cuenta con centro de salud, brigada móvil o caravana de la salud y curandera(o).

Respecto a temas de servicios públicos la localidad de Santa Cruz y la Estrella, cuentan con alumbrado público, agua entubada, recubrimiento de calles y banquetas, señal de celular y servicio de televisión de paga; sin embargo, la localidad no cuenta con transporte público foráneo

Diagnóstico ambiental

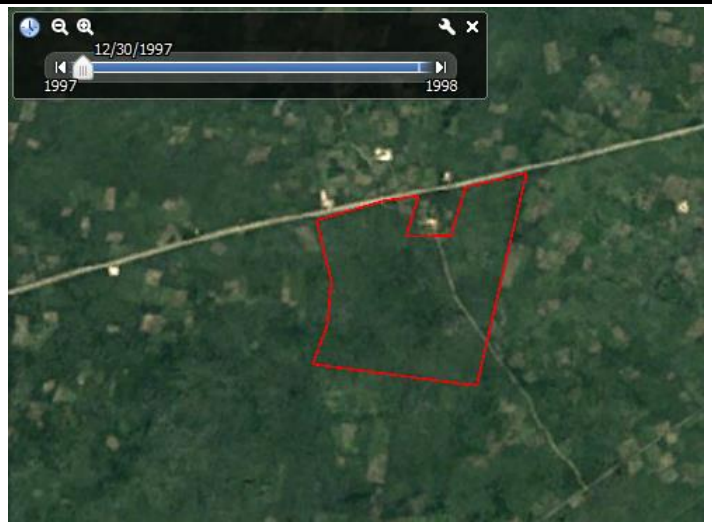
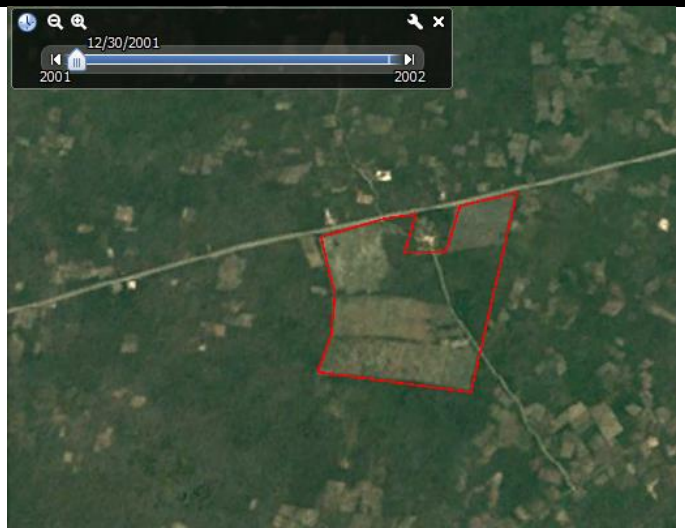
Para el diagnóstico ambiental se hace un análisis con la información que se generó y recopiló en la fase de caracterización ambiental, de tal forma que se obtenga un diagnóstico del SAR previo a la realización del proyecto se presenta la tabla 8 con la dinámica de cambio de uso y cobertura del suelo y vegetación en el SAR, se detalla a partir de la serie III con fecha de referencia de 2005 hasta la serie VII con fecha de 2021, con énfasis en la permanencia de los distintos tipos de suelo y deterioro de la vegetación.

Tabla 8. Dinámica de cambio de uso y cobertura del suelo y vegetación en el SAR

Vegetación y uso de suelo	Serie III		Serie V		Serie VII		Descripción
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	
Asentamientos humanos	0	0	30.42	0.83	30.42	0.83	Aparecen hasta la serie III que es publicada en 2017 y a la fecha actual no presenta aumento de superficie.
Pastizal cultivado	509.50	13.93	977.91	26.74	1,395.46	38.16	Aumento de más de un 150% desde 2005 hasta 2021, desplazando vegetación secundaria.
Agricultura de temporal anual	0	0	52.72	1.44	317.97	8.70	Aumento significativo desde su reporte en 2005, de seis veces su representatividad porcentual para 2021.
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	1,114.17	30.47	1,540.69	42.13	1,162.77	31.80	Variación de la representatividad porcentual con aumento en 2017 y recuperación para 2021.
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	1,808.29	49.45	715.18	19.56	608.97	16.65	Pérdida significativa del 33 por ciento de la cobertura de tipo arbustiva.
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia	224.90	6.15	339.94	9.30	141.27	3.86	Variación de representatividad porcentual con aumento de poco más del 30% de 2005 a 2017 y pérdida de poco menos del 60% de 2017 a 2021.

Con la intención de observar las dinámicas de cambio de cobertura vegetal, la siguiente tabla presenta imágenes satélites y una breve descripción de lo que puede ser observado a través de ellas

Tabla 9. Dinámica de cobertura vegetal por observación satelital

Año	Descripción	Año	Descripción
1997	 **Figura IV.1 Imagen satelital 1997**	2001	 **Figura IV.2 Imagen satelital 2001**
	Esta es la última imagen satelital donde se puede ser el predio con una cobertura vegetal homogénea al interior del área de proyecto, a excepción del camino que atraviesa y conecta las dos carreteras.		Para el 2001 ya se observa la modificación parcelada de la cobertura vegetal en el predio, iniciando en el límite sur del AP y avanzando hasta el límite con la carretera.

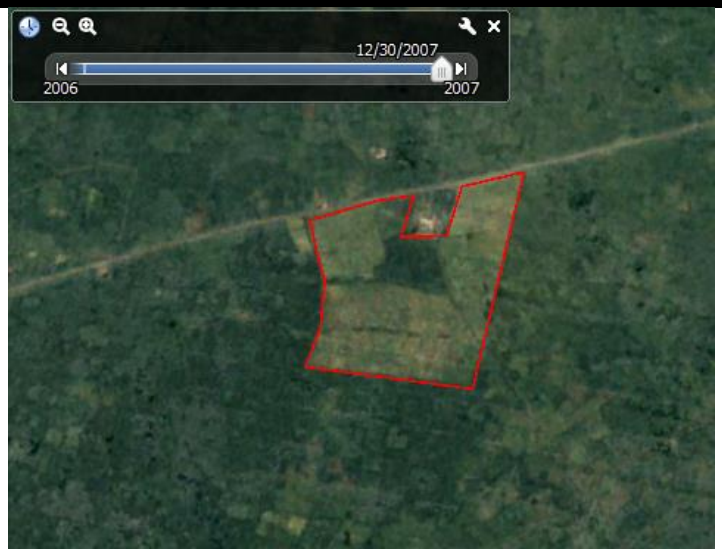
<table>
<tr><th>Año</th><th>Descripción</th><th>Año</th><th>Descripción</th></tr>
<tr><td rowspan="2">2007</td><td>

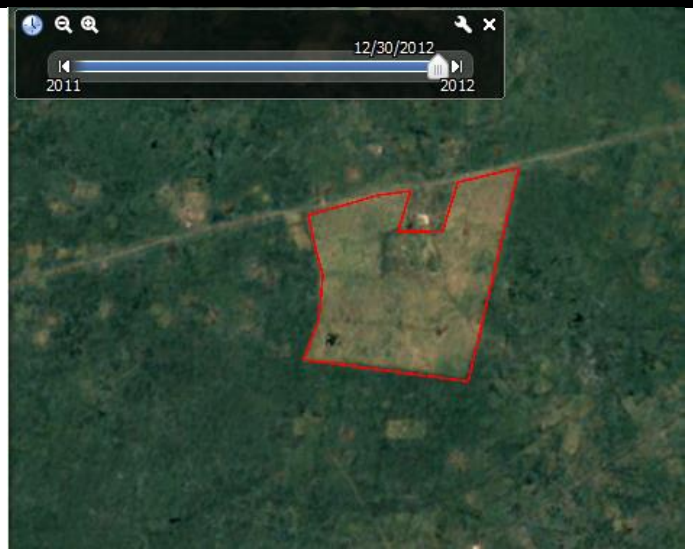
Figura IV.3 Imagen satelital 2007</td><td rowspan="2">2012</td><td>

Figura IV.4 Imagen satelital 2012</td></tr>
<tr><td>Para el 2007 la mayor parte del área se observa con vegetación de tipo pastizal y se conserva densidad forestal en la zona central del predio continua al poblado</td><td>En el año 2012 sobresale el tipo de vegetación de pastizal casi en la totalidad del predio y a partir de este año a la fecha no se perciben modificaciones relevantes en el tipo de vegetación y los pequeños parches con densidad arbórea.</td></tr>
</table>

En lo que respecta al Área de Proyecto (AP), se calculó mediante análisis geoespacial que el 93% del predio cuenta con cobertura de pastizal inducido con vegetación secundaria, así como parches pequeños de vegetación secundaria arbórea inducida para cerco vivo (2.7%) y un pequeño parche de vegetación secundaria arbustiva y arbórea de selva baja caducifolia (3%).
De acuerdo con la información presentada en este documento, el predio presenta una diversidad de 59 especies de flora y 57 especies de fauna de las cuales 7 se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (1 de flora y 6 de fauna), sin embargo, la diversidad pudiera ser superior sí se realizarán los monitoreos y muestreos en distintas temporadas del año. La dominancia de la familia Fabacea en la flora presente del sitio es también un indicador de las comunidades vegetales predominantes del área, ya que, en el caso de las actividades agropecuarias, se presentan especies inducidas de utilidad para la actividad agropecuaria. Además, las especies leñosas, como las de las fabáceas arbóreas predominantes, se restablecen y propagan vegetativamente a partir de tocones que resisten a la quema, históricamente son especies que manejan los mayas yucatecos para sus esquemas productivos.

Se observa la predominancia de la cobertura de pastizal inducido con vegetación secundaria, indicando un área productiva de producción bovina, como se comprobó en la visita, ya que se cuenta también con el área de encierro de animales y casco de rancho. Esto se refuerza al observar mediante servicio histórico de imágenes satelitales (Google earth pro) que el predio presenta un manejo intensivo realizado entre el 2006 – 2010, incrementando el área productiva a lo largo del tiempo y disminuyendo de manera gradual el parche de mayor cobertura arbórea del predio.

En las superficies con vegetación secundaria arbustiva y arbórea, asociada a cercos vivos, estos presentan especies inducidas como el Cocoyol y el Cedro, que, aunque son nativas, no se presentan de forma natural en la zona, pero son de interés para los productores.

En el caso de las superficies con vegetación secundaria de selva baja caducifolia, esto es responde a una zona en una etapa de sucesión de vegetación secundaria que se conoce entre los productores mayas yucatecos como T'oolché que son áreas de vegetación que se dejan alrededor de la milpa o áreas productivas como parte de sus prácticas para el manejo de fuego y mejoramiento de los barbechos.

En el caso de la fauna, se observaron también especies tanto de aves como de mamíferos que pueden utilizar las zonas de cercos vivos como zonas de alimentación, descanso y las áreas arboladas de vegetación secundaria más conservadas, incluso posiblemente de anidación.

Los diferentes tipos de vegetación o coberturas están asociadas a la producción de ganado bovino típicos de un sistema de pastoreo extensivo de temporal de la zona.

Dadas las condiciones e impactos existentes que se observan en el predio debido a las actividades actuales se puede determinar que el establecimiento de un proyecto de generación de energías limpias podría permitir la recuperación de poblaciones de flora y fauna en el medio natural; así como el establecimiento de las zonas forestales sin impactos directos por parte del ganado bovino.

Además, según la Cartografía Uso del Suelo y Vegetación Escala 1:250 000 Serie VII de INEGI, la cobertura "Pastizal cultivado" es un tipo de agroecosistema que agrupa las actividades agrícola, pecuaria y forestal del país. De acuerdo con la prospección de flora y fauna realizada en noviembre de 2024, el predio se encuentra cubierto de pastizal cultivado para producción bovina en el 93% de

su superficie donde se ejecutarán las obras del proyecto. Mientras que el 7% de la superficie restante del predio cuenta con parches de vegetación secundaria arbórea, esta no será desmontada y se mantendrá como área de conservación del proyecto.

Como se puede constatar en el histórico de imágenes satelitales presentado en la tabla IV.40, desde el año 2012, el predio presenta una cobertura de pastizal cultivado, es decir, la cobertura vegetal no cumple las definiciones de vegetación forestal o terreno forestal de la Ley Forestal de Desarrollo Sustentable (LDFS), según el artículo 7, Fracción LXXX y fracción LXXI, respectivamente, por lo que el establecimiento del proyecto no requiere solicitar autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales ya que no requiere remoción total o parcial de la vegetación forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales, según la definición de “Cambio de uso del suelo en terreno forestal “ de la fracción VI de la LDFS.

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

La metodología para la Evaluación de Impacto Ambiental debe considerar estrictamente las conexiones significativas entre los elementos de un ecosistema para posteriormente cuantificarlas. También se debe tomar en cuenta que, los cambios en una variable pueden afectar a otras relaciones indirectamente; los eventos en un lugar pueden reemerger como impactos en sitios distantes y/o después de algún tiempo; no se pueden predecir impactos, aún si son inminentes y drásticos, si se monitorean las variables equivocadas; no todos los impactos son inmediatos y graduales sino que pueden aparecer abruptamente, la continuidad de los ecosistemas depende de su variabilidad temporal y espacial, incluso la provocada por disturbios poco frecuentes de gran magnitud (Bojórquez & Ortega, 1988). Lo anterior se consideró para realizar la evaluación de impactos con base en las actividades que se realizarán en la ejecución del Proyecto y los estudios realizados en campo (descritos en los Capítulos II y IV, respectivamente).

Así mismo, a continuación, se presenta la significancia de cada uno de los impactos, con la intención de distinguir la significancia entre aquellos a que son considerandos moderados. Como se puede observar en la siguiente gráfica, los impactos de mayor significancia considerados como “moderado” son generación de residuos peligrosos y de manejo especial, seguido de erosión, altos niveles de ruido y emisión de gases.

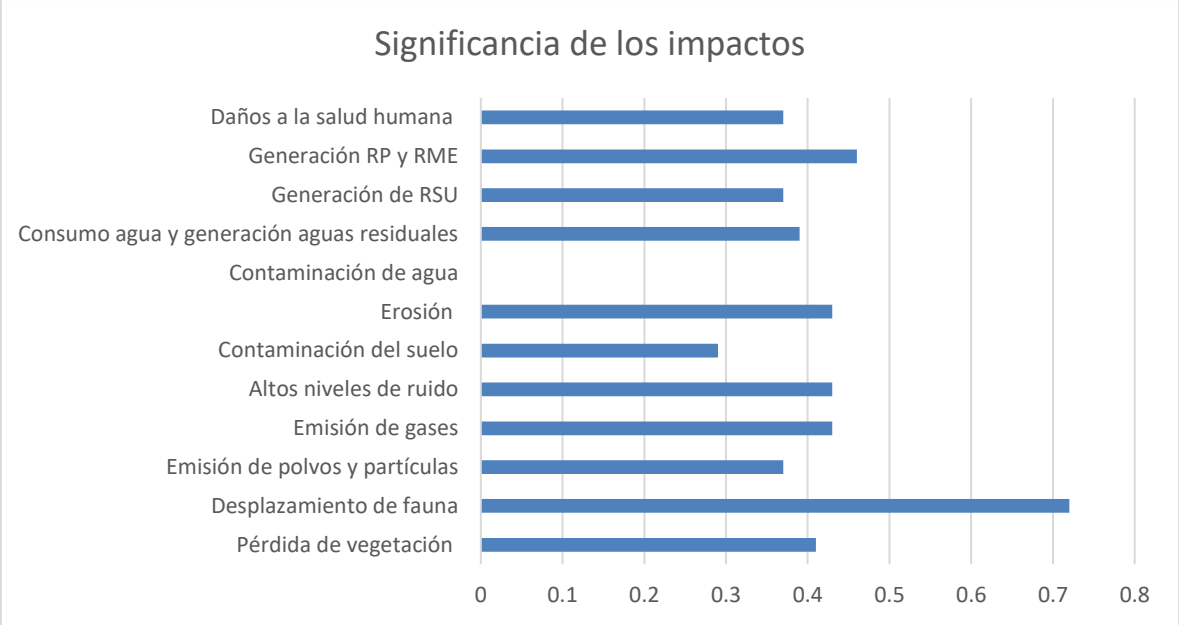


Figura 11. Significancia de los impactos ambientales

Tabla.10 Evaluación de impactos socioeconómicos.

Etapas	Impactos	Magnitud	Extensión	Duración	Significancia
Preparación de sitio	Generación de empleo y uso de servicios locales	Alta	Local	Media	Alta
Construcción		Alta	Local	Larga	Alta
Operación y mantenimiento		Mínima	Local	Larga	Alta
Desmantelamiento		Moderada	Local	Media	Alta

Componente de desplazamiento de fauna

Dado que el componente desplazamiento de fauna destaca entre los impactos, resulta importante mencionar que, en concordancia con el componente de vegetación, dentro del predio se cuenta con una existencia de 57 especies de fauna de las cuales 6 se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010; sin embargo, la diversidad pudiera ser superior sí se realizarán los monitoreos y muestreos en distintas temporadas del año. La afectación, aunque relacionado con el componente de vegetación, será permanente en todas las etapas del proyecto, dado el flujo de personal al interior del proyecto y la modificación del predio.

La magnitud entonces es considerada moderada por tener una afectación más allá del límite del área y una extensión regional. Por otro lado, se considera una acumulación relacionada con correlación con factores de confort sonoro, remoción de vegetación.

Impactos residuales

Según el artículo 3º fracción X del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de Evaluación del Impacto Ambiental; define como impacto residual: “El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación”, bajo esta definición se considera que previo a la aplicación de medidas de mitigación los impactos relacionados con pérdida de vegetación, consumo de agua y generación de aguas residuales, así como la generación de RSU, RME y RP son impactos residuales puesto que no podrán reducirse en toda su magnitud.

Para el caso de la pérdida de vegetación, si bien se cuenta con áreas específicas de conservación, será necesaria remoción de vegetación arbustiva y arbórea para la instalación de equipos y paneles, dicha remoción como ya se explicó previamente se dará al inicio del proyecto en la preparación del sitio y no podrá ser mitigada. Adicionalmente, dada la constante presencia de personal en el área de proyecto se tendrá un constante consumo de agua y por consecuencia generación de aguas residuales.

Finalmente, respecto a los residuos que se generan en cada una de las etapas, no todos podrán ser evitados, al respecto se tendrán planes de manejo y disposición, pero el impacto de generación no podrá reducirse por completo.

Impactos acumulativos

Según el REIA (fracción VII del art. 3º), un impacto ambiental acumulativo es *"el efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente"*.

Tabla 11. Evaluación de impactos acumulativos

Componente	Impactos	Acumulación
Vegetación	Pérdida de vegetación	Nula
Fauna	Desplazamiento de fauna local	Alta
Aire	Emisión de polvos y partículas	Nula
	Altos niveles de ruido	Nula
	Deterioro de la calidad del aire	Nula
Suelo	Contaminación del suelo	Nula
	Erosión	Nula
Agua	Consumo de agua y generación de aguas residuales domésticas	Nula
Residuos	Generación de residuos sólidos urbanos	Nula
	Generación de residuos peligrosos y/o de manejo especial	Nula
Riesgos a la salud	Daños a la salud humana (enfermedades respiratorias)	Nula

Los impactos acumulativos, se identificaron principalmente en el componente de fauna ya que, se presentará pérdida de especies por la remoción de zonas de alimentación, zonas de anidación y madrigueras al eliminar la cobertura vegetal o por atropellamiento, así como por la generación de ruido y presencia de elementos que les son extraños (como equipos, maquinaria y personal). Las especies pequeñas que viven entre la vegetación o en raíces de arbustos son las más susceptibles de verse afectadas por la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto.

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)

Con base en la identificación y evaluación de los impactos ambientales (descritos en el Capítulo V), que se producirán con las actividades del proyecto, a continuación, se mencionan las medidas, acciones y políticas a seguir para prevenir o mitigar los efectos negativos que se generarán en el ambiente, mismas que perteneces a los siguientes programas:

- Programa de conservación y manejo de áreas de amortiguamiento
- Programa de rescate y reubicación de fauna
- Programa de preservación de abejas meliponas
- Programa de control de emisiones y ruido
- Programa de mantenimiento de baños secos y biodigestor
- Programa de Seguridad y Salud en el trabajo
- Programa de Manejo Integral de Residuos

Tabla 12. Medidas de mitigación por impacto asociado

Impacto asociado	Etapas	Medida	Tipo	Seguimiento	Evidencia
1. Pérdida de vegetación	Todas	1.1 Se delimitará y cercará un área de 71.49 ha de conservación al interior del predio	Prevención / mitigación	Programa de conservación y manejo de áreas de amortiguamiento	Evidencia fotográfica y delimitación de área
	Todas	1.2 Se definirá un plan de manejo comunitario que permitirá un micro aprovechamiento local por parte de las comunidades locales	Prevención / mitigación	Programa de conservación y manejo de áreas de amortiguamiento	Plan de manejo comunitario
	Todas	1.3 Se realizará un plan de prevención de incendios o de manejo de fuego para el área destinada a conservación	Prevención	Programa de conservación y manejo de áreas de amortiguamiento	Plan de prevención de incendios o de manejo de fuego
	Todas	1.4 Se establecerán canales de participación para que las acciones de conservación y cuidado se realicen con el apoyo de las comunidades locales	Prevención / mitigación	Programa de conservación y manejo de áreas de amortiguamiento	Reporte de socialización, listado de asistencia y evidencia fotográfica
2. Desplazamiento de fauna local	Preparación del Sitio y construcción	2.1 Se rescatarán y reubicarán madrigueras y nidos que puedan encontrarse en el área del Proyecto.	Prevención / mitigación	Programa de rescate y reubicación de fauna	Reporte ante la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA)de reubicación de especies. Evidencia fotográfica. Bitácora
	Preparación del Sitio y construcción	2.2 Se rescatarán las especies de fauna silvestre que puedan encontrarse en el área del proyecto, dándole prioridad a las especies enlistadas en la NOM-059-	Mitigación	Programa de rescate y reubicación de fauna	Reporte de reubicación de especies. Evidencia fotográfica de lugares de reubicación.

Impacto asociado	Etapas	Medida	Tipo	Seguimiento	Evidencia
		SEMARNAT-2010 (no identificados durante muestreo fauna) y que sean de lento desplazamiento.			Bitácora
	Preparación del Sitio, construcción y operación y mantenimiento	2.3 Ahuyentamiento de las especies faunísticas a zonas aledañas.	Prevención/ mitigación	Programa de rescate y reubicación de fauna	Formato de seguimiento
3. Emisión de gases, polvos y partículas	Preparación de sitio, construcción y desmantelamiento	3.1 El material de revestimiento que se transporte en camiones deberá estar cubierto con lonas para evitar la dispersión y suspensión de partículas en el aire.	Prevención	Programa de control de emisiones y ruido	Evidencia fotográfica.
	Preparación de sitio, construcción y desmantelamiento	3.2 Durante las obras en el predio se llevará control de las velocidades de circulación de los vehículos y maquinaria de construcción para minimizar la re-suspensión de polvos.	Prevención	Programa de control de emisiones y ruido	Evidencia documental de que las unidades fueron sometidas recientemente a afinación y verificación. Bitácora.
	Preparación de sitio, construcción y desmantelamiento	3.3 De ser necesario, se llevarán a cabo riegos con camiones cisterna (con agua residual), a fin de reducir lo máximo posible la generación de partículas de polvo con el uso de la maquinaria.	Prevención	Programa de control de emisiones y ruido	Recibo de compra de agua tratada y evidencia fotográfica
	Todas las etapas	3.4 Se deberá respetar los establecido por: -NOM-041-SEMARNAT-2015. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del	Prevención	Programa de control de emisiones y ruido	Documento expedido en algún Centro de Verificación Vehicular o Unidad de Verificación acreditada y aprobada por el

Impacto asociado	Etapas	Medida	Tipo	Seguimiento	Evidencia
		escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. -NOM-045-SEMARNAT-2017.Protección ambiental, Vehículos en circulación que usan diésel como combustible - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición -NOM-047-SEMARNAT-2014, Que establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los límites de emisión de contaminantes, provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos. -NOM-050-SEMARNAT-2018, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.			Gobierno del estado de Querétaro que contenga el resultado obtenido en la evaluación de las emisiones contaminantes.
	Preparación de	3.5 Se establecerá un convenio con	Prevención	Registros de	Constancia de

Impacto asociado	Etapas	Medida	Tipo	Seguimiento	Evidencia
	sitio, construcción y desmantelamiento	los contratistas donde garanticen que la maquinaria de construcción móvil y estacionaria, así como los camiones de volteo no presenten emisiones de humos negros, blancos y azules ostensiblemente contaminantes con excepción de los arranques y operaciones justificadas de plena carga.		mantenimiento del programa	Inspección y Mantenimiento
	Preparación de sitio, construcción y desmantelamiento	3.6 Uso de lentes industriales para los trabajadores implicados directamente en el movimiento de tierras y acarreo de materiales	Mitigación	Seguridad y salud en el trabajo	Evidencia fotográfica aleatoria y reporte de inspección en materia de Seguridad e higiene
4. Altos niveles de ruido	Todas las etapas	4.1 Se proporcionará al personal que labore en el Proyecto, equipo de protección personal de atenuación por la afectación de emisión de ruido, acorde a lo especificado en la NOM-017-STPS-2008.	Mitigación	Seguridad y salud en el trabajo	Evidencia fotográfica aleatoria y reporte de inspección en materia de Seguridad e higiene
	Todas las etapas	4.2 Cumplimiento de la NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.	Prevención	Programa de control de emisiones y ruido	Facturas y documentos de comprobación de mantenimiento de vehículos
	Todas las etapas	4.3 Se exigirá un mantenimiento preventivo a maquinaria y vehículos pesados para garantizar buen funcionamiento y bajos niveles de	Prevención	Programa de control de emisiones y ruido	Evidencia documental del mantenimiento preventivo de los vehículos y

Impacto asociado	Etapas	Medida	Tipo	Seguimiento	Evidencia
		ruido.			maquinaria.
5. Erosión y contaminación del suelo	Todas las etapas	5.1 Una vez terminada la etapa de construcción se inducirá el crecimiento de la vegetación herbácea y arbustiva en los bordes de las vialidades internas a fin de minimizar la pérdida de suelo por erosión.	Prevención	Programa de conservación y manejo de áreas de amortiguamiento	Evidencia fotográfica
		5.2 Para minimizar el riesgo de contaminación del suelo por la operación del equipo y maquinaria se realizará mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria que se utilice a fin de garantizar que se encuentre en las mejores condiciones mecánicas posibles. Con ello se minimizarán los derrames al suelo.	Prevención	Programa de manejo integral de residuos	Bitácora del equipo y maquinaria usada, tipo de mantenimiento realizado y fecha de ejecución
		5.3 Con el fin de evitar filtraciones al suelo y subsuelo por concepto de lixiviados derivado de la acumulación de residuos orgánicos en los contenedores, estos deberán ser colocados en un área impermeable.	Prevención	Programa de manejo integral de residuos	Bitácora de inspección
6. Consumo de agua y generación de aguas residuales	Preparación del sitio, construcción y desmantelamiento	6.1 Los sanitarios móviles que se dispondrán durante la construcción, serán sometidos a un estricto plan de mantenimiento. Una empresa especializada se encargará de la recolección y traslado de las aguas residuales sanitarias,	Mitigación	Programa de mantenimiento de baños secos y biodigestor	Documentación probatoria sobre el mantenimiento y limpieza, así como del tratamiento y disposición por parte de la empresa contratista.

Impacto asociado	Etapas	Medida	Tipo	Seguimiento	Evidencia
	Operación y mantenimiento	6.2 Se garantizará un mantenimiento constante del biodigestor por personal especializado	Mitigación	Programa de mantenimiento de baños secos y biodigestor	Bitácora de limpieza y mantenimiento
7. Generación de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y/o peligroso	Todas las etapas	7.1 Se realizará una separación mínima de residuos sólidos urbanos en: orgánicos, papel y cartón, plástico, latas, y otros residuos inorgánicos en contenedores para cada tipo de residuos estratégicamente ubicados. Se contempla la valorización de estos	Mitigación	Programa de Manejo Integral de Residuos	Bitácoras de generación y recibos de entrega-recepción. Contratos de las empresas de valorización autorizadas.
	Todas las etapas	7.2 Se Implementarán de forma temporal almacenes de residuos durante etapas de preparación, construcción y desmantelamiento. Durante la Operación se establecerán de manera definitiva zonas de almacenamiento temporal de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), Residuos de Manejo Especial (RME) y Residuos Peligrosos (RP) con cumplimiento del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (R-LGPGIR)	Mitigación	Programa de Manejo Integral de Residuos	Evidencia fotográfica, Señalizaciones. Facturas de compra de recipientes y sistemas de contención, de acuerdo con las necesidades detectadas
	Construcción y desmantelamiento	7.3 Los residuos generados de la construcción como residuos de empaques de alimentos, alimentos, acero estructura y de refuerzo, residuos de materiales de	Mitigación	Programa de Manejo Integral de RME	Manifiestos de entrega-recepción de residuos.

Impacto asociado	Etapas	Medida	Tipo	Seguimiento	Evidencia
		construcción se manejarán como residuos de manejo especial conforme a la normativa vigente cuando se genera en una obra en una cantidad mayor a 80 m^3.			
	Todas las etapas	7.4 Durante las diferentes etapas del Proyecto, el Promovente contará con los manifiestos de disposición de residuos peligrosos correspondientes, esto con el fin de comprobar que la disposición final de los residuos peligrosos generados que realice la empresa prestadora de servicios sea en sitios debidamente autorizados conforme a lo establecido en los presentes lineamientos en cumplimiento al Reglamento y a lo señalado en la NOM-052-SEMARNAT-2005 para el manejo integral de los residuos peligrosos.	Mitigación	Programa de Manejo Integral de RP	Manifiestos de entrega-recepción de residuos. Bitácoras de generación. Autorización de SEMARNAT de empresa contratada
	Todas las etapas	7.5 Se contratarán prestadores de servicio autorizados por la Secretaría para recolectar, transportar y disponer los residuos sólidos urbanos y de manejo especial generados en las distintas etapas de proyecto, a fin de evitar su manejo inadecuado o disposición clandestina en sitios no autorizados.	Mitigación	Programa de Manejo Integral de RSU	Manifiestos de entrega-recepción de residuos. Bitácoras de generación.
	Todas las etapas	7.6 Implementación y registro de	Mitigación	Programa de	Plan de manejo de

Impacto asociado	Etapas	Medida	Tipo	Seguimiento	Evidencia
		plan de manejo de residuos a fin de dar cumplimiento a todas las medidas indicadas en estos preceptos de la LGPGIR		Manejo Integral de Residuos	residuos. Bitácoras de generación de residuos.
	Todas las etapas	7.7 Se contará con resguardo y acceso restringido a las zonas de almacenamiento temporal de residuos.	Mitigación	Programa de Manejo Integral de Residuos	Plan de manejo de residuos que indique a los responsables del área. Evidencia fotográfica del acceso restringido
	Todas las etapas	7.8 Se capacitará a todo el personal para el adecuado manejo de residuos.	Prevención / mitigación	Programa de Manejo Integral de Residuos	Constancias de capacitación. Fotografías.
	Todas las etapas	7.9 Toda reparación, mantenimiento y lavado de maquinaria, equipo y vehículos se efectuará en áreas de servicio preestablecidas para evitar contaminación a suelo	Prevención	--	Constancia documental de que el mantenimiento se realiza en talleres mecánicos y fuera del terreno.
	Operación y mantenimiento y desmantelamiento	7.10 Se tendrá un apartado específico para la gestión sostenible de residuos de instalaciones fotovoltaicas	Mitigación	Programa de Manejo Integral de Residuos	Implementación del Plan
8. Daños a la salud humana	Todas	8.1 Capacitación y adiestramiento de los trabajadores sobre los procedimientos y riesgos asociados	Prevención	Seguridad y salud en el trabajo	Registro de capacitaciones
	Todas	8.2 Programa de apoyo para la gestión de residuos en la comunidad, que incluya la disposición de un centro de acopio, segregación de residuos y programas de reducción y reusó de residuos	Mitigación	Residuos	Memoria fotográfica y bitácoras de recolección

Impacto asociado	Etapas	Medida	Tipo	Seguimiento	Evidencia
9. Empleo y economía local	Construcción / Operación y manteamiento	9.1 Elaboración participativa del programa productivo de meliponicultura con comunidades locales	Mitigación	Programa de preservación de las abejas Meliponas	Programa productivo en implementación, registro fotográfico
	Construcción / Operación y manteamiento	9.2 Acuerdo de entendimiento con la comunidad para la implementación del programa	Mitigación	Programa de preservación de las abejas Meliponas	Acuerdo de entendimiento firmado

Finalmente, a continuación, se presenta un calendario donde se observa el periodo de aplicación de cada uno de los programas a través de cada una de las etapas del proyecto



Figura 12. Calendario de ejecución de programas del Plan de Vigilancia Ambiental

Seguimiento y control del Programa de Vigilancia ambiental

En seguimiento a la mitigación de los impactos identificados, en el presente apartado se desarrollarán los programas anteriormente mencionados, describiendo los objetivos, metas, fichas técnicas que se usarán para dar seguimiento a cada una de las medidas establecidas en la sección anterior, así como también indicadores de seguimiento basados en sus respectivos criterios.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Conforme se desglosa en los capítulos previos el nivel de impacto ambiental asociado al Proyecto Chemax Solar es moderadamente significativo con mayor relevancia en aspectos relacionados a desplazamiento de fauna y generación de RSU y RME; a su vez se mantienen impactos residuales tal como pérdida de vegetación, consumo de agua y generación de aguas residuales, son impactos residuales puesto que no podrán reducirse en toda su magnitud.

No obstante, dichos impactos residuales no ponen en riesgo los factores ambientales en el área del proyecto ni procesos ecosistémicos en el área de influencia o del sistema ambiental regional.

En función de las significancias definidas para cada impacto se establecieron medidas de prevención, mitigación y compensación para cada uno de los impactos identificados por factor ambiental para cada etapa del proyecto, aunado al uso de nuevas tecnologías a implementar en la planta.

Así, se considera que el proyecto Chemax Solar no provocará un desequilibrio ecológico en los procesos naturales de los factores ambientales del SAR y se mantendrá compatibilidad con el entorno. Dadas las condiciones e impactos existentes que se observan en el predio debido a las actividades actuales se puede determinar que el establecimiento de un proyecto de generación de energías limpias podría permitir la recuperación de poblaciones de flora y fauna en el medio natural; así como el establecimiento de las zonas forestales sin impactos directos

Las fortalezas identificadas para el Proyecto son:

- El Proyecto se realizará en un área de uso de suelo de pastizal cultivado evitando impactar áreas prístinas, Áreas Naturales Protegidas, Áreas de Restauración Ecológica o Zonas de Conservación.
- El Proyecto tendrá una capacidad de generación de 281.5 MWp mediante el aprovechamiento de energía solar.
- Se da cumplimiento a los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental.
- El AP no cuenta con valores culturales o estéticos-paisajísticos extraordinarios.
- No afecta o interviene algún hábitat natural de especies bajo algún estatus establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o que tenga algún valor extraordinario científico y/o cultural.
- Se establecerán 71.49 hectáreas de conservación en el área del proyecto.

Con base en lo anterior, el desarrollo del Proyecto Chemax Solar se estima ambientalmente viable desde la perspectiva considerada en el presente Manifiesto, dado que el balance impacto-desarrollo se asume como positivo, siempre y cuando el mismo se ejecute bajo el contexto presentado, sin

pasar por alto las medidas preventivas, de mitigación, seguimiento y/o compensación que se proponen.