



MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

DIRECCION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL



CAPÍTULO I

DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO



I.1 Datos Generales del proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto

Los Santos Solar II

I.1.2. Ubicación del proyecto

El proyecto se localiza en el Km 186 de la carretera Federal 45, tramo Chihuahua-Cd. Juárez, Municipio de Ahumada, Chihuahua

I.1.3. Duración del proyecto

El tiempo útil del proyecto será de 30 años.

I.2. Datos Generales del promovente

I.2.1 Nombre o Razón Social

LOS SANTOS SOLAR II S.A.P.I. DE C.V.

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes

[REDACTED]

I.2.3 Datos del Representante Legal

[REDACTED]

[REDACTED]

I.2.4 Dirección del Promovente para oír y recibir notificaciones

[REDACTED]

[REDACTED]

I.3 Responsable de la elaboración del documento técnico unificado

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

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]



I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

[REDACTED]

I.3.3 Dirección del responsable técnico del documento

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

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

Nombre [REDACTED]

Número de inscripción en Registro Forestal Nacional: [REDACTED]

[REDACTED]

Se anexa al presente DTU el Certificado de Inscripción al Registro Forestal Nacional.



CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO



II. Descripción de proyecto

II.1 Información general de proyecto

Con base en el Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 22 de diciembre del año 2010 por medio del cual la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2010), expidió los lineamientos y procedimientos para que un trámite único se solicite la autorización en Materia de Impacto Ambiental y en Materia Forestal, se formuló el Documento Técnico Unificado (DTU). El presente Documento Técnico Unificado modalidad-B Regional, se lleva a cabo como un requisito para la implementación del proyecto denominado “Los Santos Solar II”, ya que se considera la necesidad de realizar una evaluación que determine la mejor solución a la mitigación del impacto ambiental, debido a que la zona donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentra en un ecosistema árido. La realización del proyecto implica el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) por un uso de suelo idóneo para las necesidades de la propuesta. En el presente estudio se muestran las estrategias de mitigación para la remediación ambiental asociados al proceso del propósito.

Para el diseño de la Planta, el aspecto ecológico se ha tenido en cuenta de manera importante, evitando los efectos ambientales tanto como sea posible. Todas las actividades del proyecto deben llevarse a cabo de conformidad con los estándares, códigos, legislación y recomendaciones sobre protección ambiental y equilibrio ecológico indicados en esta especificación.

Antecedentes

En el año 2014 se presentó a la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) para su análisis y evaluación la Manifestación de Impacto Ambiental para la construcción y operación de un parque solar compuesto por 74,240 módulos solares con una capacidad de 305 watts en una superficie de 100.215 hectáreas, denominado “Los Santos I y II”. Ese mismo año la DGIRA dictamino autorizarlo de manera condicionada mediante oficio SGPA/DGIRA/DG/10127. Sin embargo, debido a las condiciones económicas que se presentaron durante su ejecución, únicamente fue posible la construcción de un parque fotovoltaico de 36.6900332 hectáreas. Como resultado se modificó el nombre del proyecto a “Los Santos Solar I”. Dicha modificación fue notificada a la autoridad por medio del Primer Informe Anual sobre el Cumplimiento a Términos y Condicionantes en Materia de Impacto Ambiental del oficio previamente referido.



II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto consiste en una planta de energía fotovoltaica con una capacidad total de 48 MW AC para Los Santos Solar II, compuesto por módulos fotovoltaicos, que se interconectarán a la red de transmisión nacional a través de la línea de transmisión de 115 kV existente. En la **Tabla II.1** se describen las principales características del proyecto.

Tabla II.1 Descripción de la naturaleza (principales características) del proyecto.

Descripción de la naturaleza del proyecto para el Documento Técnico Unificado (DTU)	
Sector	Energético
Tipo de proyecto	Parque Fotovoltaico
Tipo de ecosistema	Árido: Matorral desértico micrófilo y Pastizal halófilo (INEGI, 2017)
Ubicación	Moctezuma, Ahumada, Chihuahua

El uso de suelo actual es de pastizal halófilo y matorral desértico micrófilo (INEGI, 2017) (**Figura II.1**). En consideración al presente estudio y a la búsqueda de la mejor solución para desarrollar el proyecto, para dar una integración al medio natural y medio construido, el nuevo uso que se propone es uso del suelo para infraestructura eléctrica con estructuras de generación tipo paneles solares.



Figura II.1 Paisaje árido del sitio donde se pretende llevar a cabo el proyecto.

En la **Tabla II.2** se presenta el desglose de los tipos de vegetación forestal presentes en el sitio donde se pretende llevar a cabo el proyecto, así como las superficies de afectación contempladas.



Tabla II.2 Uso actual del suelo y superficie que se pretende afectar con la ejecución del proyecto “Los Santos Solar II”.

Uso actual del suelo		Superficie que se pretende afectar con esta obra
Vegetación forestal	Matorral desértico micrófilo	83.922892
	Pastizal halófilo	35.741073
	Total	119.663965

La Central consistirá principalmente en módulos fotovoltaicos, estructura de soporte para sostener los módulos, sistema de acondicionamiento de energía, protección, control, medición y sistema de monitoreo, transformador principal, equipo principal de conexión y desconexión, casa de mantenimiento de operación de control, sistema de seguridad y señalización, vías de acceso e interiores.

Los módulos solares fotovoltaicos, integrados en matrices y suborganizaciones, deben ser del mismo modelo y de la misma capacidad máxima individual, que no debe ser inferior a 425 W en condiciones de STC, una eficiencia superior al 19,1% con certificados de calidad y rendimiento.

El sistema de recolección de energía de Corriente Directa (CD) de la Central, así como la red de media tensión, se llevará a cabo bajo tierra, de acuerdo con las especificaciones. El equipo de acondicionamiento de energía, paneles eléctricos, equipos de control y monitoreo, así como las interfaces, se alojarán en la cabina de control de la Central (Cabina Prefabricada para acondicionamiento de Energía). La **Tabla II.3** muestra las principales características de cada una de las instalaciones proyectadas.

Tabla II.3 Características principales de las instalaciones del proyecto “Los Santos Solar II”.

Características de las instalaciones del proyecto	
Potencia	48 MW AC
Módulos	Fabricados por Longi Solar, modelo LR4-72HPH de 425Wp y 430 Wp
Inversor	SINACON de 4.8 MW
Transformador	4.8 MVA ONAN, 34500/690 V, NLTC, 60 Hz, Dd0d0
Subestación de Transformación	115 Kv

El proyecto incluye, sin limitación, el desarrollo de ingeniería, el suministro de equipos, materiales, repuestos, herramientas y equipos especiales; obras civiles, incluido el acondicionamiento y construcción de caminos interiores y de acceso; montaje electromecánico, pruebas de puesta en servicio; garantías, permisos, fletes, seguros, tarifas y manejo aduanero y capacitación para una Planta de Energía Fotovoltaica bajo condiciones STC.



Para la elaboración de esta propuesta se han considerado las especificaciones de diseño y mediciones para todos los elementos de la instalación:

- Accesos.
- Viales interiores del parque.
- Cimentaciones.
- Distribución eléctrica de media tensión.
- Especificaciones y mediciones de la subestación eléctrica.
- Sistema de comunicación.
- Regulaciones locales y nacionales aplicables.



Figura II.2 Paneles fotovoltaicos.

II.1.2 Objetivo del proyecto

Como se describe en las **Tablas II.1** y **II.2**, es importante resaltar que se distinguen dos objetivos generales en el trámite para el que se realiza este Documento Técnico Unificado (DTU):

- La solicitud de autorización en materia de Cambio de Uso del Suelo para llevar a cabo la construcción del Proyecto “Los Santos Solar II”.
- La solicitud de autorización en materia de Impacto Ambiental de las superficies que requieren CUSTF.

A partir de la autorización en Materia de Impacto Ambiental y de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, se llevará a cabo la construcción y operación del Proyecto “Los Santos Solar II”, con el que se pretende la generación de 48 MW AC de energía eléctrica. Con la habilitación del parque fotovoltaico se pretende lograr los siguientes objetivos específicos:

- Fomentar la energía solar fotovoltaica como fuente alternativa de producción de energía.



- Disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero en la generación de energía eléctrica.
- Mejorar las condiciones económicas entre las poblaciones cercanas al proyecto, ofreciendo un sistema de generación eléctrica eficiente y segura.
- Generar una derrama económica derivada del proyecto por la creación de empleos directos e indirectos, los cuales incidirán de forma positiva en la región.

Cabe destacar la gran fiabilidad y larga duración de los sistemas fotovoltaicos, como el aquí planteado, ya que las instalaciones que requieren mínimo mantenimiento presentan una gran simplicidad en su instalación. Los impactos asociados a la actividad del proyecto pueden ser mitigados y controlados mediante la logística de los materiales que se contemplan a este fin.

México tiene un gran potencial de energía renovable, entre estas se encuentra la energía solar. Resulta urgente implementar tecnologías que permitan la captación de energía solar de manera que produzcan energía eléctrica de la manera más eficiente, sustituyendo paulatinamente al petróleo el cual es un recurso no renovable y cada día más escaso; además de los costos ambientales y las consecuencias que hoy se viven por el uso indiscriminado de los combustibles fósiles principales causante de las emisiones de CO₂ a la atmósfera que contribuyen al calentamiento global y cambio climático. Actualmente las energías renovables solo representan el 6.8 por ciento del sector energético y México se comprometió en la Ley de Aprovechamiento de Energía Renovable y Financiamiento a la Transición Energética a que este sector representaría el 35% del sector energético.

También el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, determina como una de sus estrategias impulsar la eficiencia y las tecnologías limpias para la generación de energía eléctrica, así como fomentar el aprovechamiento de fuentes renovables de energía. El proyecto actual embona perfectamente en las necesidades del país de abastecer energéticamente a la ciudadanía con un alto porcentaje de energía renovable para así disminuir los efectos negativos de las energías de carácter no renovable y altamente contaminante.

II.1.3 Ubicación física

El proyecto se localiza en el estado de Chihuahua, el predio donde se pretende desarrollar el proyecto “Los Santos Solar II” se ubica en el municipio de Ahumada, cercano a la localidad de Moctezuma, aproximadamente a 186 km al norte de Chihuahua, Chihuahua y 175 km al sur de Ciudad Juárez, Chihuahua.



El proyecto en conjunto cuenta con una superficie de **121.556159 Ha** (1,215,561.59 m²). La **Figura II.3** muestra la ubicación física del proyecto, que se muestra a continuación.

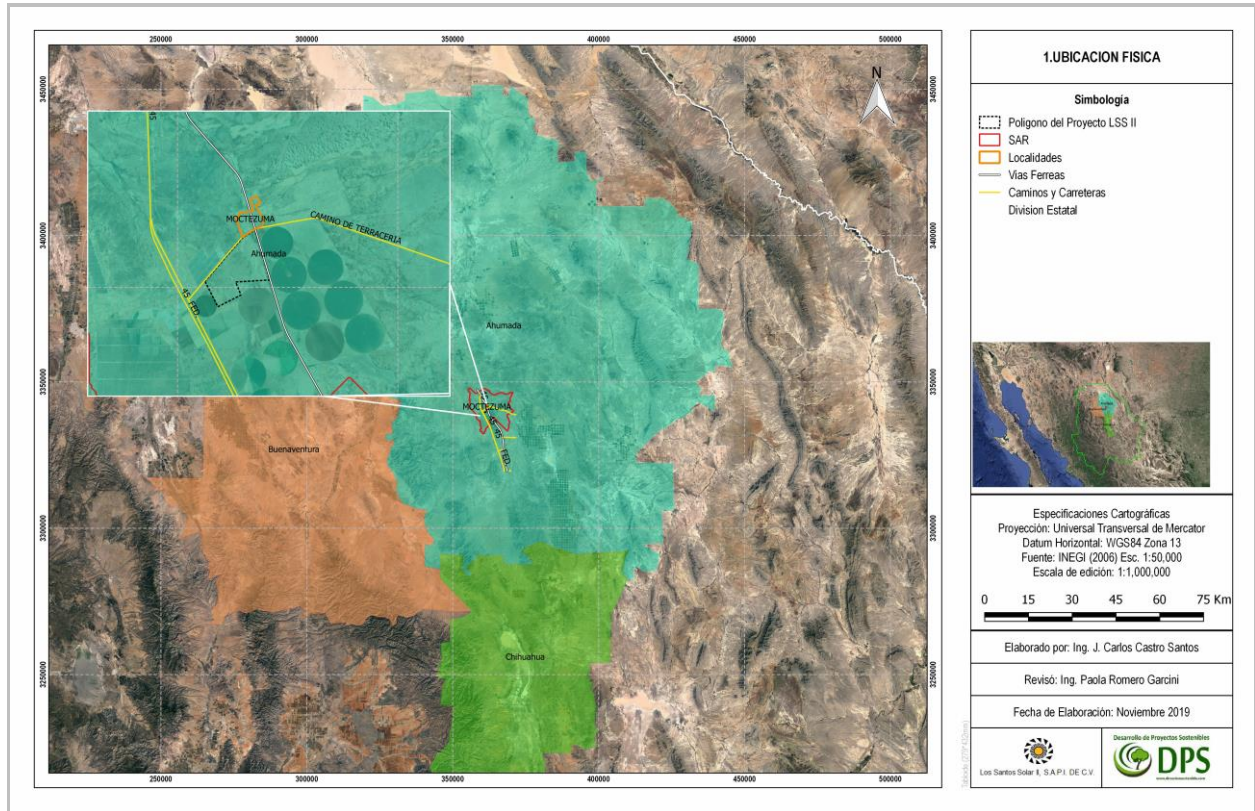


Figura II.3 Ubicación física del proyecto.

En la **Tabla II.4** se presentan las coordenadas UTM de los vértices del predio del proyecto, localizadas en la Zona 13 Norte, WGS 84.

Tabla II.4 Coordenadas UTM que delimitan el proyecto.

Polígono de proyecto LSS II		
Vértice	Coordenadas UTM Zona 13 N WGS84	
	X	Y
1	360,624.82	3,340,133.95
2	361,458.62	3,341,100.90
3	361,757.04	3,341,304.90
4	362,094.10	3,340,165.52
5	361,320.90	3,340,118.40
6	361,441.32	3,339,823.32
7	360,915.71	3,339,558.36
Superficie: 121.556159 Ha.		



En la **Figura II.4** se muestra el arreglo general del proyecto.

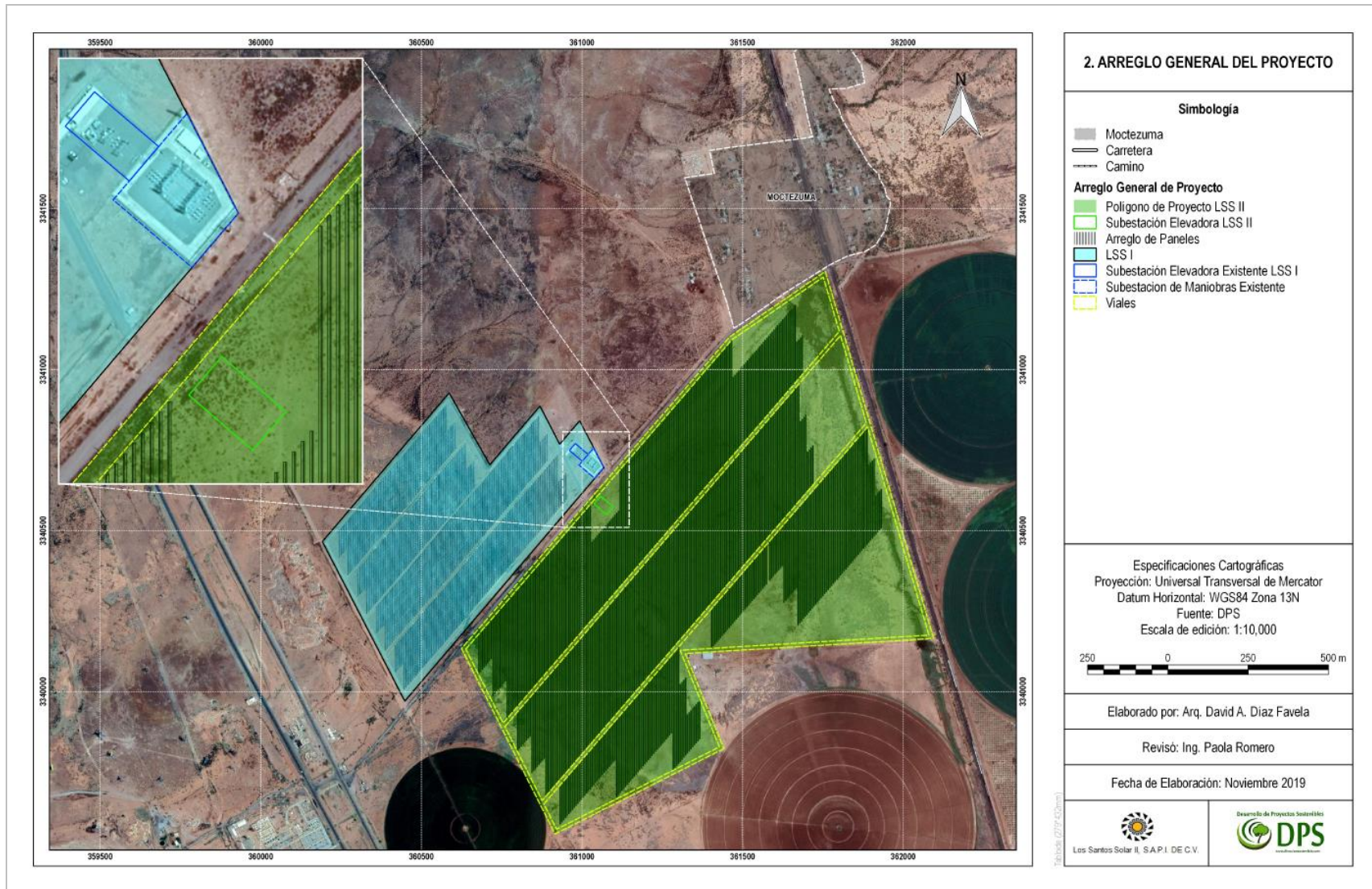


Figura II.4 Arreglo general del proyecto.



Selección del sitio

El terreno en el que se construirá el Proyecto será un rancho privado asegurado a través del Usufructo con el Propietario. El Proyecto se interconectará a la celda existente "Los Santos Solar" CFE.

La selección del sitio se encuentra basada en que la superficie del predio cuenta con los valores de irradiancia requeridos para la operación del parque, reuniendo las características de relieve necesarias para su establecimiento y la cercanía con la Subestación Eléctrica Moctezuma, lo cual permitirá construir un circuito de 115 kV para la evacuación de la energía generada. El proceso de selección de sitio lo realizó la empresa Los Santos Solar II S.A.P.I. de C.V. con base en los siguientes criterios:

- **Ambientales**

Área de alta radiación solar, terreno plano, con vegetación escasa para evitar impactos significativos. El área representa vegetación de tipo desértico: pastizal halófilo y matorral desértico micrófilo. El sitio no se encuentra dentro de ningún Área natural protegida; también se contempló no seleccionar zonas bajo protección y/o restauración ecológica.

El sitio donde se pretende realizar el proyecto se ubica en la Región Hidrológica llamada "Cuencas Cerradas del Norte". Si bien los ecosistemas de zonas áridas presentan una fragilidad asociada a la disponibilidad de agua, cabe mencionar que el predio donde se instalará el proyecto no se encuentra del todo en su estado natural, ya que en las cercanías se localizan construcciones asociadas a actividades antropogénicas. En este sentido, se considera que el área carece de alguna condición especial que la categorice como zona prioritaria, tales como:

- Zonas de anidación, refugio, reproducción, conservación de especies en alguna categoría de protección, o área de distribución de especies frágiles y/o vulnerables de vida silvestre y de restauración del hábitat.
- Zona de aprovechamiento restringido o de veda forestal y de fauna.

Asimismo, se analizó y modeló la información meteorológica utilizando el software PVSYST, lo cual permitió enfocar más la búsqueda. Además, se analizaron dichas localidades desde el punto de vista ambiental, encontrando y analizando únicamente aquellos sitios que se encontraran previamente impactados por actividades humanas como la agricultura y ganadería.



Esto debido al firme compromiso de nuestra parte de ser un proyecto holísticamente responsable con el entorno.

- **Técnicos**

Se analizaron meso-mapas con información de radiación solar (SolarGIS, METEO, NASA, CONAGUA, entre otros) en México, que nos llevó a concentrar la búsqueda de un sitio para el proyecto en el norte del país. Considerando que los socios consumidores de electricidad se encuentran en el estado de Chihuahua, se decidió enfocar el proyecto en dicho estado. De ahí se analizaron ubicaciones en las siguientes localidades: Cuauhtémoc, Anáhuac, Aldama, Camargo, Delicias, Ojinaga, Samalayuca y Moctezuma. Al elegir el sitio específico se realizaron estudios topográficos, ingeniería conceptual y detallada, así como un estudio independiente que incluyó:

a. Análisis de los datos de la radiación solar, basado en una investigación de todas las fuentes disponible de datos de irradiación, información previamente procesada y la base de datos satelital. Esto con el fin de obtener los datos de radiación solar más representativas para Moctezuma, Chihuahua. Todos estos datos se comparan para comprobar la coherencia de los resultados y obtener datos anuales de los valores de irradiación horizontal global para el sitio.

b. Evaluación de la generación de energía con la información meteorológica, diseño y arreglo de la central, componentes y configuración eléctrica del proyecto, se estimó y simuló su rendimiento utilizando softwares especializados. La estimación de generación considero supuestos pragmáticos basados en proyectos anteriores, el historial de la tecnología y la información disponible del sitio para estimar las pérdidas asociadas al proyecto. Además, se realizó un estudio de incertidumbre derivada de las inexactitudes de la propia información y simulación, así como por influencias externas (sombreado, tierra, pérdidas de inversor, pérdidas de cableado, incertidumbre meteorológica, etc.). Evaluando la incertidumbre total y los límites de confianza para la probabilidad en 99%, 90%, 75% y 50%.

Se excluyeron lugares que no eran factibles para la instalación de la central generadora, ya sea por su topografía o difícil acceso, así como por ser zonas de inundación, que no permita la operación correcta de la central. La empresa también considero la infraestructura disponible; por ejemplo, el sitio seleccionado ya cuenta con infraestructura cercana de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), es indispensable contar con infraestructura eléctrica de interconexión suficientemente robusta para recibir la potencia a generarse.



Además, dicha infraestructura debe contar con la capacidad de comunicación en fibra óptica para contar con seguridad operativa cuando el proyecto se encuentre en operación.

- **Socioeconómicos**

Con base en la demanda existente en la zona, se realizó un análisis de las diferentes opciones factibles, apoyándose en recorridos de campo para ubicar la central generadora, excluyendo aquellas que no cumplan con los requisitos necesarios para realizar el proyecto. El predio donde se ubicará el proyecto es de carácter rural. Las actividades que se llevan a cabo son de tipo agrícola, aunque mínimas. No existen actividades de tipo pecuario, forestal, industrial, turismo ni minería.

Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El predio donde se ubicará la central de generación de electricidad se encuentra aledaño a la autopista Chihuahua – Miguel Ahumada y el camino de acceso, al poblado de Moctezuma. Esta ubicación permite vías de acceso amplias y suficientes para el desarrollo y operación del proyecto sin requerir obras de caminos adicionales. Cuenta con infraestructura de electricidad suficiente para el desarrollo y operación de la central eléctrica, así como proximidad a una estación de ferrocarril para facilidad logística de materiales. A su vez cuenta con infraestructura de comunicación vía Telmex, CFE Telecom y buena cobertura de telefonía celular.

En las diferentes etapas del proyecto se requerirá infraestructura relativa a hospedaje, drenaje y servicios sanitarios, talleres, servicios médicos y de salud, almacenes, energía, estaciones de combustible, entre otros. Los recursos y servicios necesarios que no se encuentran en la localidad de Moctezuma serán provistos en su defecto por proveedores de las localidades próximas como son la cabecera municipal Ahumada o Ciudad Juárez.



II.1.4 Inversión requerida

██████████ con un tipo de cambio de 19.41 pesos mexicanos por dólar en el Banco de México al 21 de noviembre de 2019 (Banxico, 2019), la cual es financiada con fondos propios y fondos provenientes de fuentes y bancos interesados en el desarrollo de fuentes renovables de energía. Este monto abarca los costos de interconexión y desarrollo el financiamiento para la construcción de la línea de transmisión, la subestación eléctrica y el generador principal de potencia. La inversión requerida para el proyecto se proyecta amortizar en un periodo de 30 años. En la **Tabla II.5** se desglosan los costos estimados en algunas fases del proyecto.

Tabla II.5 Detalle de la inversión requerida durante las fases del proyecto.

Acontecimiento	Cantidad	Acumulado
██████████	██████████	██████████
██████████	██████████	██████████
██████████	██████████	██████████
████████████████████	██████████	██████████
████████████████████	██████████	██████████
████████████████████	██████████	██████████
████████████████████	██████████	██████████
████████████████████	██████████	██████████
████████████████████	██████████	██████████
████████████████████	██████████	██████████
██████████	██████████	██████████
██████████	██████████	██████████
██████████	██████████	██████████

II.2 Características particulares del proyecto

El Parque Solar se compone de módulos solares fabricados por Longi Solar, modelo LR4-72HPH de 425Wp y 430 Wp, que se interconectarán a la red de transmisión nacional a través de la línea de transmisión de 115 kV existente

La Central consistirá principalmente en módulos fotovoltaicos, estructura de soporte para sostener los módulos, sistema de acondicionamiento de energía, protección, control, medición y sistema de monitoreo, transformador principal, equipo principal de conexión y desconexión, casa de mantenimiento de operación de control, sistema de seguridad y señalización, vías de acceso e interiores.



Los módulos solares fotovoltaicos, integrados en matrices y suborganizaciones, deben ser del mismo modelo y de la misma capacidad máxima individual, que no debe ser inferior a 425 W en condiciones de STC, una eficiencia superior al 19,1% con certificados de calidad y rendimiento. El sistema de recolección de energía de Corriente Directa (CD) de la Central, así como la red de media tensión, se llevará a cabo bajo tierra, de acuerdo con las especificaciones. El equipo de acondicionamiento de energía, paneles eléctricos, equipos de control y monitoreo, así como las interfaces, se alojarán en la cabina de control de la Central (Cabina Prefabricada para acondicionamiento de Energía).

El punto de interconexión se encuentra dentro de la estructura de la red nacional de transmisión en 115 kv. Por lo tanto, como parte de la planta de energía, debe haber una subestación elevadora, una línea de interconexión y una placa de control, que permitan evacuar la energía a la red existente.

Componentes del proyecto

a) Paneles de Silicio

Los paneles de silicio son los encargados de transformar la energía radiante procedente del sol en energía eléctrica de Corriente Directa (CD). Esta energía eléctrica en CD se transforma en Corriente Alterna (CA) de baja tensión, para poder verterla a la red de distribución, mediante un inversor.

b) Cerco perimetral

Para garantizar la seguridad de los equipos que componen la Planta Solar y evitar la entrada de personas ajenas al proyecto, se colocará un vallado metálico (malla ciclónica) simple de dos metros de altura. El vallado se compone de postes tubulares con tapón metálico, protección de aguas, orejas y ganchos soldados a postes para sujeción de malla ciclónica.

Tanto los postes como la tela han sido galvanizadas por inmersión en caliente para asegurar su durabilidad en fenómenos extremos. Se prevé la colocación de al menos, una puerta de doble hoja de simple torsión que permita la entrada de material y personas a la instalación una vez vallada la Planta Solar.



c) Soportes

La estructura para el soporte de módulos ha de resistir con los módulos instalados, las sobrecargas debidas a viento, nieve o cualquier efecto meteorológico adverso. Tanto la estructura como el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante. El parque solar fotovoltaico se basará en cálculos estructurales y demás normas aplicables a la estructura.

Para la fijación de las estructuras al terreno, se utilizará el sistema de hincado. La estructura del generador estará conectada a tierra. Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes necesarios. Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos. La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.

d) Inversores

Los inversores serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

Serán equipos de un fabricante de reconocido prestigio, solvencia técnica y que además disponga de un servicio técnico propio que garantice una respuesta rápida (entre 24 y 48 horas). El inversor permitirá el funcionamiento con paneles de tecnología policristalina.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Auto-conmutados.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionarán en isla o modo aislado.



Los inversores incorporaran protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como micro cortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, entre otros.

II.2.1 Programa de trabajo

La ejecución del proyecto se contempla en 4 etapas, a saber: Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento, Cierre y Abandono, las cuales a su vez se desglosan en algunas otras actividades, que se describen a continuación.

Para la **Preparación del sitio**, se estima una duración de **12 meses**, dentro de los cuales se contemplan 2 meses para la delimitación del proyecto, el área sujeta a CUSTF y los límites topográficos que sean pertinentes. Una vez delimitadas las áreas, podrá iniciar el rescate y reubicación de flora silvestre con una duración de 6 meses, y al mismo tiempo el ahuyentamiento, rescate y reubicación de la fauna silvestre. Es importante que el rescate y reubicación de especies silvestres comience antes de la remoción de la vegetación y que las áreas de trabajo para la remoción sean liberadas previamente de flora y fauna susceptible de ser rescatada. El rescate y reubicación de fauna silvestre puede alargarse hasta la etapa de construcción en caso de encontrarse fauna abundante en el sitio, como medida de protección de la biodiversidad. La remoción de la vegetación (desmonte) se contempla llevar a cabo en un periodo de 6 meses.

En el caso de la etapa de **Construcción**, se estima una duración aproximada de **27 meses**, distribuido en varias actividades, la primera de ellas sería el cercado perimetral del área del proyecto, posteriormente se contemplan las obras generales de construcción, instalación de componentes solares y la construcción de la línea de transmisión. En total, junto con la etapa de **Operación y mantenimiento** se estima que el proyecto tenga una vida útil de **30 años**. La etapa de Cierre y Abandono está proyectada para durar **3 años**.

En la **Tabla II.6** se presenta el programa calendarizado de las actividades que serán realizadas en el marco del proyecto.



Tabla II.6 Programa calendarizado de las actividades que serán realizadas en el marco del proyecto.

ETAPA	DESCRIPCIÓN	AÑOS																																							
		1												2												3															
		MESES																														4	5	6	10	..28	29	30	31	32	33
		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										
PREPARACIÓN DEL SITIO	DELIMITACIÓN DEL ÁREA SUJETA A CUSTF																																								
	RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA SILVESTRE																																								
	AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA SILVESTRE																																								
	REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN (DESMONTE)																																								
CONSTRUCCIÓN	CERCADO DEL ÁREA DEL PROYECTO																																								
	OBRAS GENERALES																																								
	INSTALACIÓN SOLAR 48 MW AC																																								
	LÍNEA DE TRANSMISIÓN																																								
	INSTALACIÓN SOLAR DC-AC																																								
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																																									
CIERRE Y ABANDONO																																									
MEDIDAS DE MITIGACIÓN	PROGRAMA DE RESTAURACIÓN DEL ÁREA SUJETA A CUSTF																																								
	PROGRAMA DE OBRAS Y PRÁCTICAS PARA MITIGACION DE IMPACTOS																																								



II.2.2 Representación gráfica Regional

El proyecto se localiza dentro de la Región Hidrológica **RH34 Cuencas Cerradas del Norte** (**Figura II.5**), esta región se localiza casi en su totalidad en el estado de Chihuahua y una mínima parte en el estado de Sonora. Sus principales corrientes son los ríos Casas Grandes, Santa María y del Carmen. Son ríos estacionales que terminan en lagunas también estacionales ubicadas en el desierto al norte del estado; durante la temporada de mayor temperatura permanecen secos (PTM, 2019). En general, las mayores elevaciones de la región corresponden a la Sierra Madre Occidental; predominan las planicies con elevaciones medias de 1,250 msnm y el sentido predominante de las corrientes es de sur a norte.

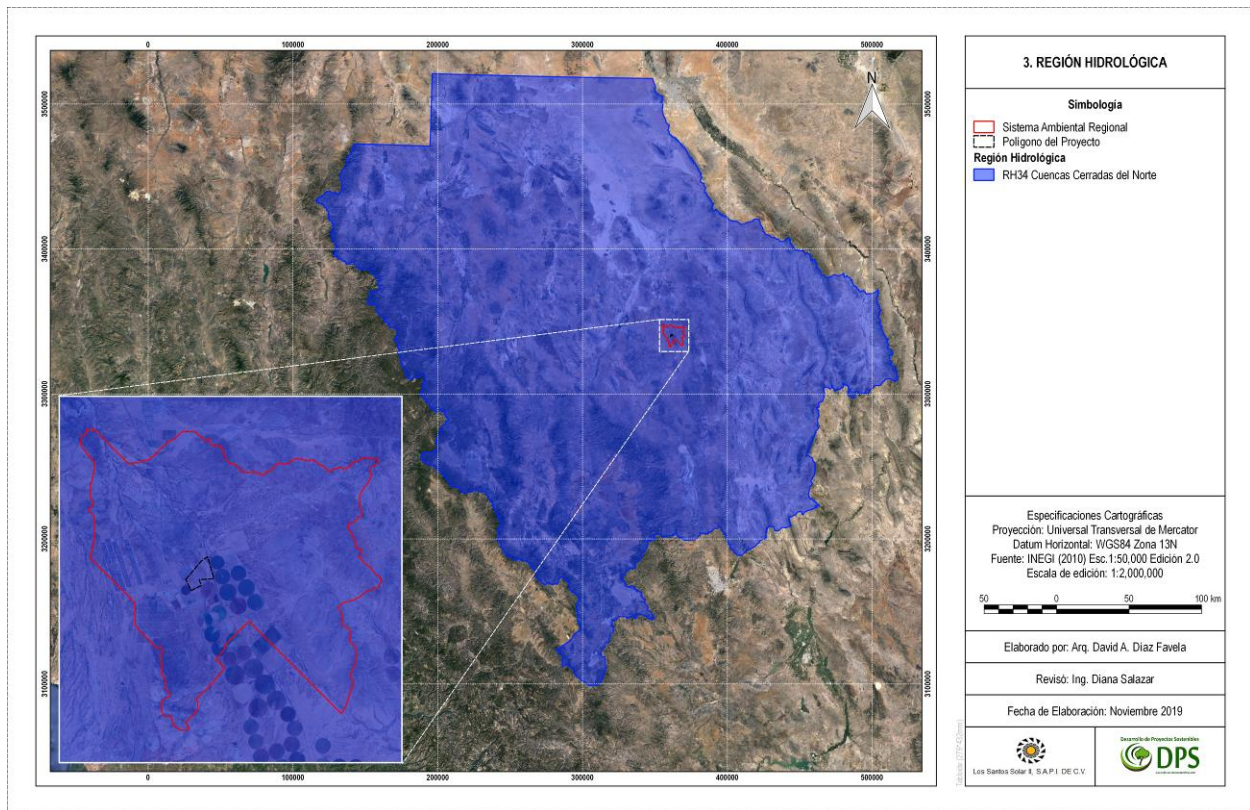


Figura II.5 Ubicación del proyecto en el contexto de la Región Hidrológica.

Así mismo, el proyecto se encuentra localizado en la Cuenca Río del Carmen y la Subcuenca Río Santa Clara-Río del Carmen (**Figura II.6** y **II.7**). En la **Figura II.8** se pueden apreciar las localidades cercanas, que se encuentran dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) o Microcuenca Hidrológica Forestal (CHF).

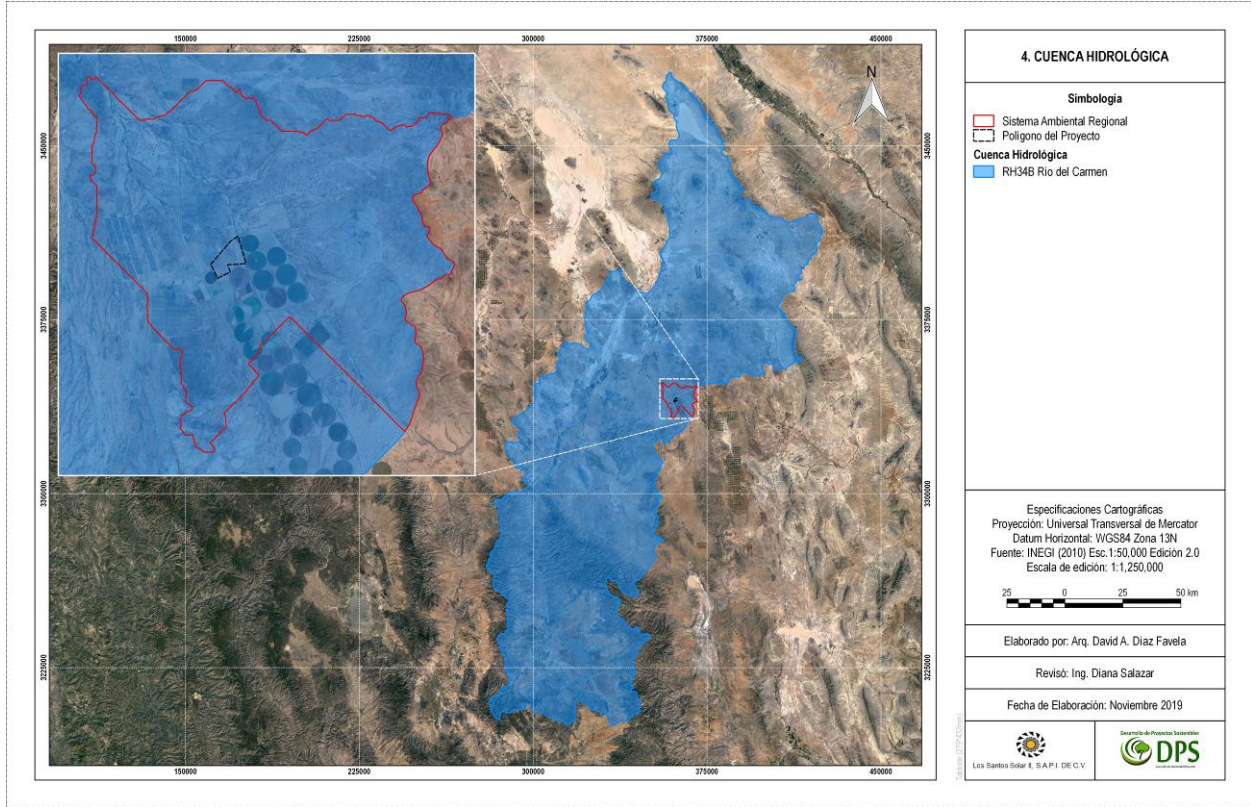


Figura II.6 Ubicación del proyecto en el contexto de la Cuenca Hidrológica.

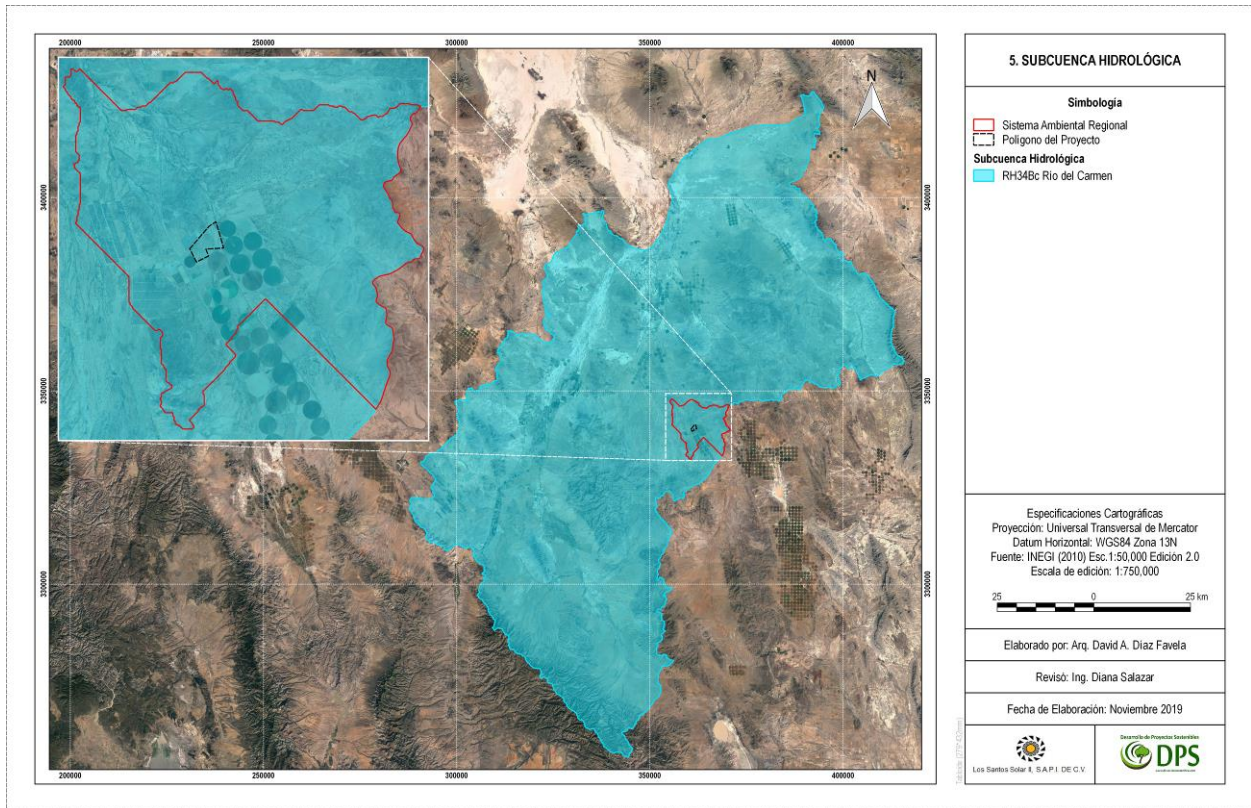


Figura II.7 Ubicación del proyecto en el contexto de la Subcuenca Hidrológica.

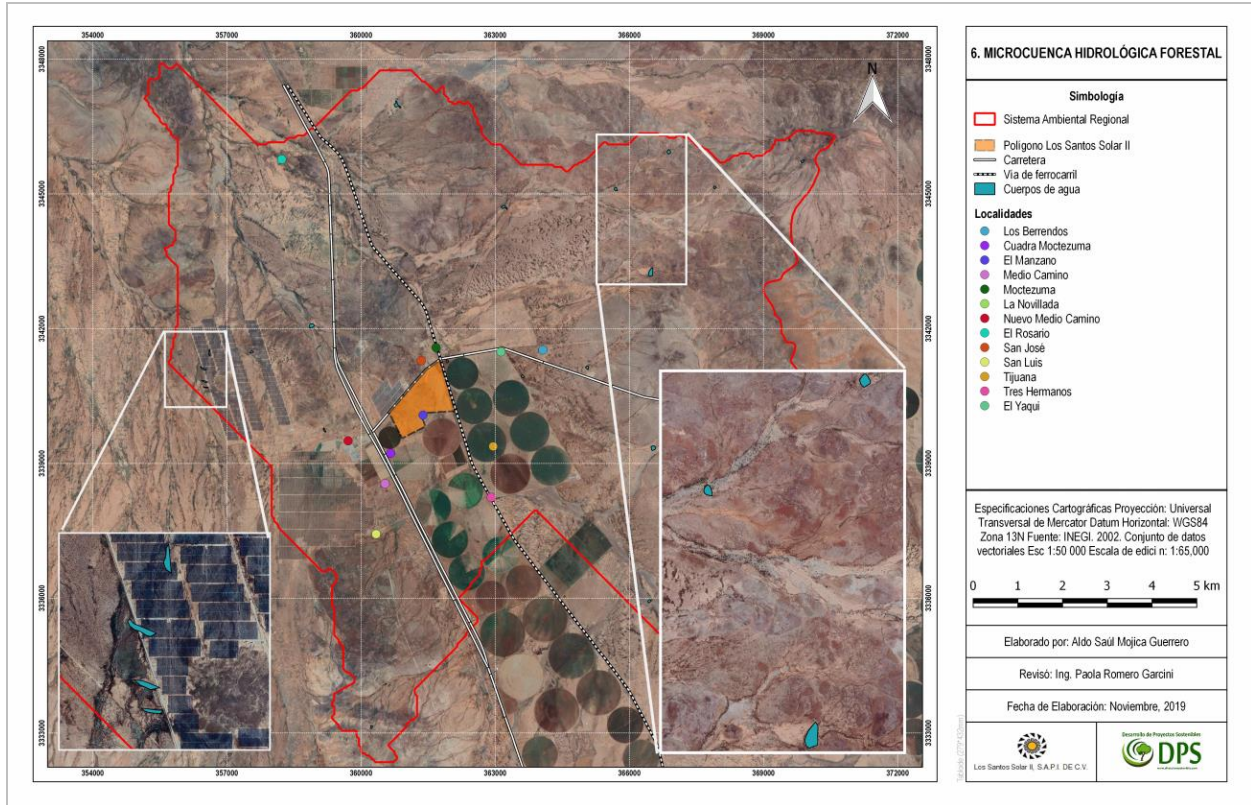


Figura II.8 Ubicación del proyecto en el contexto de la Microcuenca Hidrológica Forestal, o Sistema Ambiental Regional.

II.2.3 Representación gráfica Local

Representación del Predio y el Proyecto

El predio particular en donde se pretende desarrollar el Proyecto fotovoltaico “Los Santos Solar II” se ubica en la localidad “Moctezuma” dentro del municipio de Ahumada, estado de Chihuahua. La superficie arrendada donde se habilitará el proyecto está conformada por un solo polígono que cuenta con una superficie de **121.555842 hectáreas**. La **Figura II.9** muestra la ubicación del predio particular que ocupará el proyecto.

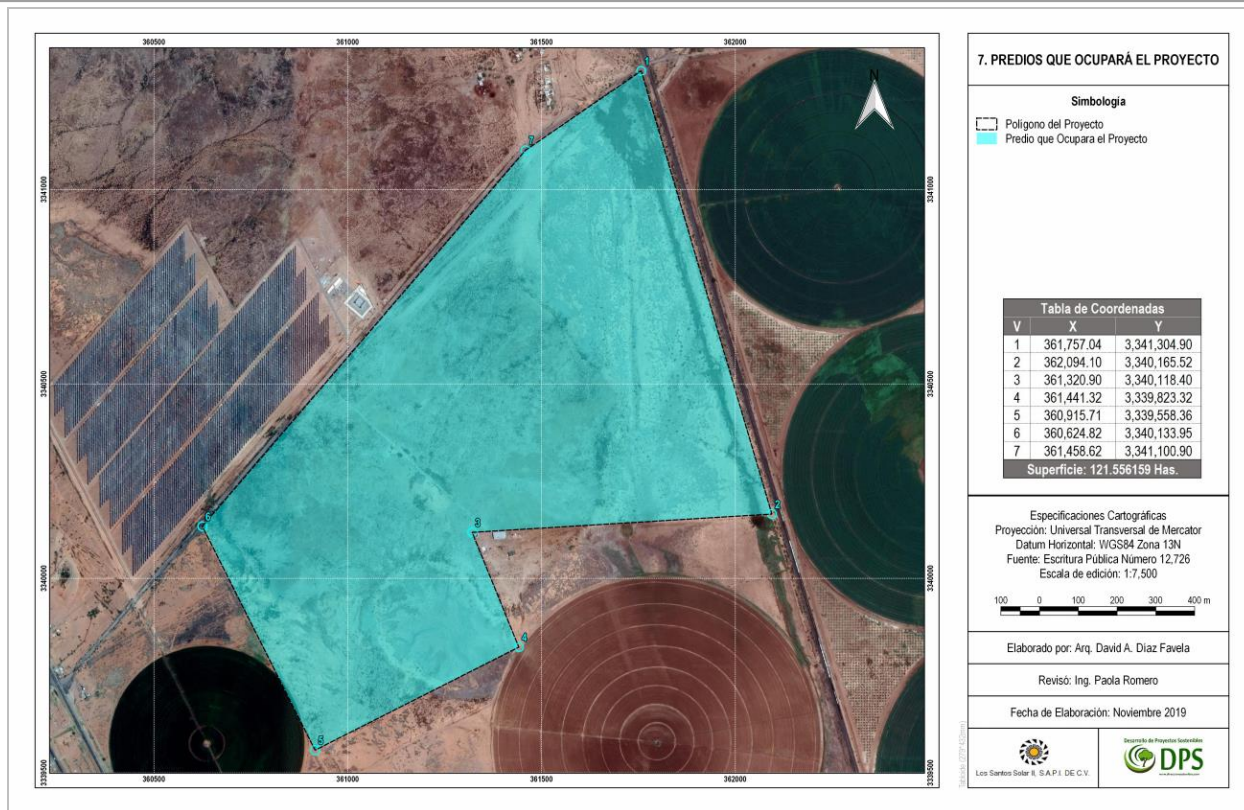


Figura II.9 Ubicación del predio que ocupara el área del proyecto.

Las coordenadas de los vértices del polígono del predio del proyecto se presentan a continuación, en la **Tabla II.7**.

Tabla II.7 Ubicación georreferenciada de los polígonos de los predios del proyecto.

Polígono del Predio del proyecto LSS II		
Vértice	Coordenadas UTM Zona 13 N WGS84	
	X	Y
1	360,624.82	3,340,133.95
2	361,458.62	3,341,100.90
3	361,757.04	3,341,304.90
4	362,094.10	3,340,165.52
5	361,320.90	3,340,118.40
6	361,441.32	3,339,823.32
7	360,915.71	3,339,558.36
Superficie: 121.556159 Has.		

**Representación del área sujeta a CUSTF**

El área sujeta a CUSTF también se compone por 4 polígonos que en conjunto cuentan con una superficie de **119.663965 Ha.** discriminando caminos, corrientes intermitentes y vegetación preferentemente forestal. La superficie sujeta a CUSTF se desglosa a detalle en la **Tabla II.8** y en las **Figuras II.11, II.12, II.13 y II.14** se representan gráficamente los polígonos de afectación forestal, es decir, cada uno de los polígonos en los que se ejecutará el Cambio de Uso del Suelo, por separado.

Tabla II.8 Ubicación georreferenciada del área sujeta a CUSTF.

Propietario	Polígono forestal	ID	Coordenadas UTM		Tipo de vegetación	Superficie		Obras que se llevaran a cabo
			X	Y		Vegetación	Total	
José Ramos Ortega y Copropietarios	Polígono A1	1	361,393.47	3,340,993.02	Pastizal Halófilo	0.102373 Has.		<ul style="list-style-type: none"> • Celdas Fotovoltaicas • Viales
		2	361,390.02	3,341,003.36				
		3	361,388.35	3,341,008.65				
		4	361,383.34	3,341,013.59				
		5	361,366.97	3,340,994.60				
		6	361,372.90	3,340,981.64				
		7	361,393.61	3,340,952.59				
		8	361,398.01	3,340,957.43				
		9	361,401.42	3,340,960.99				
		10	361,399.34	3,340,968.01				
		11	361,396.46	3,340,979.22				
José Ramos Ortega y Copropietarios	Polígono A2	1	361,393.61	3,340,952.59	Matorral Desértico Micrófilo	3.527782 Has.	3.630155 Has.	<ul style="list-style-type: none"> • Celdas Fotovoltaicas • Viales • Subestación
		2	361,372.90	3,340,981.64				
		3	361,366.97	3,340,994.60				
		4	360,942.05	3,340,501.84				
		5	360,973.46	3,340,469.17				
		6	361,025.50	3,340,425.22				
		7	361,033.24	3,340,416.42				
		8	361,033.38	3,340,416.91				
		9	361,035.62	3,340,424.73				
		10	361,037.97	3,340,439.74				
		11	361,042.42	3,340,450.73				
		12	361,043.13	3,340,457.62				
		13	361,046.76	3,340,461.86				



Propietario	Polígono forestal	ID	Coordenadas UTM		Tipo de vegetación	Superficie		Obras que se llevaran a cabo
			X	Y		Vegetación	Total	
		14	361,049.11	3,340,465.75				
		15	361,052.25	3,340,471.46				
		16	361,056.14	3,340,479.69				
		17	361,060.89	3,340,486.17				
		18	361,063.77	3,340,494.56				
		19	361,068.50	3,340,500.27				
		20	361,074.01	3,340,506.38				
		21	361,077.67	3,340,513.63				
		22	361,079.93	3,340,520.65				
		23	361,083.22	3,340,525.21				
		24	361,085.29	3,340,529.57				
		25	361,087.31	3,340,534.69				
		26	361,088.85	3,340,539.13				
		27	361,090.28	3,340,548.03				
		28	361,088.76	3,340,557.93				
		29	361,089.97	3,340,569.64				
		30	361,090.79	3,340,579.98				
		31	361,090.74	3,340,588.37				
		32	361,090.86	3,340,599.98				
		33	361,091.87	3,340,606.05				
		34	361,093.18	3,340,609.79				
		35	361,094.29	3,340,615.03				
		36	361,097.21	3,340,622.25				
		37	361,101.29	3,340,625.50				
		38	361,104.50	3,340,629.36				
		39	361,109.00	3,340,633.31				
		40	361,112.32	3,340,637.30				
		41	361,116.79	3,340,640.39				
		42	361,119.13	3,340,646.52				
		43	361,123.23	3,340,651.62				
		44	361,128.56	3,340,655.77				
		45	361,134.30	3,340,661.46				
		46	361,135.72	3,340,662.88				
		47	361,125.27	3,340,673.70				
		48	361,246.43	3,340,790.71				
José Ramos	Polígono B1	1	361,757.04	3,341,304.89	Pastizal	35.638391	116.033810	• Celdas



Propietario	Polígono forestal	ID	Coordenadas UTM		Tipo de vegetación	Superficie		Obras que se llevaran a cabo
			X	Y		Vegetación	Total	
Ortega y Copropietarios		2	361,458.62	3,341,100.89	Halófilo	Has.	Has.	Fotovoltaicas • Viales
		3	361,384.98	3,341,015.49				
		4	361,390.54	3,341,009.99				
		5	361,392.40	3,341,004.13				
		6	361,395.88	3,340,993.69				
		7	361,398.89	3,340,979.80				
		8	361,401.75	3,340,968.67				
		9	361,403.41	3,340,963.06				
		10	361,445.85	3,341,007.32				
		11	361,470.71	3,340,983.49				
		12	361,423.18	3,340,933.93				
		13	361,414.06	3,340,923.90				
		14	361,460.02	3,340,859.41				
		15	361,579.80	3,340,787.32				
		16	361,641.71	3,340,678.37				
		17	361,704.43	3,340,613.86				
		18	361,759.44	3,340,473.21				
		19	361,732.32	3,340,359.15				
		20	361,723.49	3,340,200.24				
		21	361,678.61	3,340,142.52				
		22	361,676.56	3,340,140.07				
		23	362,094.10	3,340,165.52				
		José Ramos Ortega y Copropietarios	Polígono B2	1				
2	361,676.56			3,340,140.07				
3	361,723.49			3,340,200.24				
4	361,732.32			3,340,359.15				
5	361,759.44			3,340,473.21				
6	361,704.43			3,340,613.86				
7	361,641.71			3,340,678.37				
8	361,579.80			3,340,787.32				
9	361,460.02			3,340,859.41				
10	361,414.06			3,340,923.90				
11	361,271.15			3,340,766.72				
12	361,149.19			3,340,648.93				
13	361,137.46			3,340,661.08				



Propietario	Polígono forestal	ID	Coordenadas UTM		Tipo de vegetación	Superficie		Obras que se llevaran a cabo
			X	Y		Vegetación	Total	
		14	361,136.06	3,340,659.69				
		15	361,130.22	3,340,653.89				
		16	361,124.99	3,340,649.82				
		17	361,121.32	3,340,645.26				
		18	361,118.84	3,340,638.78				
		19	361,114.02	3,340,635.44				
		20	361,110.79	3,340,631.56				
		21	361,106.30	3,340,627.61				
		22	361,103.05	3,340,623.71				
		23	361,099.28	3,340,620.71				
		24	361,096.69	3,340,614.30				
		25	361,095.59	3,340,609.11				
		26	361,094.30	3,340,605.42				
		27	361,093.35	3,340,599.76				
		28	361,093.24	3,340,588.37				
		29	361,093.29	3,340,579.88				
		30	361,092.46	3,340,569.42				
		31	361,091.28	3,340,558.00				
		32	361,092.81	3,340,548.02				
		33	361,091.29	3,340,538.52				
		34	361,089.65	3,340,533.82				
		35	361,087.58	3,340,528.58				
		36	361,085.39	3,340,523.94				
		37	361,082.19	3,340,519.50				
		38	361,079.99	3,340,512.68				
		39	361,076.10	3,340,504.96				
		40	361,070.39	3,340,498.63				
		41	361,065.98	3,340,493.32				
		42	361,063.13	3,340,485.00				
		43	361,058.30	3,340,478.40				
		44	361,054.48	3,340,470.32				
		45	361,051.27	3,340,464.51				
		46	361,048.79	3,340,460.39				
		47	361,045.53	3,340,456.59				
		48	361,044.87	3,340,450.12				
		49	361,040.40	3,340,439.07				



Propietario	Polígono forestal	ID	Coordenadas UTM		Tipo de vegetación	Superficie		Obras que se llevaran a cabo
			X	Y		Vegetación	Total	
		50	361,038.06	3,340,424.19				
		51	361,035.20	3,340,414.19				
		52	361,044.37	3,340,403.77				
		53	361,060.76	3,340,389.47				
		54	361,092.65	3,340,365.48				
		55	361,139.43	3,340,318.17				
		56	361,161.03	3,340,296.70				
		57	361,181.11	3,340,278.75				
		58	361,203.61	3,340,257.66				
		59	361,232.31	3,340,233.11				
		60	361,269.58	3,340,203.89				
		61	361,291.41	3,340,184.16				
		62	361,315.04	3,340,159.22				
		63	361,320.46	3,340,154.36				
		64	361,336.41	3,340,142.23				
		65	361,351.83	3,340,136.30				
		66	361,371.54	3,340,134.75				
		67	361,398.93	3,340,139.91				
		68	361,419.35	3,340,141.63				
		69	361,446.70	3,340,143.10				
		70	361,475.52	3,340,143.13				
		71	361,505.29	3,340,139.87				
		72	361,536.04	3,340,140.15				
		73	361,556.19	3,340,142.18				
		74	361,598.32	3,340,144.83				
		75	361,610.96	3,340,145.78				
		76	361,644.60	3,340,143.99				
		77	361,646.41	3,340,143.77				
		78	361,645.37	3,340,141.60				
		79	361,640.31	3,340,140.85				
		80	361,640.18	3,340,141.72				
		81	361,610.99	3,340,143.28				
		82	361,598.49	3,340,142.34				
		83	361,556.39	3,340,139.68				
		84	361,536.18	3,340,137.65				
		85	361,505.16	3,340,137.37				



Propietario	Polígono forestal	ID	Coordenadas UTM		Tipo de vegetación	Superficie		Obras que se llevaran a cabo
			X	Y		Vegetación	Total	
		86	361,475.39	3,340,140.63				
		87	361,446.77	3,340,140.60				
		88	361,419.52	3,340,139.14				
		89	361,399.26	3,340,137.43				
		90	361,371.68	3,340,132.23				
		91	361,351.27	3,340,133.84				
		92	361,335.18	3,340,140.02				
		93	361,318.87	3,340,152.43				
		94	361,313.29	3,340,157.42				
		95	361,289.67	3,340,182.37				
		96	361,267.97	3,340,201.97				
		97	361,230.73	3,340,231.17				
		98	361,201.95	3,340,255.79				
		99	361,179.42	3,340,276.90				
		100	361,159.32	3,340,294.88				
		101	361,137.66	3,340,316.41				
		102	361,091.00	3,340,363.59				
		103	361,059.18	3,340,387.53				
		104	361,042.60	3,340,402.00				
		105	361,023.74	3,340,423.43				
		106	360,971.75	3,340,467.35				
		107	360,940.41	3,340,499.93				
		108	360,624.82	3,340,133.95				
		109	360,915.71	3,339,558.36				
		110	361,441.32	3,339,823.32				

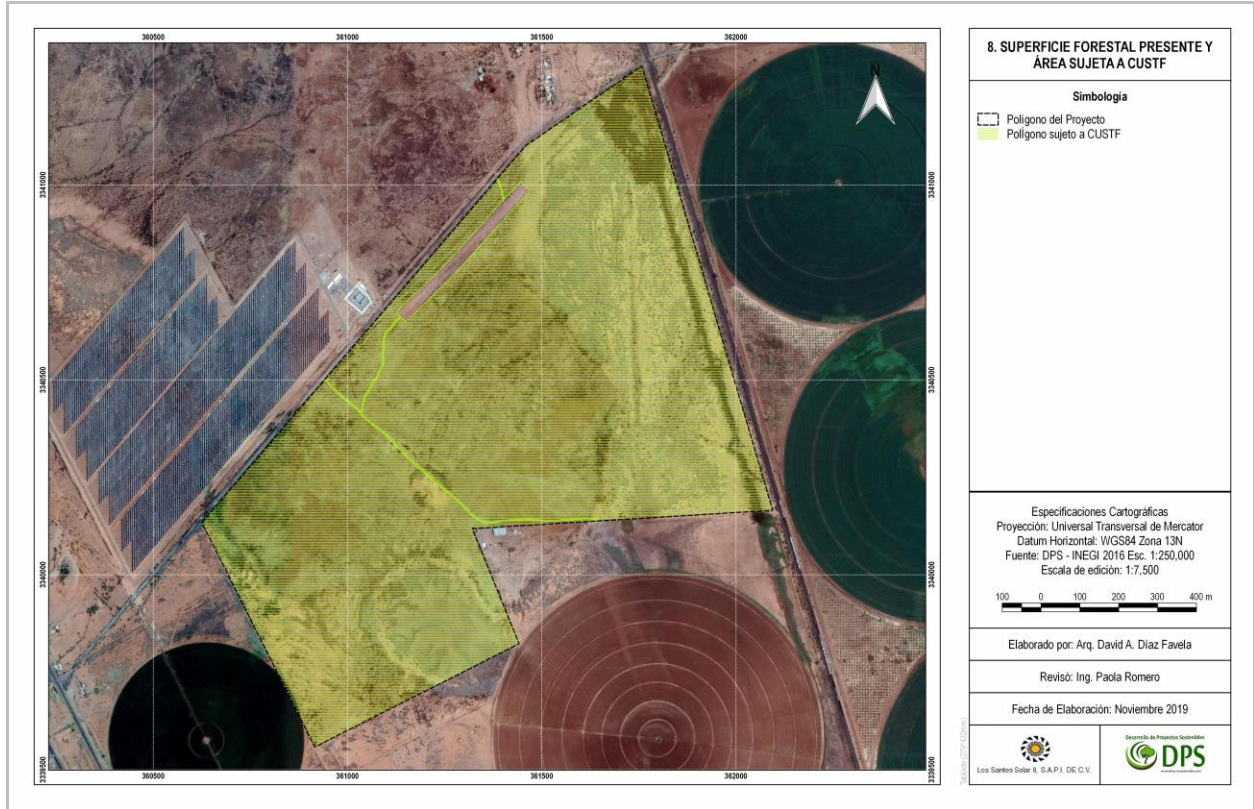


Figura II.10 Representación gráfica de la superficie sujeta CUSTF.

Los asentamientos humanos se encuentran bastante lejanos, pero aún en el caso de que en un futuro se establezcan cercanos al sitio, no existen riesgos de impacto en futuras asentamientos, un parque solar contribuye a aumentar la disponibilidad energética en la zona, así como a incrementar la independencia energética de los usuarios de la energía que genera.

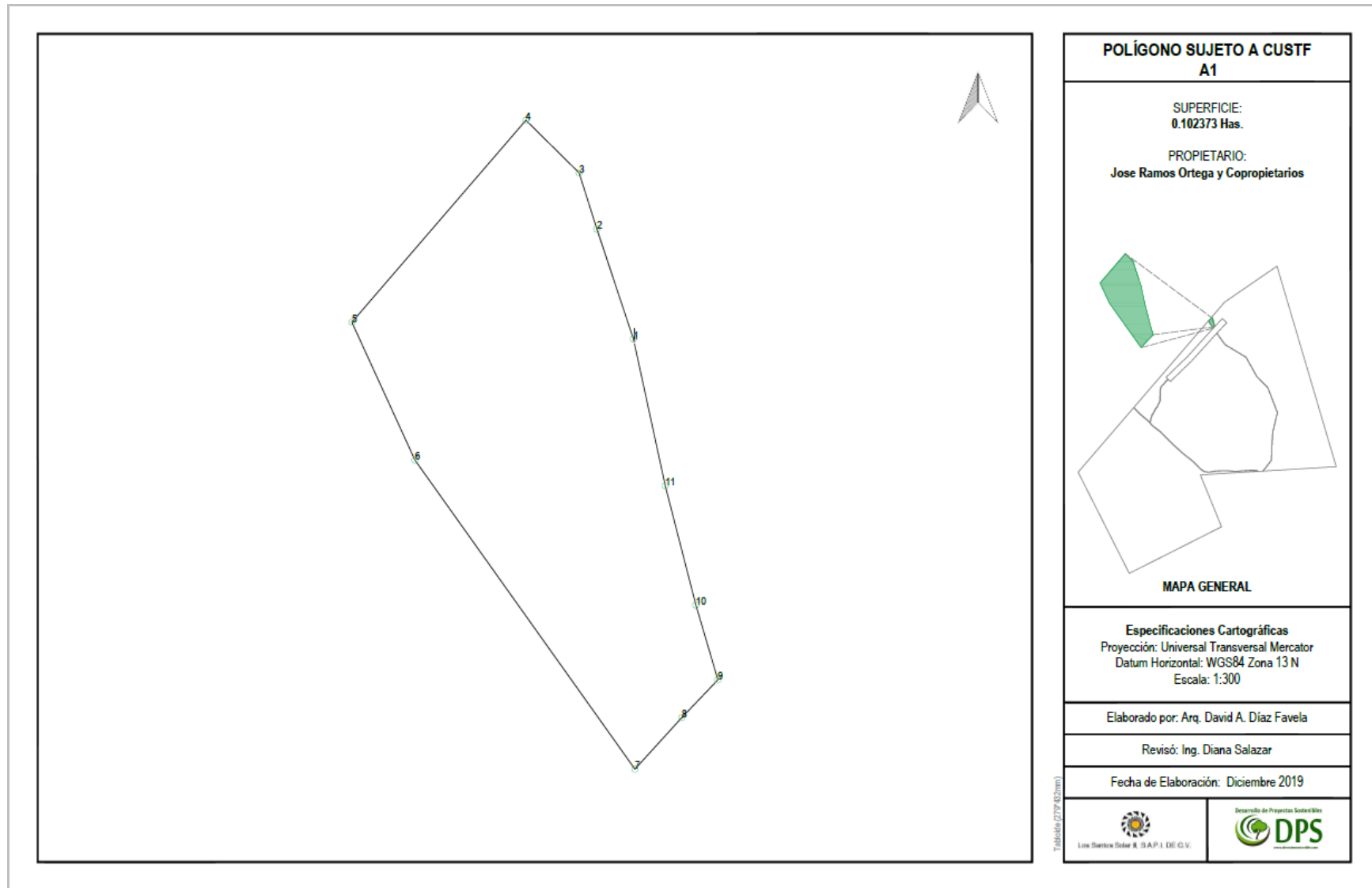


Figura II.11 Polígono de afectación forestal A1.

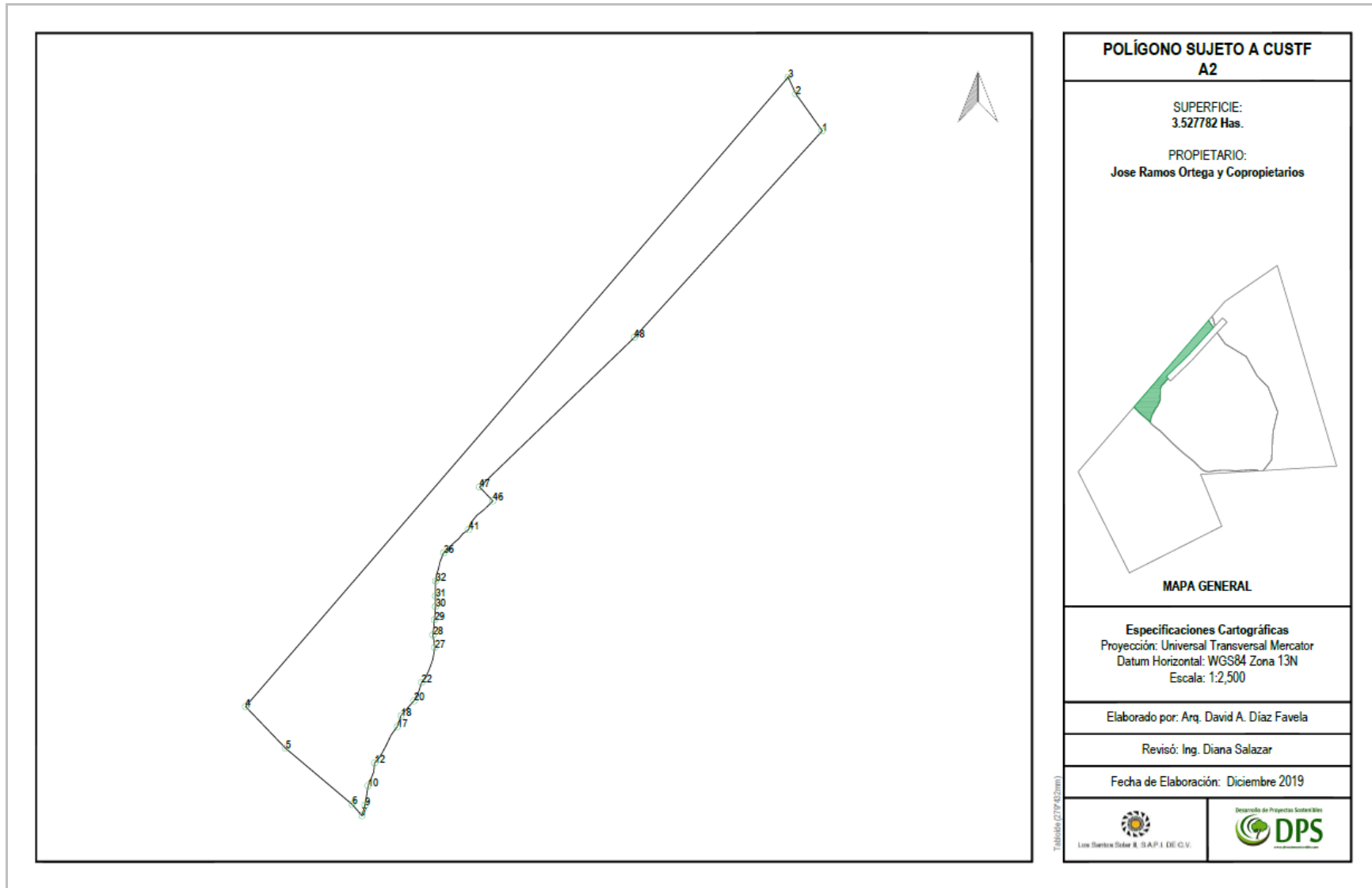


Figura II.12 Polígono de afectación forestal A2.

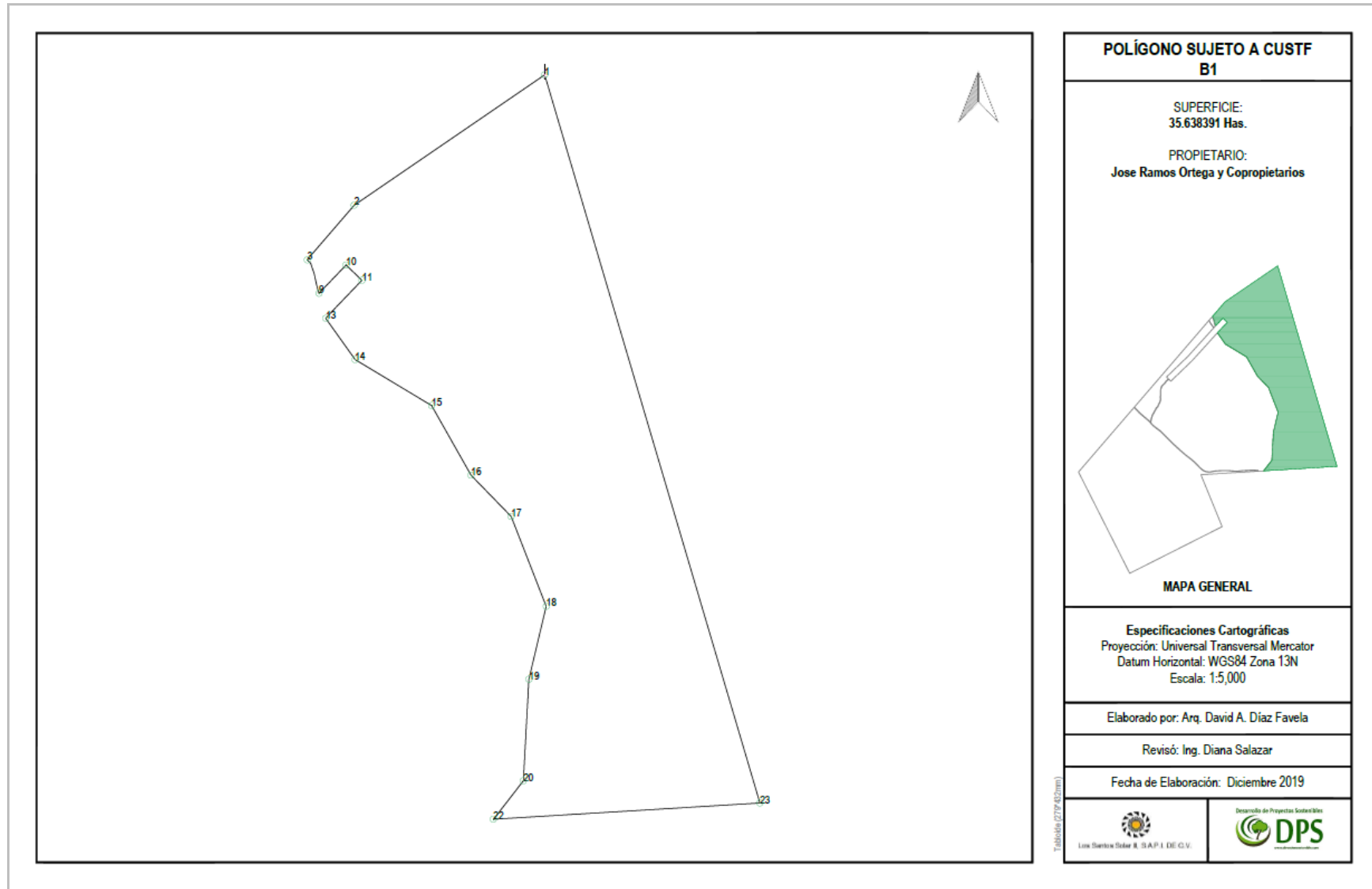


Figura II.13 Polígono de afectación forestal B1.

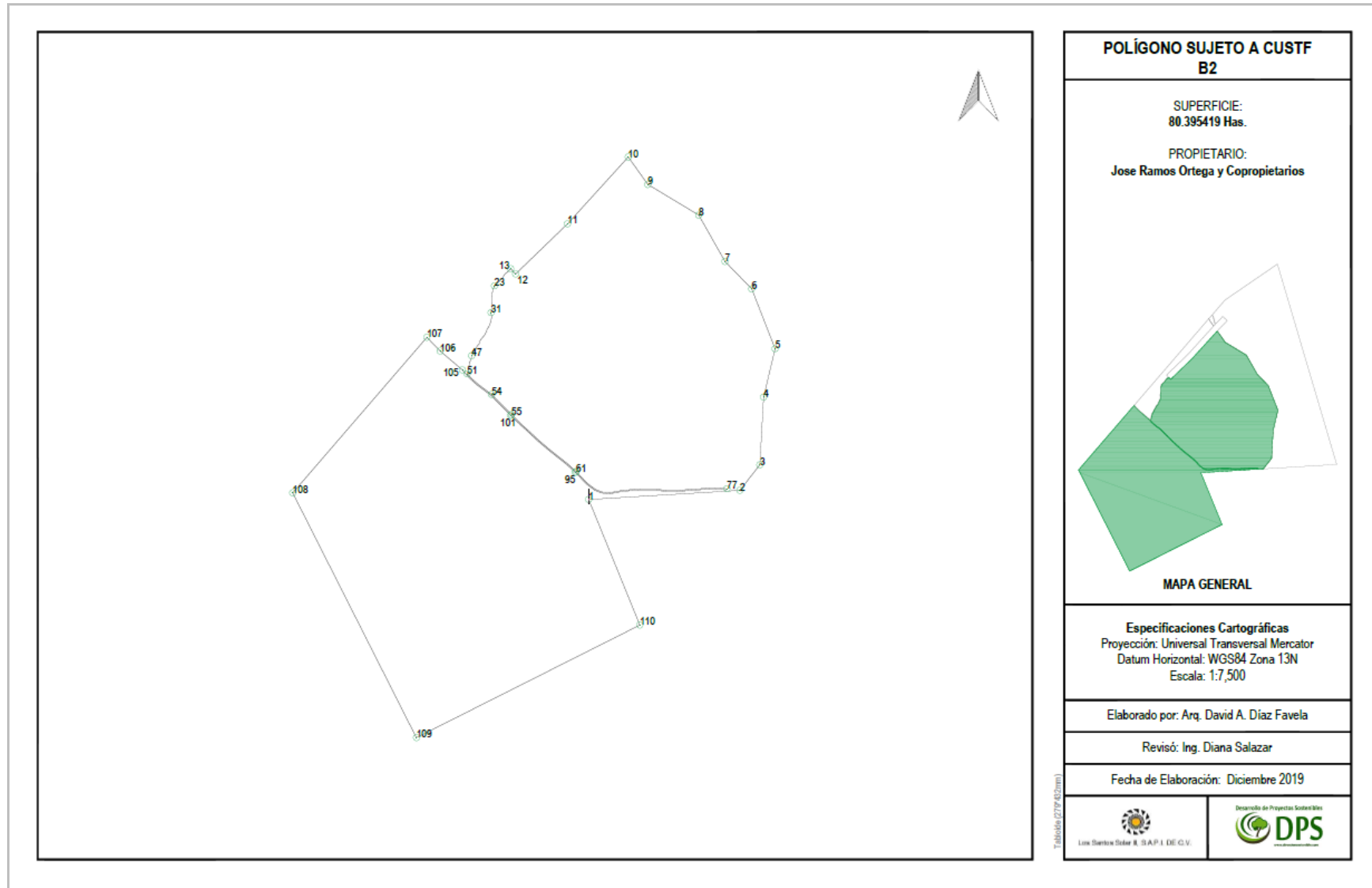


Figura II.14 Polígono de afectación forestal B2.



II.2.4 Preparación del sitio y construcción

Preparación del sitio

A partir de esta etapa se generan las condiciones necesarias en los terrenos para realizar la cimentación de las obras civiles y así proceder con la etapa de construcción. Cabe mencionar que, en la medida de lo posible, se utilizarán los accesos existentes a la parcela. A continuación, se presentan las actividades que se llevarán a cabo en esta etapa:

Delimitación topográfica

Los trabajos de topografía comprenden el replanteo inicial de la instalación sobre el terreno para delimitar los límites de la planta, los viales de acceso, vallado y ubicación de las cimentaciones de la estructura.

Rescate de fauna

Previo a la remoción de la vegetación, se realizará un recorrido por las áreas a desmontar generando ruido para ahuyentar y/o en su caso rescatar y reubicar aquellas especies de fauna que se encuentran presentes en el área sujeta a cambio de uso de suelo en terreno forestal, realizando dichas acciones de manera manual con el apoyo de personal técnico capacitado en la materia.

Rescate de flora

Igualmente, previo a las actividades de desmonte, serán seleccionados los individuos susceptibles de rescate en el interior del polígono previsto para el cambio de uso de suelo en terreno forestal, con la finalidad de que puedan ser llevados a sitios que conserven sus condiciones naturales y que los ejemplares puedan continuar con su desarrollo natural. De esta manera, los ejemplares serán inventariados y los sitios de trasplante serán georreferenciados para posterior seguimiento de la actividad.

Desmante

El desmante se refiere a la remoción y retiro de la vegetación superficial, con la finalidad de eliminar la presencia de material vegetal que impida o cause daño a la obra que pretende realizarse en el terreno y así poder construir o edificar las bases de sustentación. Los residuos del desmante serán dispuestos temporalmente en un extremo adyacente al área de afectación, dentro del predio, hasta su disposición final. El material vegetal proveniente de la remoción será picado y esparcido dentro de la misma área del proyecto, con el fin de retener humedad y se propicie el desarrollo del pasto que se pretende sembrar, y así proteger el suelo de la acción del viento y la lluvia.



Nivelación del terreno

Se buscará eliminar aquellos desniveles que no permitan la instalación de las estructuras. Para esto se realizará movimiento de tierras con el fin de crear una superficie firme y homogénea, con compactación y resistencia mecánica adecuada que permita la ejecución de fundaciones y canalizaciones. Estos trabajos comprenden el despeje y desbroce de la parcela, así como la nivelación y compactación del terreno.

Viales

Los viales de la planta fotovoltaica se conciben como una red que permiten el acceso hasta el edificio de control, áreas de maniobras y los centros de transformación, y a su vez los conectan con el camino de acceso existente.

Tienen una utilidad específica, concretándose en un importante tráfico pesado durante la fase de construcción, reduciéndose drásticamente durante la fase de explotación a vehículos ligeros de conservación y mantenimiento y, ocasionalmente alguna grúa o vehículo de transporte pesado.

El trazado de los viales va encaminado a obtener la menor incidencia posible con el entorno, reduciéndose en lo posible la longitud y los movimientos de tierras, tanto por razones económicas como de integración en el medio ambiente.

Limpieza del sitio

La limpieza del sitio consistirá en extraer y retirar de las zonas de trabajo toda la maleza, escombros, basura o cualquier material indeseable según las especificaciones del Proyecto.

Construcción

La instalación del proyecto Los Santos Solar II S.A.P.I de C.V propone una forma de generar energía limpia sin deteriorar el medio ambiente. La Central consistirá principalmente en módulos fotovoltaicos, estructura de soporte para sostener los módulos, sistema de acondicionamiento de energía, protección, control, medición y sistema de monitoreo, transformador principal, equipo principal de conexión y desconexión, casa de mantenimiento de operación de control, sistema de seguridad y señalización, vías de acceso e interiores.



Obra civil

Excavaciones

Esta actividad se realizará con herramienta manual y/o equipo. Retiro de material a orillas de la cepa.

Carga y acarreo de materiales

Una vez excavado se procederá al retiro de materiales excedentes. Dicha actividad se llevará a cabo con herramienta manual y/o equipo. El retiro de materiales se efectuará utilizando un camión de volteo de 7m³. Los acarreos se efectuarán siguiendo los caminos más cortos y convenientes.

Relleno y compactado

Se empleará material de un banco cercano autorizado. Se emplearán motoconformadoras, camión, pipa y vibro compactador. El tendido del material será en capas de 20 cm. con incorporación de agua. Se efectuarán pruebas de laboratorio para determinar el porcentaje o grado de compactación.

Plantillas de concreto y concreto de $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Esta actividad se desarrollará en forma separada, ya que primero será la elaboración de plantillas antes de colocar elementos de madera y acero de refuerzo donde se requieran. Preparación de los materiales en sitio. Mezclado con revolvedora de campo. Humedecer el área a trabajar donde se lleva a cabo el vaciado de cualquier concreto. Vaciado de material. Obtención de muestras en cilindros para laboratorio. Curado del elemento durante varios días humedeciendo con suficiente agua.

Juntas Constructivas

Se tiene diferentes tipos de juntas que se aplicarán de las siguientes maneras:

- *Junta de construcción.* - Aquí se emplea acero redondo (pasa juntas) del número marcado en los planos de construcción a una distancia marcada también en planos. Se trazará el corte utilizando la cortadora de concreto. Traslado de material al sitio de trabajo. El sello que se aplicará en la ranura será un impermeabilizante elastómero microlastic.
- *Juntas de Expansión.* - Preparar y limpiar el área donde se efectuará la junta. Se aplicará celotex asfaltado y una banda flexible de PVC, elastofest e imprimador base solvente.



Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias temporales

Contar con la información necesaria de las dimensiones y trayectorias de los elementos a colocar. Tener los materiales necesarios para su instalación en sitio de acuerdo con planos del proyecto. Preparar el área donde se instalarán los elementos. Colocar los elementos en sus trayectorias. Fijar de ser necesario los elementos colocados. Sellar las orillas de las uniones de las tuberías hidráulicas y sanitarias. Verificar su correcto funcionamiento detectando y corrigiendo posibles fugas. Retiro de material excedente.

Malla electrosoldada

Contar con la información necesaria de las dimensiones de los elementos a colocar. En los traslapes se utilizará alambre recocido para amarres. Tener los materiales necesarios para su fabricación o en su defecto los elementos ya prefabricados. Preparar el área donde se instalarán los elementos. Tensar, fijar y/o rigidizar todos y cada uno de los elementos colocados. Retiro de material excedente.

Obra eléctrica

En la parte de obra eléctrica se incluirán algunas actividades que estarán en paralelo con otras actividades de obra civil, las cuales tendrán que ser coordinadas para su ejecución debido a los permisos y libranzas autorizadas.

Los temas contemplados en la obra eléctrica son el montaje de las estructuras y buses, montaje de los interruptores de potencia, transformadores de potencia, transformadores de instrumentos, las cuchillas de potencia, tablero de Media tensión, tableros de protección, control y medición, tableros de servicios propios, accesorios para sistema de tierras, luminarias a prueba de explosión y fluorescentes, tubería conduit subterránea y aérea, accesorios eléctricos (condulets, contactos, apagadores, tuercas unión, coples flexibles, compuesto sellador, interruptores termo magnéticos), instalación de cables, tapetes dieléctricos, soportes para cables, charolas, sistema de tierras, tendido de cables, sistema contra-incendio, etc.

Estas actividades serán desarrolladas en base a los siguientes puntos:

a) Instalación de tubería conduit aérea, subterránea y accesorios.

- Identificación y trazo de las trayectorias a seguir.
- En esta parte quedan incluidos los periodos de trabajo de la parte de instrumentos, ya que se trata esencialmente de los mismos conceptos a excepción de ser trabajados en periodos diferentes.



- Señalización de los lugares donde se va a instalar la tubería conduit ya sea por excavación o por colocación en forma aérea, de lo cual se desprenden dos periodos de instalación, uno para tubería subterránea y otra para tubería aérea o exterior.
- Fijación de la tubería y los soportes para cables a los lugares correspondientes.
- Colocación de concreto en caso de tubería subterránea.
- Relleno y compactado de excavaciones donde se haya instalado tubería subterránea.
- Limpieza del área de instalación de tubería y soportes para cables retirando los sobrantes y recortes de material.
- Limpieza y guiado de las tuberías en sus trayectorias.

b) Instalación de charolas y accesorios

- Identificación y trazo de las trayectorias a seguir.
- Señalización de los lugares donde se va a instalar los soportes para cables.
- Fijación de los soportes para cables a los lugares correspondientes.
- Tendido de la trayectoria de charolas dando la forma de acuerdo con los planos autorizados.
- Colocación de todos los accesorios para darle forma y resistencia a cada tramo instalado.
- Colocar las curvas correspondientes donde este marcado en planos.
- Conexión del sistema de tierras.
- Limpieza del área de instalación de tubería y soportes para cables retirando los sobrantes y recortes de material.

c) Equipos principales (Interruptores, cuchillas, transformadores de instrumentos etc.)

- Identificación y trazo de la ubicación del equipo.
- Autorización de montaje por parte del Cliente y del fabricante.
- Señalización de los lugares alrededor de donde se va a instalar el equipo.
- Presentación del equipo en su base para verificar su correcta alineación con el anclaje.



- Fijación del equipo una vez presentado y que no ha presentado problemas de alineación con respecto a la base.
- Verificación de alineamiento y nivelación del equipo.
- Revisión del equipo una vez instalado para verificar que no ha presentado daños durante el almacenamiento y el transporte al lugar de instalación.
- Montaje de accesorios del equipo.
- Interconexión de los elementos internos y secciones del equipo.
- Verificación de cableado interno y de control.
- Conexión al sistema de tierras.
- Instalación de alimentaciones eléctricas de control.
- Pruebas locales por parte del fabricante en vacío.
- Conexión de cableado de potencia.
- Pruebas de puesta en servicio definitivas y con carga.
- Limpieza del área de instalación.

d) Tableros simplex de PCyM, de media tensión y servicios propios

- Identificación del lugar de instalación.
- Libranzas autorizadas por parte del Cliente en caso de requerirse.
- Planos o diagramas de tableros existentes en caso de que aplique.
- Montaje de equipos nuevos.
- Planos, manuales, diagramas y procedimientos de montaje particulares de tableros y/o equipos nuevos.
- Alineación y fijación de equipos.
- Conexión interna de equipos montados.
- Conexión de cables externos o de alimentación general.
- Instalación de sistema de tierras correspondientes.
- Verificación de cableado interno y operación de equipo.
- Pruebas sin carga.
- Pruebas con carga.
- Limpieza general del área.



e) Tapetes dieléctricos

- Identificación y trazo de la ubicación de los tapetes.

f) Interruptores Termo magnéticos

- Verificar su distribución en los planos de construcción.
- Verificar la capacidad de cada elemento a instalar.
- Colocar dentro de tablero correspondiente.
- Conectar los cables respectivos.
- Verificar funcionamiento de interruptor con carga conectada.
- Limpieza del área de trabajo.

g) Instalación de conductores de Potencia

- Identificación y trazo de las trayectorias a seguir.
- Libranzas autorizadas en caso de requerirse.
- Señalización de los lugares donde se va a instalar el cable para evitar que sea dañado.
- Limpieza de la tubería por donde se instalará el cable.
- Tendido de cable por medio de equipos especiales como pueden ser poleas y malacates.
- Fijación del cable donde sea requerido en su instalación.
- Prueba de continuidad, megger y alto potencial.
- Conexión del cable con terminales adecuadas.
- Limpieza de materiales excedentes.

h) Conos de alivio

- Identificación de los puntos en donde se instalarán los conos de alivio.
- Verificación de que los conos correspondan a las capacidades y especificaciones necesarias para su correcto funcionamiento.
- Preparación del cable.
- Instalación del cono de alivio.
- Retiro de material excedente.



- Limpieza del área de trabajo.
- Identificación y trazo de las trayectorias a seguir.
- Libranzas autorizadas en caso de requerirse.
- Señalización de los lugares donde se va a instalar el cable para evitar que sea dañado.
- Limpieza de la tubería por donde se instalará el cable.
- Fijación del cable donde sea requerido en su instalación.
- Prueba de continuidad y megger.
- Conexión del cable con terminales adecuadas.
- Limpieza de materiales excedentes.

i) Sistema de tierras

- Identificación del lugar de instalación.
- Autorización de Permisos de trabajo con riesgo.
- Libranzas autorizadas por parte del Cliente en caso de requerirse.
- Instalación de acuerdo con planos y/o diagramas.
- Conexión de elementos de sistema de tierras a los lugares indicados.
- Pruebas de funcionamiento de la red o de los elementos conectados.
- Limpieza de los elementos involucrados.

j) Conectores Mecánicos

- Libranzas autorizadas por parte de CFE en caso de requerirse.
- Instalación de acuerdo con planos y/o diagramas.
- Conexión de elementos de sistema de tierras a los lugares indicados.
- Pruebas de funcionamiento de la red o de los elementos conectados.
- Limpieza de los elementos involucrados.

k) Pararrayos

- Identificación del lugar de instalación.
- Instalación de acuerdo con planos y/o diagramas.
- Conexión de elementos de sistema de tierras a los lugares indicados.
- Pruebas de funcionamiento de la red o de los elementos conectados.
- Limpieza de los elementos involucrados.

l) Extractor

- Identificación del lugar de instalación.



- Instalación de acuerdo con planos y/o diagramas.
- Dar acabado correspondiente de acuerdo con el área donde se halla instalado el equipo.
- Conexión a la parte eléctrica.
- Pruebas de funcionamiento de los elementos conectados.

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

Muestreo

Metodología utilizada para la estimación del volumen por especie

Los predios arrendados donde se propone el CUSTF del Proyecto “Los Santos Solar II” cuentan con una superficie de 1,196,639.65 m².

El tipo de vegetación presente en el área del cambio de uso de terreno forestal (CUSTF) se compone de Matorral Desértico Micrófilo y Pastizal Halófilo que se caracterizan por presentar de dos o tres estratos: arbóreo, arbustivo (Incluye suculentas) y herbáceo. En cuanto al dosel superior, el estrato más importante es el arbóreo, que en este caso presenta alturas más frecuentes de 2 a 5 metros y las copas de este estrato tienen una dominancia sobre los estratos arbustivos y herbáceo. En el estrato arbóreo en las categorías diamétricas 10-30 cm que es la que representa mayor abundancia, la especie más dominante es el *Prosopis glandulosa* con alturas de mayor frecuencia de 2 a 3 metros. Las especies más representativas de cada tipo de vegetación, por estrato se muestran en la **Tabla II.9**.

Tabla II.9 Especies más representativas por tipo de vegetación y estrato.

Especies más representativas por tipo de vegetación y estrato			
Estrato	No.	MDM	PH
Arbóreo	1	0	<i>Prosopis glandulosa</i>
Arbustivo	1	<i>Vachellia constricta</i>	<i>Prosopis glandulosa</i>
	2	<i>Larrea tridentata</i>	<i>Vachellia constricta</i>
	3	<i>Prosopis glandulosa</i>	0
	4	<i>Senegalia berlandieri</i>	0
	5	<i>Coryphantha macromeris</i>	0
Suculentas	1	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	<i>Opuntia polyacantha</i>



	2	<i>Opuntia polyacantha</i>	<i>Opuntia macrocentra</i>
	3	<i>Yucca elata</i>	<i>Opuntia orbiculata</i>
	4	<i>Opuntia macrocentra</i>	<i>Opuntia pottsii</i>
	5	<i>krameria lanceolata</i>	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>
Herbáceas	1	<i>Dasyochloa pulchella</i>	<i>Hilaria mutica</i>
	2	<i>Aristida divaricata</i>	<i>Lasthenia gracilis</i>
	3	<i>Eriogonum sp</i>	<i>Bouteloua gracilis</i>
	4	<i>Hilaria mutica</i>	<i>Aristida adscensionis</i>
	5	<i>Sida abutifolia</i>	0

Diseño e intensidad de muestreo utilizado

El diseño de origen del muestro es de un inventario de diversidad, que son herramientas que proporcionan información a tres niveles (Heyer, Donnelly, McDiarmid, Hayek, & Foster, 2001):

Documentan la presencia de especies para producir listas, de flora y/o fauna.

Dan información sobre la abundancia y distribución de una(s) determinada(s) especie(s) en el tiempo y el espacio.

De la información obtenida, se derivan los patrones generales de diversidad y endemismo, se deducen los procesos que explican dichos patrones. De acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VI del INEGI (2016), en el área del CUSTF existen dos tipos de vegetación Matorral Desértico Micrófilo (MDM) y Pastizal Halófito (PH), se determinó realizar un diseño de muestreo aleatorio estratificado. En la **Figura II.15** se presentan los Usos de suelo y tipos de vegetación presentes en el SAR.

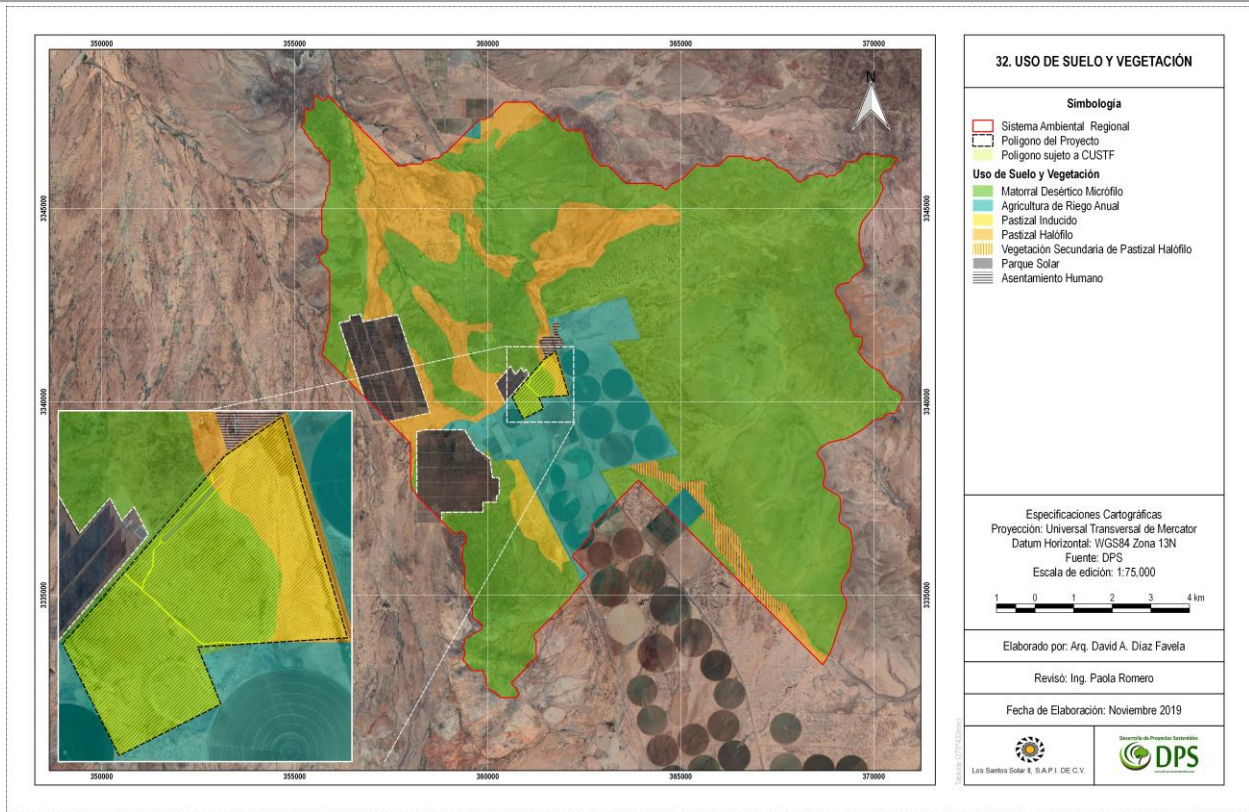


Figura II.15 Uso de Suelo y Vegetación de acuerdo con INEGI (2016).

Inicialmente la distribución de los sitios se planificó de forma aleatoria dentro del área del CUSTF, se utilizó el programa Quantum Gis (barra de herramientas, opción vectorial en herramientas de investigación, opción puntos aleatorios), esto para la planeación del muestreo.

Intensidad de muestreo

Se define como intensidad de muestreo a la relación porcentual de la superficie de la muestra con respecto a la superficie total, calculada por:

$$f = \frac{s_m}{S_t} 100$$

Donde:

f = Intensidad de muestreo en porcentaje

s_m = Superficie de la muestra

S_t = Superficie total



En relación con el área que se solicita para el cambio de uso de suelo (119.663965Ha) se empleó una intensidad de muestreo del estrato arbóreo (1.25%), arbustivo y suculentas (0.5%) en relación del área de CUSTF (**Tabla II.10**).

Tabla II.10 Intensidad de muestreo del estrato arbóreo con respecto al área de CUSTF.

Tipo de vegetación	N° de Sitios de muestreo	Superficie por sitio de muestreo (m ²)	Superficie muestreada (Ha)	Intensidad de muestreo respecto a CUSTF (119.663965 Ha)
MDM	15	1000	1.5	1.25%
PH	15	1000	1.5	1.25%

De acuerdo con Hernández para un inventario forestal estrato arbóreo con sitios de dimensiones fijas una intensidad de muestreo del 1 al 3% es satisfactorio (Biblioteca Semarnat, 1914).

Tabla II.11 Intensidad de muestreo del estrato arbustivo y suculentas con respecto al área de CUSTF.

Tipo de vegetación	N° de Sitios de muestreo	Superficie por sitio de muestreo (m ²)	Superficie muestreada (Ha)	Intensidad de muestreo respecto a CUSTF (119.663965 Ha)
MDM	15	400	0.6	0.50%
PH	15	400	0.6	0.50%

Tabla II.12 Intensidad de muestreo del estrato herbáceo con respecto al área de CUSTF.

Tipo de vegetación	N° de Sitios de muestreo	Superficie por sitio de muestreo (m ²)	Superficie muestreada (ha)	Intensidad de muestreo respecto a CUSTF (119.663965 ha)
MDM	15	1	0.0015	0.001%
PH	15	1	0.0015	0.001%

De acuerdo con Mora en el ámbito forestal, si se conoce la intensidad del muestreo, el tamaño de muestra puede ser calculado a partir de la fórmula:

$$n = (i * N) / 100$$

Arbóreo

i = intensidad de muestreo arbóreo = 1.25%

N = número total de elementos en la población = Área Total/área sitio de muestreo=119.663965 ha/.10 ha.

$$N = At/as$$

$$N = 119.663965 \text{ ha} / .10 \text{ ha}$$

$$N = 1,196.63965$$



Tamaño de muestra

$$n = (1.25 * 1,196.63965)/100$$

$$n = 14.95$$

Para calcular el tamaño de muestra conociendo la intensidad de muestreo (Mora, 1999), usando una intensidad de muestreo del 1.25%, sobre la totalidad de las unidades muestrales que cabrían en la superficie total a muestrear, se requerirían aproximadamente 15 sitios de muestreo para que sea representativa la muestra, en un inventario forestal.

Arbustivo y suculentas

i = intensidad de muestreo arbóreo = 0.50%

N = número total de elementos en la población = Área Total/área sitio de muestreo=119.663965 ha/.04 ha.

$$N = At/as$$

$$N = 119.663965 \text{ ha}/.04\text{ha}$$

$$N = 2,991.599125$$

Tamaño de muestra

$$n = (0.50 * 1,196.63965)/100$$

$$n = 14.95$$

Para calcular el tamaño de muestra conociendo la intensidad de muestreo (Mora, 1999), Usando una intensidad de muestreo del 0.50%, sobre la totalidad de las unidades muestrales que cabrían en la superficie total a muestrear, se requerirían aproximadamente 15 sitios de muestreo para que sea representativa la muestra, en un inventario forestal. Es importante mencionar que en el área de CUSTF es tan solo el 0.83 % de la superficie de la CHF.

Cálculo del tamaño de muestra de muestra sin población conocida

El cálculo del tamaño de la muestra infinita o sin población conocida, con un nivel de confianza (NC) de 95%, de basa en la siguiente formula:

$$n = Z^2 \alpha * p * q / d^2$$

Donde:

Z= coeficiente de Z con NC de 95%= 1.96

NC%= nivel de confianza porcentual= 95%

α = nivel de significancia = 1-NC/100=.05

P= probabilidad de éxito, o proporción esperada



q = probabilidad de fracaso

d = El valor de error con que se quiere obtener la muestra generalmente es del 20%=.20 (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

Tabla II.13 Nivel de confianza y significancia, y valor de coeficiente Z.

Nivel de confianza deseada (%)	Nivel de significancia α	Valor de Z (alfa)
50.00	0.500	0.67
90.00	0.100	1.65
95.00	0.050	1.96
95.40	0.046	2.00
99.00	0.010	2.58
99.70	0.003	3.00

$$n = 1.96^2 * .95 * .05 / .20^2$$

$$n = 0.043776 / .20^2$$

$$n = 4.5619$$

Una vez teniendo el tamaño de muestra con la intensidad de muestreo (1.25) y mediante la fórmula para población no conocida (4.5), se tomó como base el tamaño de muestra mayor, pero se decidió ampliar el tamaño de muestra a 15 sitios de muestreo para tener mayor representatividad de la vegetación presente en el área de CUSTF.

Una vez realizado el inventario se procedió a calcular el tamaño de muestra necesario mediante la fórmula para poblaciones conocidas, aprovechando los factores como la riqueza específica o abundancia de las especies que nos ayudan a fortalecer la seguridad de la suficiencia de muestreo, considerando un error de muestreo y un coeficiente de variación (confianza) por arriba del 95%. Con dichos estimadores se pudo corroborar que la suficiencia de muestreo es estadísticamente representativa y valida los resultados obtenidos.

Número de sitios de muestreo y su distribución, en función de las características que presente cada polígono o polígonos de afectación directa

El registro de la vegetación en el área del Proyecto Los Santos Solar II, se llevó a cabo mediante un diseño de muestreo estratificado por tipo de vegetación y aleatorio dentro de cada tipo de vegetación, mediante parcelas circulares (sitios), se realizaron en total 30 sitios de muestreo, de los cuales por tipo de vegetación corresponden 15 a Matorral Desértico Micrófilo



(MDM) y 15 a Pastizal Halófito (PH). En la **Figura II.16** se representa la distribución espacial de los sitios de muestreo.

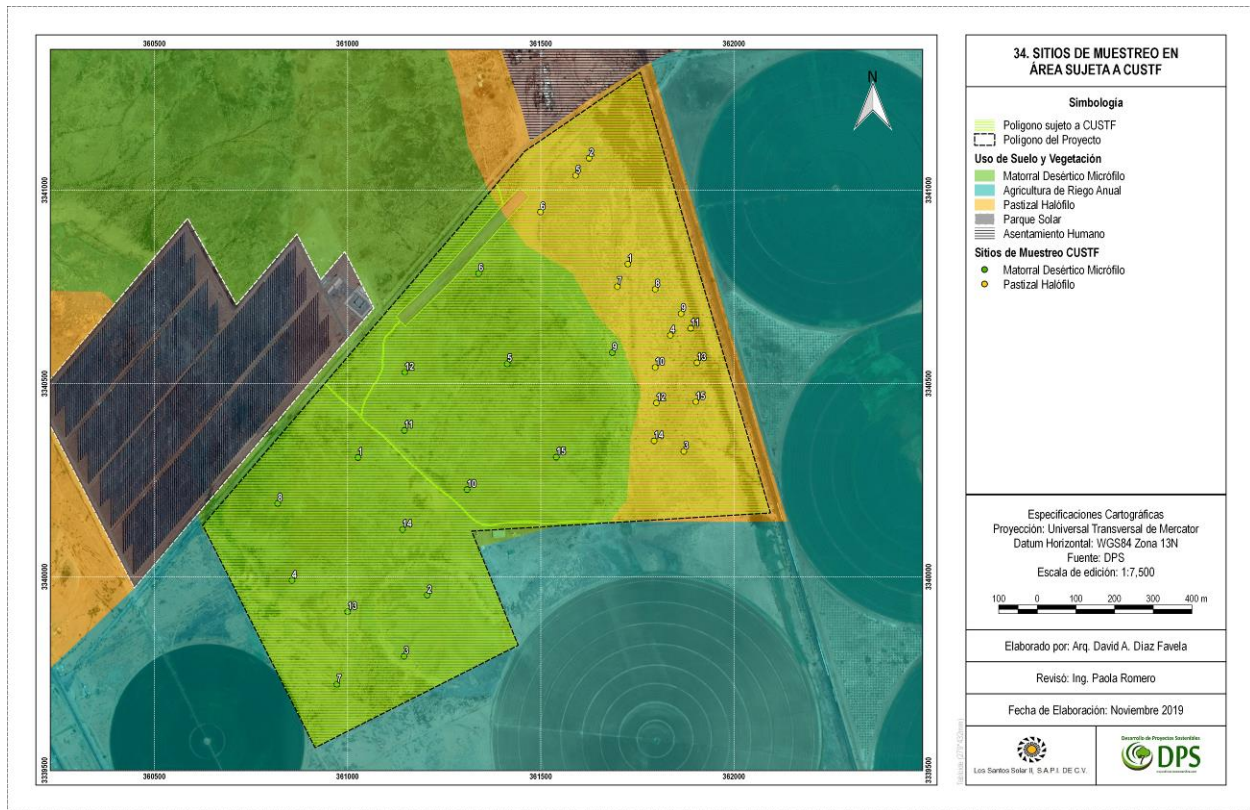


Figura II.16 Sitios de muestreo por tipo de vegetación en el área sujeta a CUSTF.

Tamaño de muestra

El esfuerzo de muestreo fue de 30 sitios para cada estrato (Estrato arbóreo, arbustivo, suculentas y herbáceo).

Forma de los sitios

- Arbóreo: Circular
- Arbustivo: Circular
- Suculentas: Circular
- Herbácea: Cuadrado

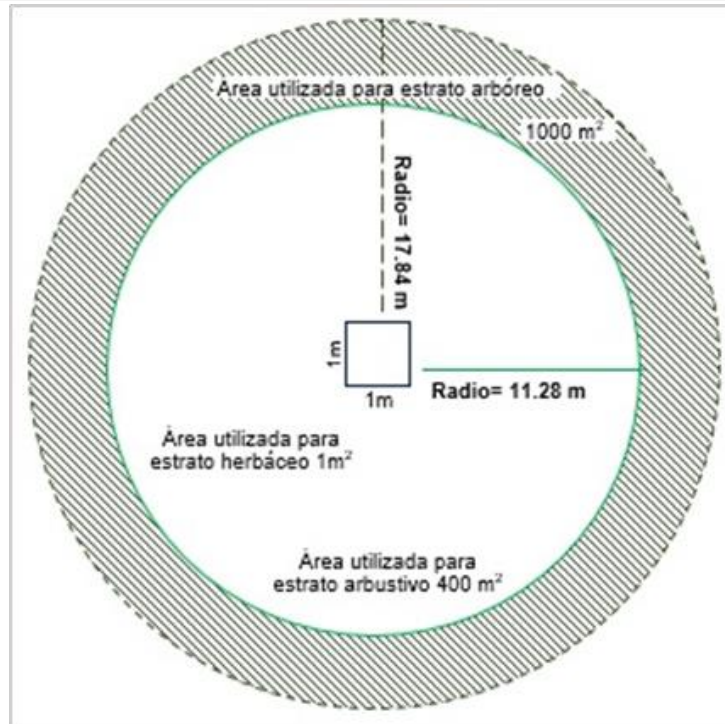


Figura II.17 Representación gráfica de las unidades de muestreo.

Tamaño de los sitios expresados en m²

El esfuerzo de muestreo fue de 30 sitios (estrato arbóreo, arbustivo, suculentas y herbáceo), el área de muestreo de la vegetación de los predios abarcó una superficie de 30,000 m², es decir, 3 Ha. En la **Tabla II.15** se indican las coordenadas UTM (WGS 84, Zona 13N) de los sitios de muestreo dentro del polígono donde se propone el Proyecto Los Santos Solar II.

Para el área que se solicita para el Cambio de Uso de Suelo (**119.663965 Ha**) se empleó el método de muestreo estratificado por tipo de vegetación y aleatorio dentro de cada tipo de vegetación dentro del área del CUSTF, donde se levantaron 30 sitios circulares de 17.84 m de radio (1,000 m²) para estrato arbóreo, dentro del mismo otro de 11.28 m de radio para estratos arbustivo y suculentas (400 m²) y un cuadrante de un metro cuadrado para herbáceas.

Especie (Nombre común y científico)

En la **Tabla II.14** se presentan las especies por tipo de vegetación que se observaron el área sujeta a CUSTF.



Tabla II.14 Especies registradas por tipo de vegetación.

Nombre científico y común de las especies más representativas por tipo de vegetación y estrato					
Estrato	No.	MDM		PH	
		Científico	Común	Científico	Común
Arbóreo	1	0	0	<i>Prosopis glandulosa</i>	mesquite dulce
Arbustivo	1	<i>Vachellia constricta</i>	chaparro prieto	<i>Prosopis glandulosa</i>	mesquite dulce
	2	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	<i>Vachellia constricta</i>	chaparro prieto
	3	<i>Prosopis glandulosa</i>	mesquite dulce	0	0
	4	<i>Flourensia cernua</i>	hojasén	0	0
	5	<i>krameria lanceolata</i>	krameria	0	0
Suculentas	1	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	<i>Opuntia polyacantha</i>	nopal peludito
	2	<i>Opuntia polyacantha</i>	Tuna pelosa	<i>Opuntia macrocentra</i>	nopal violáceo
	3	<i>Yucca elata</i>	cortadillo	<i>Opuntia orbiculata</i>	Opuntia melena blanca
	4	<i>Opuntia macrocentra</i>	nopal violaceo	<i>Opuntia pottsii</i>	<i>Opuntia pottsii</i>
	5	<i>Coryphantha macromeris</i>	bisnaga partida	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	Tasajillo
Herbáceas	1	<i>Dasyochloa pulchella</i>	Zacate borreguero	<i>Hilaria mutica</i>	toboso
	2	<i>Aristida divaricata</i>	tres barbas abierto	<i>Lasthenia gracilis</i>	aguja de campos de oro
	3	<i>Eriogonum sp</i>	Eriogonum	<i>Bouteloua gracilis</i>	zacate navajita
	4	<i>Hilaria mutica</i>	toboso	<i>Aristida adscensionis</i>	tres barbas abierto
	5	<i>Sida abutifolia</i>	malva	0	0

**Coordenadas UTM WGS 84 que delimitan a cada uno de los sitios de muestreo**

En la **Tabla II.15** se presentan las coordenadas UTM de cada uno de los sitios de muestreo que se realizaron en el área sujeta a cambio uso de suelo.

Tabla II.15 Sitios de muestreo del CUSTF, área donde se propone el Proyecto Los Santos Solar II.

No. Sitio	Tipo de Vegetación CUSTF			
	Pastizal Halófilo		Matorral Desértico Micrófilo	
	X	Y	X	Y
1	361725	3340809	361027	3340309
2	361625	3341083	361206	3339953
3	361870	3340325	361146	3339795
4	361835	3340625	360856	3339991
5	361590	3341038	361413	3340551
6	361499	3340944	361339	3340785
7	361698	3340751	360972	3339722
8	361796	3340744	360819	3340190
9	361863	3340681	361685	3340580
10	361796	3340542	361309	3340226
11	361888	3340643	361147	3340379
12	361799	3340450	361148	3340529
13	361904	3340554	361000	3339910
14	361793	3340352	361142	3340123
15	361901	3340453	361540	3340310

La planeación del muestreo se realizó de acuerdo con la información obtenida del uso de suelo y vegetación serie VI, del INEGI, modificada por validación de campo, se distribuyeron los sitios de muestreo de forma aleatoria previo estratificado por tipo de vegetación (**Figura II.16**).

Número de individuos por especie que se espera remover

Si bien, como se ha dicho en párrafos anteriores, solo existe una especie objeto de volumen forestal maderable *Prosopis glandulosa* y toda vez que la misma guía referida anteriormente establece que “*Para el caso de las materias primas forestales de especies no maderables se deberá estimar el número de individuos por especie*”, de acuerdo a lo anterior y virtud de dar cumplimiento a dicho requerimiento de realizo la estimación de la densidad de individuos a remover en el área de CUSTF para el predio que corresponde al proyecto.



Tabla II.16 Número de individuos por estrato y por especie registrados en el muestreo realizado en el área sujeta CUSTF, en Pastizal Halófilo.

Tipo de vegetación	Estrato	Especie	nombre común	Número de individuos registrados en el muestreo (15,000 m2 arbóreo, 6,000 m2 arbustivo y 15 m2 herbáceo)	Número de individuos estimados en el área sujeta a CUSTF PH 357,410.73m2 (estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo)	
Pastizal Halófilo (PH)	arbóreo	<i>Prosopis glandulosa</i>	mesquite dulce	9	214	
		Subtotal			9	214
	arbustivo	<i>Prosopis glandulosa</i>	mesquite dulce	253	15071	
		<i>Vachellia constricta</i>	chaparro prieto	36	2144	
		Subtotal			289	17644
	suculentas	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	<i>tasajillo</i>	1	60	
		<i>Opuntia polyacantha</i>	nopal peludito	4	238	
		<i>Opuntia orbiculata</i>	Opuntia melena blanca	2	119	
		<i>Opuntia pottsii</i>	<i>Opuntia pottsii</i>	1	60	
		<i>Opuntia macrocentra</i>	nopal violáceo	2	119	
	Subtotal			10	596	
	herbáceo	<i>Aristida adscensionis</i>	tres barbas abierto	1	23827	
		<i>Lasthenia gracilis</i>	aguja de campos de oro	10	238274	
		<i>Hilaria mutica</i>	<i>toboso</i>	64	1524952	
		<i>Bouteloua gracilis</i>	zacate navajita	5	119137	
	Subtotal			80	1906191	
	Total				379	1,924,430

Tabla II.17 Número de individuos por estrato y por especie registrados en el muestreo realizado en el área sujeta CUSTF, en Matorral Desértico Micrófilo (MDM).

Área sujeta a CUSTF de Matorral Desértico Micrófilo (MDM)



Tipo de vegetación	Estrato	Especie	Nombre común	Número de individuos registrados en el muestreo	Número de individuos estimados en el área sujeta a CUSTF MDM 839,228.92 m ²	
Matorral Desértico Micrófilo (MDM)	Arbustivo	<i>Vachellia constricta</i>	chaparro prieto	792	110,778	
		<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	341	47,696	
		<i>Prosopis glandulosa</i>	mesquite dulce	92	12,868	
		<i>Flourensia cernua</i>	hojasén	72	10,071	
		<i>krameria lanceolata</i>	krameria	42	5,8874	
		<i>Dasyochloa pulchella</i>	zacate borreguero	24	3,357	
		<i>Senna wislizeni</i>	palo prieto	5	699	
		<i>Dalea formosa</i>	dalea	1	140	
		<i>Condalia ericoides</i>	abrojo	1	140	
	Subtotal				1,386	193,862
	Suculentas	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	6	839	
		<i>Opuntia polyacantha</i>	nopal peludito	2	280	
		<i>Yucca elata</i>	cortadillo	1	140	
		<i>Opuntia macrocentra</i>	nopal violáceo	1	140	
		<i>Coryphantha macromeris</i>	bisnaga partida	1	140	
	Subtotal				11	1,539
	Herbáceo	<i>Aristida divaricata</i>	tres barbas abierto	23	1,286,818	
		<i>Eriogonum sp</i>	flor de borrego	23	1,286,818	
		<i>Hilaria mutica</i>	toboso	21	1,174,920	



Área sujeta a CUSTF de Matorral Desértico Micrófilo (MDM)					
Tipo de vegetación	Estrato	Especie	Nombre común	Número de individuos registrados en el muestreo	Número de individuos estimados en el área sujeta a CUSTF MDM 839,228.92 m ²
		<i>Sida abutifolia</i>	malva	16	895,178
		<i>Salsola kali</i>	maromero	10	559,486
		<i>Sporobolus airoides</i>	zacate alcalino	8	447,589
		<i>Bouteloua gracilis</i>	zacate navajita	7	391,640
		<i>Enneapogon desvaxii</i>	zacate de ladera	6	335,692
		<i>Ephedra trifurca</i>	te mexicano	5	279,743
		<i>Cryptantha micrantha</i>	cryptantha	4	223,794
		<i>Ambrosia psilostachya</i>	artemisa	3	167,846
		<i>Jatropha macrorhiza</i>	Jatropha	3	167,846
		<i>Tribulus terrestris</i>	abrojo de flor amarilla	1	55,949
		<i>Portulaca pilosa</i>	verdolaga mañanita	1	55,949
		<i>Conyza canadensis</i>	rama negra	1	55,949
		Subtotal		132	7,385,214
		Total		1,529	7,580,615

Nota: La base para el cálculo de individuos son 15 sitios de muestreo (arbóreo 15,000 m², arbustivo y suculentas 6,000 m² y herbáceas 15 m²), para cada tipo de vegetación PH y MDM de CUSTF, obteniendo el número de individuos para cada una de las especies encontradas en el inventario, se extrapola proporcionalmente a la superficie de los diferentes tipos de vegetación sujeta a CUSTF.



Estimación de existencias volumétricas

La estimación de las existencias volumétricas es posible por métodos directos e indirectos, entre los que se encuentran los modelos o ecuaciones, las tablas de volúmenes y coeficiente mórfico, los cuales podrán ser utilizados de acuerdo con la información con la que se cuente.

Las variables dasométricas (diámetro normal, altura total, entre otros) que se tomaron en cuenta para cada estrato se describen a continuación (**Tabla II.18**).

Tabla II.18 Variables dasométricas registrados en el inventario.

Variables dasométricas	
Estrato arbóreo	
Diámetro normal (DAP) a 1.30 m de la base del árbol	Se consideraron las especies vegetales con crecimiento arbóreo, aquellos individuos con un diámetro igual o mayor a 7.5 centímetros a la altura del pecho para arboles de un solo fuste y también para aquellas especies con varios fustes se consideró que el promedio de éstos fuera mínimo de 5 cm.
Altura total del árbol	
Diámetro de copa promedio	
Estrato arbustivo	
Diámetro de copa promedio	Para el estrato arbustivo se consideran aquellas especies con tallo leñoso y que se ramificaran a poca altura sobre el suelo. El diámetro de copa se mide de dos maneras: cuando el individuo en cuestión presenta una forma regularmente circular o cuando presenta una forma irregular, más alargada que circular. En caso de que el individuo presente la forma regular, se mide el diámetro de copa de manera que cruce de un extremo a otro. En caso de que presente forma irregular, se miden dos diámetros de copa, uno en el sentido más alargado de esta (a) y otro en el menos alargado (b), posteriormente se obtiene un promedio. Para la especie <i>Prosopis glandulosa</i> se midió el diámetro basal a ras del suelo, para estimar el volumen de su parte aérea.
Estrato suculentas	
Diámetro de copa	Para el estrato de las suculentas también se midió el diámetro de



Variables dasométricas	
promedio	copa. Para obtener esta variable también se consideró lo anteriormente descrito en el estrato arbustivo.
Estrato herbáceo	
Diámetro de copa promedio	Para el estrato de las herbáceas, se consideraron las especies que no presentan tallos leñosos. La variable dasométricas obtenida para este estrato también fue el diámetro de copa promedio.

La dasometría llevada a cabo en los muestreos proporcionó datos de promedios de alturas y diámetros, fundamentales para la estimación volumétrica. Observando las formas de crecimiento de algunas especies vegetales presentes, se consideró la medición de la altura como el largo del fuste principal. En el caso del diámetro se tomó a la base de 10 cm (Categoría dimétrica) y las especies multifustales se tomaron los diámetros de los fustes principales y se calculó el diámetro basal (DAB) para cada individuo mediante la ecuación utilizada por Álvarez et al (2006):

$$Deq = \sqrt{2 \left\{ \pi \left(\frac{dab_1}{2} \right)^2 + \pi \left(\frac{dab_2}{2} \right)^2 + \pi \left(\frac{dab_3}{2} \right)^2 + \dots + \pi \left(\frac{dab_n}{2} \right)^2 \right\} / \pi}$$

Donde:

Deq Diámetro basal equivalente

dab₁, dab₂, ..., dab_n es el diámetro basal de cada fuste (cm)

Para la obtención de la cobertura en el sitio, se determinan los diámetros de la copa considerando en un eje con dirección norte - sur y otro diámetro en dirección este - oeste, de cada uno de los individuos cuya base del fuste se encuentra dentro del área de cada sitio. Según las dimensiones de cada estrato se utilizó la fórmula siguiente (Ministerio del Ambiente, 2015):

$$Cob = \pi \times (D1 + D2/4)^2 = \pi \times r^2$$

Donde:

D = Diámetro de copa

r = Radio de copa

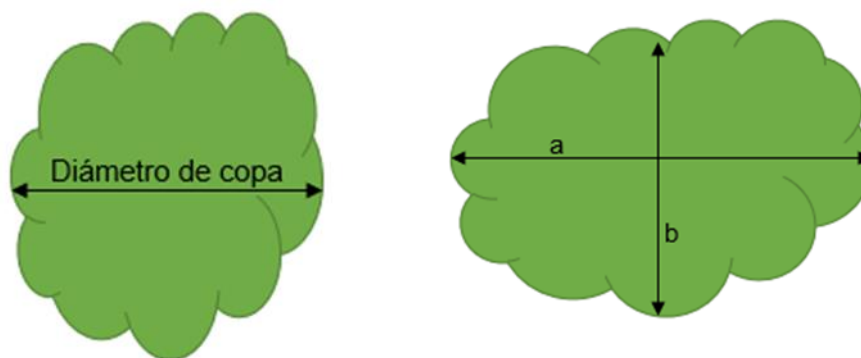


Figura II.18 Medición de diámetro de copa de acuerdo con su forma.

En el cálculo del área basal (A_b) se utilizó la fórmula siguiente:

$$A_b = \pi/4 \times D^2$$

Una vez obtenida la información de campo se procedió a utilizar los modelos, tablas de cubicación y ecuaciones de estudios existentes y probados para el cálculo del volumen de cada una de las especies arbóreas que se verán afectadas por el CUSTF por la ejecución del Proyecto “Los Santos Solar II”.

Tablas de volumen o tarifas

Esta herramienta es de gran utilidad para la evaluación de los recursos forestales maderables, específicamente para las especies de interés comercial. En el país existen antecedentes de su elaboración y uso en la década de los sesentas y ochentas por el Inventario Nacional Forestal, y se continuó haciéndolas por silvicultores, gobierno, académicos e investigadores en casos particulares.

Las tablas de volumen proporcionan tabulaciones que expresan el volumen promedio de los árboles de diversas dimensiones a partir de variables dependientes e independientes como el DAP, altura, diámetro basal y cobertura de copa, para estimar el volumen. Con el tiempo se han generado un número considerable de ecuaciones que permiten determinar el volumen, aunque han sido publicadas con escasa distribución, lo que impide el empleo de las más adecuadas, aunado a que existen especies de poco interés y existe poca o nula información.



Modelo o ecuaciones utilizado para la estimación del volumen (m³)

Se encontraron individuos del estrato arbóreo solo en el tipo de vegetación Pastizal Halófilo (PH) y los estratos arbustivo y herbáceo de MDM y PH no constituyen materias primas forestales de nuestro interés, únicamente se triturarán e incorporarán al suelo vegetal. El estrato de suculentas algunas serán sujetas a rescate y reubicación de acuerdo con lo descrito en el **Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre**. Por lo que no se estimó el volumen forestal de estos estratos únicamente se describe como información adicional el número estimado en el área de CUSTF de individuos por estrato y por especie. Únicamente para el caso de la especie *Prosopis glandulosa* se calculó el volumen como materias primas forestales, para poder solicitar el código de identificación y su respectiva documentación para el legal transporte de estas para el predio, donde sea necesario el derribo de arbolado por ejecución del CUSTF.

Para la estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo se optó por sitios circulares de 1,000 m², para el estrato arbóreo ya que este es el de interés para obtener su volumen, la distribución de los sitios se dio de forma estratificada por tipo de vegetación y aleatoria al interior de cada tipo de vegetación del área del CUSTF, por lo cual se usan las variables dasométricas del arbolado para la estima del volumen.

Los modelos o ecuaciones se derivan del volumen fustal parcial o total del árbol, incluyendo o no las ramas, con o sin corteza promedio. Estas son técnicas de regresión, donde el volumen es la variable dependiente, la altura y diámetro son variables independientes, además de otras variables (Clutter, et al., 1983; Huschet. al., 1983). El modelo Schumacher $V = 0.00152 d_c^{0.7482} h^{1.6932}$ para diámetro a la base presentó un buen ajuste ($R^2_{aj} = 0.8783$), para la elaboración de la tabla de volumen para *Prosopis glandulosa* (Rueda Moreno, 2014). Dichas tablas fueron elaboradas con base en el siguiente modelo matemático:

$$V_{ta} = V = \beta_0 d_c^{\beta_1} h^{\beta_2}$$

Dónde:

VT = Volumen total (m³)

Dc = diámetro a la copa (m)

$\beta_0 = 0.00152$

$\beta_1 = 0.7482$

$\beta_2 = 1.6932$

h = Altura total (m)



Sustituyendo:

$$V= 0.00152 dc^{0.7482} h^{1.6932}$$

Se anexa la base de datos en formato Hoja de cálculo de la información obtenida en campo, por sitio de muestreo, con las variables dasométricas registradas para determinar el volumen de los individuos por especie que serán removidas, y con posibilidades de ser transportados fuera del predio donde se derribaron.

Para la estimación del volumen de la especie *Prosopis glandulosa* se utilizó la tabla de volumen desarrollada por Rueda (2013) mediante el modelo Schumacher:

$$V= 0.00152 dc^{0.7482} h^{1.6932}$$

Se anexa dentro del **Capítulo IX** la Tabla donde se obtuvo el volumen de la especie *Prosopis glandulosa* de acuerdo con las variables de diámetro de copa y altura desarrollada por (Rueda, 2013).

Desglose del volumen

a) Por tipo de vegetación y especie

Tabla II.19 Volumen del estrato arbóreo por tipo de vegetación y especie.

Representante legal	Predio	Tipo de vegetación	Especie	Vol. Total por especie por Predio (m ³ V.T.A.)
Representante José Ramos Ortega de Fam. Ramos Ortega (Rancho San José)	Inmueble rústico arrendado con superficie de 121-55-61.593 Ha., CUSTF 119.663965 Ha	Pastizal Halófilo	<i>Prosopis glandulosa</i>	40.8499
Total Predio			1 especie	40.8499



b) Por propietario / Predio

Tabla II.20 Número de individuos y volumen por predio, tipo de vegetación y especie.

Representante Legal	Predio	Tipo de Vegetación	Especie	No. de individuos por especie en el inventario	Superficie de sitios m ²	Volumen de muestreo m ³ RTV	Superficie de CUSTF (m ²)	Total de individuos por especie en el área de CUSTF (PH)	Volumen total por especie por predio (m ³ V.T.A.)	Materias primas por especie por predio (m ³ R)	Residuos por especie por predio (m ³ R)
Representante José Ramos Ortega de Fam. Ramos Ortega (Rancho San José)	Inmueble rústico arrendado con superficie de 121-55-61.593 Ha., CUSTF 119.663965 Ha	Pastizal Halófilo	<i>Prosopis glandulosa</i>	9	15000	1.7144	357,410.725	214	40.8499	27.231	13.619
TOTAL PREDIO			1 especie	9	15000	1.7144	357,410.725	214	40.8499	27.231	13.619



Nota Importante: La base para el cálculo de individuos son 15 sitios de muestreo (15,000 m²) en la vegetación de Pastizal Halófilo (HP), ya que en el tipo de vegetación Matorral Desértico Micrófilo no se encontraron individuos con características del estrato arbóreo en el área sujeta a CUSTF, obteniendo el número de individuos y volumen para la única especie encontrada en el muestreo *Prosopis glandulosa*, se extrapola proporcionalmente a la superficie por tipo de vegetación sujeta a CUSTF. Se anexa dentro del Capítulo IX la memoria de cálculo de la estimación del volumen por especie de materias primas forestales.

Se consideran como materias primas forestales derivadas del CUSTF de interés del promovente para ser transportadas con documentación que acredite su legal procedencia, aquellas provenientes del estrato arbóreo (Distribución de productos promedio 66.66% materias primas de interés (fuste), 33.34% residuos (López Peña, 2008)), todas las materias primas forestales y el resto de los residuos vegetales de los estratos arbustivos y herbáceos serán picados y esparcidos en sitio sobre el suelo vegetal para enriquecer el mismo, respecto al estrato de suculentas serán rescatadas y reubicadas aquellas que se encuentren con algún estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y aquellas de interés ecológico para conservar la biodiversidad.

Por lo anterior no será necesario solicitar a la autoridad resolutoria un código de identificación para el predio, que permita al titular de la autorización movilizar o transportar las materias primas, desde el sitio donde se extraen hasta el lugar donde se comercializan o centro de transformación, que generalmente están fuera del predio.

Indicar si el proyecto se encuentra dentro de un área de corta bajo programa de aprovechamiento forestal vigente

El predio no tiene Programa de Manejo Forestal autorizado, y por lo pronto no se pretende el transportar las materias primas forestales provenientes de la remoción de la vegetación del CUSTF fuera del predio, en caso contrario se comunicará a la autoridad para que asigne el código de identificación y la documentación para amparar la legal procedencia de las materias primas forestales o sus productos.

En conclusión, se estima se afectarán en las **119.663965 Ha** que contempla el CUSTF, para el estrato arbóreo se afectarán 214 individuos en 1 especie, del estrato arbustivo se afectarán



aproximadamente 211,506 individuos de 9 especies, 2,075 de suculentas, y 9,291,405 individuos del estrato herbáceo en 16 especies. Para la estimación del volumen se realizó con el estrato arbóreo siendo 214 individuos que de forma conjunta suman un volumen de **40.850 m³ VTA (Cuarenta punto quinientos cincuenta metros cúbicos volumen total árbol)**.

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

Los ecosistemas al ser los proveedores de los servicios ambientales mantienen un valor, ya que estos cubren las necesidades materiales y no materiales del hombre, (Penna & Cristeche, 2008). El valorar económicamente el medio ambiente permite percibir el beneficio y la importancia de los recursos biológicos. Comúnmente esta valoración se realiza clasificando los recursos de acuerdo con el aporte que dé a la sociedad. Se tomó en cuenta la propuesta de (Munasinghe, 1993), quien identifica los valores de uso y de no uso.

Los valores de uso se dividen en uso directo, de uso indirecto y valor de opción. El valor de uso directo se reconoce mediante el consumo del recurso biológico (alimentos, producción de madera; explotación pesquera; obtención de productos animales y vegetales; la recolección de leña, entre otras). El valor de uso indirecto corresponde a los beneficios que recibe la sociedad a través de los servicios ambientales de los ecosistemas. El valor de opción se refiere al valor de los usos potenciales de los recursos biológicos para su utilización futura directa o indirecta. En cambio los valores de no uso comprende el valor de herencia, esto es el valor de legar los beneficios del recurso a las generaciones futuras (De Alba & Reyes, 1998).

A continuación, se presenta la estimación de los recursos forestales maderables, no maderables, fauna y servicios ambientales en el área sujeta a cambio uso de suelo.

Estimación del valor económico de los recursos forestales maderables

La estimación económica de los recursos forestales maderables se determinó con base a las especies que tienen algún uso tradicional, etnobotánico o comercial, que pudieran tener demanda en el mercado local y por lo tanto un valor económico. Como resultado del inventario realizado en el área de interés, se determinó y cuantificó el número de plantas por especie que se distribuyen en la superficie.



Para la estimación económica de los recursos forestales maderables se utilizó como base la abundancia por especie registrada en el muestreo de vegetación en el área de CUSTF (descrita a detalle en el **Capítulo IV**) y el cálculo del volumen por especie realizado en el apartado *II.2.5 Estimación del volumen por especies de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo* de este estudio.

Para categorizar el género y/o grupo al que pertenecen las especies registradas, así como los productos que se obtendrían de ellas y el costo por m³, se consultó el Anuario estadístico de la producción forestal 2016 (SEMARNAT, 2016).

Tabla II.21 Costo total al producir leña con el volumen de las materias primas de las especies presentes en el área de CUSTF.

Tipo de Vegetación	Nombre científico	Volumen m ³ V.T.A.	Género y/o Grupo	Producto	Costo por m ³	Costo total
Pastizal Halófilo	<i>Prosopis glandulosa</i>	40.8499	Otras latifoliadas	Leña	\$650.00	\$26,552.43

El valor económico de los recursos forestales maderables resultó en **\$26,552.43**.

Estimación del valor económico de los recursos no maderables

En el caso de las especies arbustivas se estimó un valor de costo de producción en vivero ya que no hay suficiente información sobre precios en el mercado de todas las especies. CONAFOR (2013) estableció los costos de producción de planta en viveros forestales entre \$1.60 a \$3.57 para especies de ciclo largo, esto es para especies cuyo periodo de producción se logra de 6 a 12 meses. Y un costo de \$1.63 a \$3.34 en el caso de especies de ciclo corto, es decir, para especies que se obtienen en un periodo de 3 a 6 meses (**Tabla II.22**). Considerando en cuenta lo descrito anteriormente se estimó el valor económico de las especies arbustivas con base al costo de especies de ciclo largo.

En cuanto a las especies suculentas se consideró el precio promedio establecido por INIFAP (2007) al producir semillas de cactáceas, resultando un costo de \$20.00 por plántulas de cactáceas (**Tabla II.23**). Para las herbáceas se estableció un costo promedio de \$260/kg por costal de semilla, por lo que resulta un promedio por hectarea de 3 kg. Esto es considerando al estrato herbáceo como si se utilizara para la revegetación durante una restauración (**Tabla II.24**).



Tabla II.22 Valor estimado para los recursos no maderables del tipo arbustivo en las vegetaciones MDM y PH.

Valor estimado para el estrato Arbustivo					
Especie	Abundancia (15 sitios)	Superficie CUSTF (m ²)	Total de individuos	Costo Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Matorral Desértico Micrófilo (MDM)					
<i>Condalia ericoides</i>	1	1,196,639.65	199	3.57	712.00
<i>Dalea formosa</i>	1		199		712.00
<i>Ephedra trifurca</i>	5		997		3560.00
<i>Flourensia cernua</i>	72		14,360		51264.04
<i>Krameria lanceolata</i>	42		8,376		29904.02
<i>Larrea tridentata</i>	341		68,009		242792.20
<i>Prosopis glandulosa</i>	65		12,964		46280.04
<i>Senna wislizeni</i>	5		997		3560.00
<i>Vachellia constricta</i>	792		157,956		563904.47
Subtotal Matorral Desértico Micrófilo					\$942,688.78
Pastizal Halófilo (PH)					
<i>Bouteloua gracilis</i>	5	1,196,639.65	997	3.57	3,490.20
<i>Hilaria mutica</i>	64		12,764		44,674.55
<i>Prosopis glandulosa</i>	261		52,054		182,188.39
<i>Vachellia constricta</i>	34		6,781		23,733.35
Subtotal Pastizal Halófilo					\$254,086.49
Total					\$1,196,775.27

Tabla II.23 Valor estimado para los recursos no maderables del tipo suculentas en las vegetaciones MDM y PH.

Valor estimado para el estrato Suculentas					
Especie	Abundancia (15 sitios)	Superficie CUSTF (m ²)	Total de individuos	Costo Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Matorral Desértico Micrófilo (MDM)					
<i>Coryphantha macromeris</i>	1	1,196,639.65	199	20	3,988.80
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	6		1197		23,932.79
<i>Opuntia macrocentra</i>	1		199		3,988.80
<i>Opuntia polyacantha</i>	2		399		7,977.60
<i>Yucca elata</i>	1		199		3,988.80
Subtotal Matorral Desértico Micrófilo					\$43,876.79
Pastizal Halófilo (PH)					
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	1	1,196,639.65	199	20	3,988.80
<i>Opuntia macrocentra</i>	1		199		3,988.80
<i>Opuntia orbiculata</i>	1		199		3,988.80
<i>Opuntia pottsii</i>	1		199		3,988.80



Valor estimado para el estrato Suculentas					
Especie	Abundancia (15 sitios)	Superficie CUSTF (m ²)	Total de individuos	Costo Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Subtotal Pastizal Halófilo					\$15,955.20

Tabla II.24 Valor estimado para los recursos no maderables del tipo herbáceas en las vegetaciones MDM y PH.

Superficie CUSTF (ha)	Costo unitario de restauración con herbáceas por hectárea (\$)	Costo total (\$)
119.663965	780	\$93,337.89

La estimación de las especies no maderables en los supuestos antes mencionados resulta en un valor total de **\$1,349,945.14**.

Estimación económica de los recursos faunísticos

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.25** 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.25 Algunos bienes y servicios que proveen las especies de fauna registradas durante el muestreo.

Nombre Científico	Bienes y Servicios
<i>Athene cunicularia</i>	Equilibrio de Ecosistema
<i>Lanius ludovicianus</i>	Equilibrio de Ecosistema
<i>Cathartes aura</i>	Equilibrio de Ecosistema y Medicinal
<i>Geococcyx californianus</i>	Equilibrio de Ecosistema
<i>Spizella passerina</i>	Equilibrio de Ecosistema
<i>Lepus californicus</i>	Equilibrio de Ecosistema
<i>Sylvilagus audubonii</i>	Equilibrio de Ecosistema
<i>Phrynosoma modestum</i>	Equilibrio de Ecosistema
<i>Holbrookia maculata aproximans</i>	Equilibrio de Ecosistema

En la **Tabla II.26** se presenta la valoración económica de las especies que se encontraron en el área sujeta a CUSTF, que pudiera tener bajo un criterio relativo a su importancia ecológica y comercial.



Tabla II.26 Estimación económica de las especies de fauna silvestre registradas en el área sujeta a CUSTF.

Nombre Científico	Individuos	Costo Unitario \$	Costo Total \$
<i>Athene cunicularia</i>	2	5,250	10,500.00
<i>Lanius ludovicianus</i>	1	315	315.00
<i>Cathartes aura</i>	1	200	200.00
<i>Geococcyx californianus</i>	1	315	315.00
<i>Spizella passerina</i>	13	315	4,095.00
<i>Lepus californicus</i>	22	200	4400.00
<i>Sylvilagus audubonii</i>	8	200	1,600.00
<i>Phrynosoma modestum</i>	1	100	100.00
<i>Holbrookia maculata aproximans</i>	1	100	100.00
Total			21,625.00

De acuerdo con la tabla anterior se considera que el valor económico total para los recursos faunísticos es un valor de **\$21,625.00** (veintiún mil seiscientos veinticinco 00/100 m.n.).

Cálculo del valor por el pago de los servicios ambientales hidrológicos

De igual manera se estimó el monto que se pagaría por impulsar los servicios ambientales hidrológicos en el supuesto de que se desarrollara en el área sujeta a cambio uso de suelo. El monto máximo es de \$1,100.00 por hectárea/año.

Valor por el pago de servicios hidrológicos (VPSH)

$$VPSH = ACUS \times VER$$

Dónde:

ACUS Área sujeta a cambio uso de suelo (119.663965 ha)

VER Valor económico de referencia (\$1,100/ha/año)

$$VPSH = 119.663965 \times \$1,100.00$$

$$VPSH = \$ 131,630.36 /año$$

En este escenario resulta un monto de **\$131,630.36** al fomentar la provisión de servicios ambientales hidrológicos en la superficie propuesta para el cambio uso de suelo.



Cálculo del valor por el pago de captura de carbono

En el **Capítulo IV** de este estudio, se estimó la cantidad de carbono almacenado en el CUSTF en condiciones actuales, así como la cantidad que se genera en la superficie propuesta para el cambio uso de suelo en condiciones normales, es decir, manteniendo su actual cobertura vegetal, y la cantidad que se generará al implementar el CUSTF.

Estimación de carbono capturado en la superficie propuesta para el CUSTF

Captura de carbono actual

Respecto a la superficie propuesta para el cambio uso de suelo se presentan Matorral Desértico Micrófilo (MDM) y Pastizal Halófilo (PH). Para la estimación del carbono que actualmente se está capturando en la superficie sujeta a CUSTF se tomó el valor que se reporta para “Matorral xerófilo y vegetación semiárida y “Pastizal ”, respectivamente.

Se utilizó un total de 80 tCO₂/ha y 97 CO₂/ha, este total incluye la captura de carbono que se presenta en la vegetación aérea, en las raíces y en el suelo. Se considera de esta manera porque en condiciones actuales se mantiene la cobertura vegetal. Al extrapolarlo en toda la superficie propuesta para el cambio uso de suelo resulta en **10,180.7154** ton CO₂.

Tabla II.27 Carbono capturado en condiciones actuales en el área de CUSTF.

Condiciones actuales del área de CUSTF				
Tipo de Vegetación	Vegetación con la que concuerda	Área (ha)	ton CO ₂ /ha	Total (t)
Matorral Desértico Micrófilo	Matorral xerófilo y vegetación semiárida	83.922892	80	6,713.8313
Pastizal Halófilo	Pastizal Natural, halófilo y gipsófilo	35.741073	97	3,466.884081
Total		119.663965		10,180.7154

Captura de carbono al ejecutar el CUSTE

Al ejecutar el cambio uso de suelo en la superficie propuesta para tal fin, se removería la vegetación área y por tanto ya no habría biomasa aérea (ramas, corteza, semillas y hojas), que



podiera capturar carbono. Asimismo, al realizar la remoción de la vegetación se dejará de captar carbono por medio de las raíces. Sin embargo, seguirá la captura de carbono a través del suelo. En la **Tabla II.28** se presenta la estimación de la captura de carbono al ejecutar el cambio uso de suelo:

Tabla II.28 Cálculo de captura de carbono al ejecutar el CUSTF.

Al ejecutar el CUSTF en la superficie propuesta						
Tipo de Vegetación	Vegetación aérea (tCO ₂ /ha)	Suelo (tCO ₂ /ha)	Raíces (tCO ₂ /ha)	Total (tCO ₂ /ha)	Área (ha)	Total (ton)
Matorral Desértico Micrófilo	0	60	0	60	83.922892	5,035.373
Pastizal Halófilo	0	81	0	81	35.741073	2,895.0269
Total					119.663965	7,930.4004

Al ejecutar el CUSTF en la superficie propuesta, se capturaría alrededor de **7,930.4004** toneladas de CO₂. Se estarían dejando de captar 2,250.3150 toneladas de CO₂.

El costo por tonelada de CO₂ para Estados Unidos de América en 2018 es de 15.14€, de acuerdo con la (SENDECO₂, 2018), que convertido al tipo de cambio al 26 de noviembre de 2019, resultaría en 326.19 pesos mexicanos (Banxico, 2018) por tonelada de carbono. Por lo anterior, se estima que se deje de percibir la cantidad de **\$734,030.2498** pesos por las 2,250.3150 toneladas de CO₂ que se dejarán de captar.

Cálculo del valor por el pago de producción de oxígeno

En el **Capítulo IV** se presenta la estimación de la producción neta de O₂ (ton/año) utilizando la fórmula propuesta por Barrios (2015).

Tabla II.29 Generación actual de O₂ en el área sujeta a CUSTF.

Condiciones actuales del área de CUSTF					
Tipo de Vegetación	CO ₂			O ₂	
	Área (ha)	Ton CO ₂ /ha	Total (ton)	ton	%
Matorral Desértico Micrófilo	83.922892	60	5,035.37	13,427.66	63.4945683
Pastizal Halófilo	35.741073	81	2,895.03	7,720.07	36.5054317
Total	119.663965		7,930.40	21,147.73	100

Como se observa en la tabla anterior, alrededor de **21,147.73** toneladas de oxígeno se generan actualmente en el área sujeta a CUSTF.



No se encontraron muchos datos sobre la valoración económica de la producción de oxígeno, por lo que se utilizó como referencia la nota publicada por El tiempo (2005), que indica que el Banco Mundial, a través del Fondo de Biocarbono, comprará toneladas de aire de la región de Antioquia, Colombia, a 4 dólares por tonelada, que convertido al tipo de cambio al 13 de marzo de 2019, resultaría en 78.26 pesos mexicanos (Banxico, 2018). Por lo que la generación de oxígeno se estima en **\$ 1,655,021.3498**.

Cálculo del valor por el pago de protección y recuperación de suelos

Pérdida de suelo por erosión hídrica

Al ejecutar el cambio uso de suelo en la superficie propuesta para tal fin se aumentaría la pérdida de suelo a 65.4035 ton/año (**Tabla II.29**), dicha cifra resultó de la diferencia entre la pérdida potencial de suelo (101.02478 ton/año) menos la pérdida actual de suelo (35.6212471 ton/año), dando como resultado el volumen de suelo que se va a incrementar por la ejecución del cambio uso de suelo.

Tabla II.29 Diferencia entre la pérdida de suelo por erosión hídrica en condiciones actuales y al ejecutar el cambio uso de suelo en la superficie propuesta.

Erosión hídrica en el área sujeta a CUSTF (ton/año)	Erosión potencial en el área sujeta a CUSTF	Aumento de la pérdida de suelo
ton/año	ton/año	ton/año
35.6212471	101.02478	65.4035329

Pérdida de suelo por erosión eólica

Al llevar a cabo el cambio uso de suelo en la superficie donde se tiene planeado, la pérdida de suelo por la acción del viento aumentaría en 1,067.5786 ton/año, puesto que actualmente, sin remover la cobertura vegetal, se tiene una pérdida de suelo de 581.1914 ton/año y al remover esa cobertura vegetal se incrementaría la pérdida de suelo hasta 1648.7701 ton/año.

Tabla II.30 Diferencia entre la pérdida de suelo por erosión eólica en condiciones actuales y al ejecutar el cambio uso de suelo en la superficie propuesta.

Erosión eólica en condiciones actuales en el área de CUSTF	Erosión eólica al ejecutar el CUSTF	Aumento en la pérdida de suelo
ton/año	ton/año	ton/año
581.1914	1648.77	1,067.5786

Sumando los valores obtenidos de pérdida de suelo hídrica y eólica, se obtiene que el aumento en la pérdida de suelo es de 1,132.9821329 ton/año.



De acuerdo con lo que establece CONAFOR (2012), para la realización de acciones de control de la erosión, se otorgaría un valor máximo de \$2,600.00 por hectárea. Por lo que el valor de conservar el suelo para el área sujeta a cambio de uso de suelo es de **\$311,126.309** pesos.

En la **Tabla II.31** se presenta el resumen de la valoración económica por la afectación a los servicios ambientales.

Tabla II.31 Costos económicos de la afectación a los servicios ambientales.

Servicio Ambiental	Monto \$	Nivel de riesgo
Servicios ambientales hidrológicos	131,630.36	Leve
Captura de carbono, contaminantes y componentes naturales	734,030.24	Irrelevante
Generación de oxígeno	1,655,021.34	Irrelevante
Protección y recuperación de suelos	311,126.309	Leve
Total	\$ 2,831,808.249	

Estimación de recursos biológicos forestales en el área de CUSTF

En la **Tabla II.32** se presenta el resumen de la valoración económica de los recursos biológicos presentes en el área sujeta a Cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Tabla II.32 Supuesto del pago de los recursos biológicos forestales en el área de CUSTF.

Recurso	Monto
Forestales maderables	\$26,552.43
Recursos no maderables	\$1,349,945.14
Recursos faunísticos	\$21,625.00
Servicios ambientales	\$ 2,831,808.25
Total	\$4,229,930.82



II.2.7 Operación y Mantenimiento

El proceso de generación de energía eléctrica es simple, pues este se compone de generadores solares fotovoltaicos que se encargan de la producción de energía eléctrica. Se contará con el inversor de corriente como el encargado de transformar la energía eléctrica de continua a alterna. Se contempla el transformador para la elevación de tensión que permita la conexión del sistema generador con el sistema eléctrico nacional, así como líneas de conducción de energía de un punto a otro.

Mantenimiento del sistema o parque solar fotovoltaico

Los módulos fotovoltaicos requieren muy escaso mantenimiento por su propia configuración, carente de partes móviles y con el circuito interior de las células y las soldaduras de conexión.

El mantenimiento abarca los siguientes procesos:

- Limpieza periódica del módulo.
- Inspección visual de posibles degradaciones internas de la estanqueidad del módulo.
- Control del estado de las conexiones eléctricas y del cableado.
- Eventualmente, control de las características eléctricas del módulo.

a) Limpieza periódica del módulo

La suciedad acumulada sobre la cubierta transparente del módulo reduce el rendimiento de este y puede producir efectos de inversión similares a los producidos por sombras.

El problema puede llegar a ser serio en el caso de los residuos industriales y los procedentes de las aves. La intensidad del efecto depende de la opacidad del residuo. Las capas de polvo que reducen la intensidad del sol de forma uniforme no son peligrosas y la reducción de la potencia no suele ser significativa. La periodicidad del proceso de limpieza depende, lógicamente, de la intensidad del proceso de ensuciamiento. La acción de la lluvia puede en muchos casos reducir al mínimo o eliminar la necesidad de la limpieza de los módulos.

La operación de limpieza consiste simplemente en el lavado de los módulos con agua y algún detergente biodegradable no abrasivo, procurando evitar que el agua se acumule sobre el módulo. No es aceptable en ningún caso utilizar mangueras a presión.



b) Inspección visual del módulo

La inspección visual del módulo tiene por objeto detectar posibles fallos, concretamente:

- Posible rotura del cristal.
- Oxidaciones de los circuitos y soldaduras de las células fotovoltaicas: normalmente son debidas a entrada de humedad en el módulo por rotura de las capas de encapsulado durante la instalación o transporte.

c) Control de conexiones y cableado

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

- Comprobación del apriete y estado de los terminales de los cables de conexionado de los módulos.
- Comprobación de la estanqueidad de la caja de terminales.

En caso de observarse fallos de estanqueidad, se procederá a la sustitución de los elementos afectados y a la limpieza de los terminales. Es importante cuidar el sellado de la caja de terminales, utilizando, según el caso, juntas nuevas o un sellado de silicona.

Los módulos fotovoltaicos requieren muy escaso mantenimiento por su propia configuración, carente de partes móviles y con el circuito interior de las células y las soldaduras de conexión.

El mantenimiento abarca los siguientes procesos:

- Limpieza periódica de los paneles.
- Inspección visual de posibles degradaciones internas de la estanqueidad del módulo.
- Control del estado de las conexiones eléctricas y del cableado.
- Eventualmente, control de las características eléctricas del módulo.

En caso de observarse fallos de estanqueidad, se procederá a la sustitución de los elementos afectados y a la limpieza de los terminales. Es importante cuidar el sellado de la caja de terminales, utilizando, según el caso, juntas nuevas o un sellado de silicona.



II.2.8 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

La vida útil del proyecto será de 30 años. Una vez terminada la vida útil del mismo se evaluará si es factible ampliar la etapa de operación de la planta solar, o en su caso se procederá a llevar a cabo el desmantelamiento y abandono de las instalaciones. Para esto, se ejecutará el **Programa de Desmantelamiento de Infraestructura y Restauración del Sitio**, que se presenta como Anexo a este estudio. En este se contempla el desmantelamiento y retiro de la infraestructura construida, se buscará reciclar la mayor cantidad de los materiales, y una reforestación del área afectada.

II.2.9 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

A continuación se describe el tipo de disposición que se le dará a cada residuo. La estimación del volumen y tipo de residuos que serán generados durante el desarrollo del proyecto se indican en la **Tabla II.33**.

Tabla II.33 Volumen y tipo de residuos que se estima generar.

Tipo de material	Unidad	Total	Manejo
Pedacería de madera tipo leña	m ³	67.5	Donación
Cartón	m ³	172.5	Reciclaje
Plásticos	m ³	53	Disposición municipal
Chatarra	Toneladas	8.75	Donación
Jaulas de 3 x 2 x 2 pies estructural	Pieza	105	Donación
Tarimas	Pieza	1688	Donación

Residuos sólidos: Durante la ejecución de las obras y actividades para el desarrollo del proyecto, los residuos sólidos se almacenarán en contenedores ubicados en sitios previamente especificados dentro del área del proyecto para después ser transportados por el contratista a los sitios autorizados.

Se establecerán áreas específicas para el almacenamiento temporal de los residuos recolectados dentro del área del proyecto, las cuáles se acondicionarán para evitar derrames o posible contaminación de los recursos naturales. Los residuos generados durante la etapa de operación serán residuos sólidos domésticos (urbanos). Se contará con un **Programa de Manejo Integral de Residuos** (que se presenta como Anexo a este estudio) que incluya la separación y el almacenamiento adecuado, mismos que se recogerán de los colectores ubicados por todo el desarrollo y serán transportados al relleno sanitario municipal más próximo al sitio del proyecto.



Residuos líquidos, agua residual: Durante la ejecución de las obras y actividades para la instalación del parque solar, las aguas de desecho que se contemplan generar serán las producidas por la estancia de trabajadores en la zona de obras. Para su disposición se contratarán sanitarios portátiles, mismos que serán manejados por la empresa prestadora del servicio.

Residuos de manejo especial: Los residuos de manejo especial que se pueden llegar a generar están las tarimas, el cartón, pedacería de madera, entre otros; estos residuos se almacenarán temporalmente dentro del área del proyecto para posteriormente reciclarlos o donarlos a la población de la localidad Moctezuma, para que la población de Moctezuma pueda aprovecharlos a su beneficio.

Residuos peligrosos: Se contempla la contratación de empresas autorizadas para la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos que se generen en la ejecución de las obras y actividades para la instalación del sistema o parque solar. En los sitios de trabajo se contará con un sitio asignado específicamente para el almacenamiento temporal de residuos peligrosos, que deberá cumplir con todas las especificaciones necesarias. En el almacén debe contarse con recipientes con tapa debidamente identificados para el almacenamiento de este tipo de residuos, los cuales se identificarán y clasificarán de acuerdo con lo establecido en las NOM-052-SEMARNAT-2005. El manejo de este tipo de residuos será de acuerdo con lo indicado por la legislación ambiental vigente y aplicable.

II.2.10 Emisiones y descargas

Las emisiones de contaminantes a la atmósfera serán ocasionadas en su mayoría durante las etapas de **Preparación del sitio** y la **Construcción** de la planta por la operación de la maquinaria y equipo. Emisiones como el monóxido de carbono se controlarán mediante el mantenimiento periódico de toda la maquinaria y equipo que se emplee, y una verificación constante durante su uso. Las fuentes móviles de emisión, la maquinaria y equipo de vehículos utilizados deberán cumplir con lo establecido en la normatividad vigente de emisiones de gases contaminantes, por lo que, en su caso, se solicitará al contratista un programa de mantenimiento y una bitácora de mantenimiento. A fin de evitar la dispersión de partículas de polvo en la atmósfera, por el movimiento vehicular y movimiento de tierras, los vehículos de carga deberán ser tapados con lonas de contención para partículas finas durante su traslado y se realizarán riegos periódicos en caminos para evitar el levantamiento de partículas.



Bibliografía

Banxico, 2019. *Banco de México*. [En línea]

Available at: <https://www.banxico.org.mx/tipcamb/main.do?page=tip&idioma=sp>

[Último acceso: 21 Noviembre 2019].

Biblioteca Semarnat, 1914. <http://biblioteca.semarnat.gob.mx>. [En línea]

Available at:

<http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2014/CD001804.pdf>

[Último acceso: 10 Junio 2019].

INEGI, 2017. *Guía para la interpretación de cartografía: Uso del Suelo y Vegetación Escala 1:250,000 Serie VI*. [En línea].

López Peña, C., 2008. *Universidad Politécnica de Madrid. Dasometría. Tema 8 CUBICACIÓN DE ÁRBOLES. Diapositiva 76-79.*. [En línea]

Available at: <http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/dasometria/contenidos-ocw-2008/dendrometria/Tema8.pdf>

[Último acceso: 04 abril 2019].

Ministerio del Ambiente, 2015. *Guía de Flora y Vegetación*. [En línea]

Available at: <http://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/GU%C3%83-A-DE-FLORA-Y-VEGETACI%C3%83%E2%80%9CN.compressed.pdf>

[Último acceso: 2018].

Mora, E. M., 1999. <http://www.saber.ula.ve>. [En línea]

Available at: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/24540/articulo41-1-2.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

[Último acceso: 11 junio 2019].

Mostacedo, B. & Fredericksen, T. S., 2000. *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Daniel Nash ed. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia: El País.

PTM, 2019. *Para todo México*. [En línea]

Available at: <https://www.paratodomexico.com/estados-de-mexico/estado-chihuahua/hidrologia-chihuahua.html>

Rueda, O., 2013. [En línea]

Available at: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/1073>

SEMARNAT, 2010. *Diario Oficial de la Federación*. [En línea]

Available at:

http://dof.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?codnota=5172045&fecha=22/12/2010&cod_diario=23



4250

[Último acceso: 2019].

SEMARNAT, s.f. *Unificación de Trámites CUSTF-EIA y Aprovechamiento forestal*. [En línea]

[Último acceso: 2019].



CAPÍTULO III.

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES



III.1 Ordenamientos jurídicos federales

En el ámbito federal fueron analizados, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Impacto Ambiental, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento, La Ley Nacional de Aguas, el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET), los decretos de Áreas Naturales Protegidas, así como las Normas Oficiales Mexicanas (NOM’s) y tratados internacionales aplicables al proyecto.

Tabla III.1 Vinculación de los ordenamientos jurídicos federales y que se relacionan con la naturaleza del proyecto.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	
El sustento legal de las disposiciones jurídicas ambientales que se vinculan con el proyecto tiene su fundamentación base en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.	
Precepto Constitucional Invocado	Vinculación y/o Motivación con el Proyecto
ART. 4 CONST. (Párrafo quinto)	Se establece dentro del artículo que toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El presente proyecto guarda vinculación con el precepto referido ya que se tiene el propósito de aprovechar energía renovable (solar) para generar electricidad. Esto mediante el uso de tecnologías limpias, de tal forma que el proyecto promueve la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles como fuente primaria de energía, por consiguiente, se disminuye las emisiones contaminantes y por ende se mejorará la calidad del aire. La utilización de esta energía renovable contribuye a la conservación de los recursos naturales por tanto el proyecto impulsa a lograr la sustentabilidad. Asimismo, con el proyecto se favorecerá el desarrollo tanto social, económico y urbano en el Estado de Chihuahua. En consecuencia, el hecho se adecua completamente al precepto, sin contravenir nuestra carta magna y sin propiciar un desequilibrio ambiental en mayores proporciones.
ART. 27 CONST. (Párrafo tercero)	El artículo establece como objetivo hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. Donde en el párrafo tercero dice que se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y



	<p>crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.</p> <p>En atención a este artículo constitucional se publica la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, con el objeto de regular el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, y de esta manera hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana.</p> <p>Al someter a evaluación el presente Documento Técnico Unificado, en donde se incluye lo referente al estudio técnico justificativo se cumplirá con lo establecido en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, como también con el artículo 27 constitucional.</p>
--	--

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE	
La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente establece las disposiciones que logren la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.	
Precepto Invocado	Vinculación y/o Motivación con el Proyecto
TÍTULO PRIMERO CAPÍTULO I ART. 2 Fracción V	<p>Dicho artículo considera de utilidad pública:</p> <p>[...]</p> <p>V. La formulación y ejecución de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático.</p> <p>Se vincula con el proyecto y su modificación puesto que pretende usar la energía solar como principal fuente para transformarla en electricidad, a través de la instalación y operación de los paneles, sin la necesidad de combustibles fósiles que emitan gases de efecto invernadero (GEI), y por tanto no se contribuye al cambio climático, en cambio al utilizar este tipo de tecnología limpias se logra la conservación de los recursos naturales.</p>
TÍTULO PRIMERO	La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento en el cual la Secretaría determina los requisitos y condiciones que se deben sujetar aquellas obras y/o



LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE	
<p>CAPÍTULO IV, SECCIÓN V ART. 28</p>	<p>actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables, con el fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente.</p> <p>El proyecto se sujeta a los lineamientos establecidos en el presente artículo: 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>[...] II. Industria del petróleo, [...] y eléctrica...</p>
<p>TÍTULO PRIMERO CAPÍTULO II, SECCIÓN V ART. 30</p>	<p>El artículo establece que 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, [...]</p> <p>Para dar cumplimiento al artículo mencionado se presenta ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) el siguiente Documento Técnico Unificado donde se integra la manifestación de impacto ambiental y en donde se describe los impactos que podría generar el desarrollo el proyecto, así como las medidas preventivas, de mitigación y compensación para minimizar los efectos negativos sobre el ambiente.</p>
<p>TÍTULO SEGUNDO CAPÍTULO III ART. 79.</p>	<p>En este artículo se establece que, para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, se considerarán los siguientes criterios:</p> <p><i>I.- La preservación y conservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y fauna que se encuentran en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción; ...</i></p> <p><i>III.- La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial; [...]</i></p> <p>Se llevará a cabo el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna propuesto para el proyecto, los cuales se orientan a salvaguardar las especies bajo alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, además de especies de importancia ecológica, endémicas o en el caso de especies faunísticas con un lento desplazamiento.</p>
<p>TÍTULO SEGUNDO CAPÍTULO III ART 83</p>	<p>Se establece en el artículo que, el aprovechamiento de los recursos naturales en áreas que sean el hábitat de especies de flora o fauna silvestres, especialmente las endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, deberá hacerse de manera que no se alteren las condiciones necesarias para su subsistencia, desarrollo y evolución.</p> <p>Tal como se mencionó en el artículo anterior, se implementarán los programas de rescate y reubicación de la flora y fauna silvestre para asegurar las especies</p>



LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE	
	consideradas en alguna categoría de riesgo con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
TÍTULO CUARTO CAPÍTULO II ART. 110	<p>En dicho artículo se menciona que para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:</p> <p><i>I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y</i></p> <p><i>II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.</i></p> <p>El proyecto en sí se incluye dentro del aprovechamiento de energías renovables y limpias, por tanto, se impulsa la reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera por lo que conlleva a conservar la calidad del aire para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico, exige a contratistas y subcontratistas el mantenimiento preventivo y periódico de maquinaria, equipo y vehículos.</p>
TÍTULO CUARTO CAPÍTULO IV ART. 134	<p>En el artículo se determina que, para el control de la contaminación del suelo, se considerará prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; mediante la incorporación de técnicas y procedimientos para su reusó y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final.</p> <p>Cabe mencionar que el proyecto, en general, durante su operación no tendrá la generación de residuos de ningún tipo, de manera que el proyecto colabora en el control de la contaminación del suelo. Además, durante la construcción del parque fotovoltaico los residuos que se lleguen a generar se tendrá especial atención en proporcionarles un manejo y disposición final eficiente, para ello implementara la ejecución del Programa Integral de Residuos.</p>

REGLAMENTO DE LGEEPA EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL
<p>En este artículo se enlistan las obras o actividades que requieren previamente autorización en dicho trámite, donde se especifica en el inciso K la industria eléctrica, asimismo en el artículo 9 se menciona que el promovente debe presentar ante la SEMARNAT una manifestación de impacto ambiental para que se realice la evaluación correspondiente, por lo que le concierne al proyecto dichos ordenamientos y es por ello que se presenta el siguiente Documento Técnico Unificado donde se engloba la Manifestación de Impacto Ambiental.</p>



REGLAMENTO DE LGEEPA EN MATERIA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DE LA ATMÓSFERA

En el artículo 13 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención Y Control de la Contaminación de la Atmósfera se estipula que para la protección a la atmosfera se deben considerar:

- I. *La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país.*
- II. *Las emisiones de contaminantes a la atmosfera, ..., deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.*

Durante la operación del parque fotovoltaico no habrá emisiones contaminantes, por lo que el proyecto asegura la protección a la atmósfera para un bienestar de la población y el equilibrio ecológico.



LEY GENERAL DEL DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE	
<p>La Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable establece las disposiciones para fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos.</p>	
Precepto Invocado	Vinculación y/o Motivación con el Proyecto
<p>TÍTULO TERCERO CAPÍTULO I ART. 32 FRACCIÓN VI</p>	<p>Dentro del artículo fracción VI dice <i>La utilización del suelo forestal debe hacerse de manera que éste mantenga su integridad física y su capacidad productiva, controlando en todo caso los procesos de erosión y degradación;</i> en razón a lo anterior se proponen las medidas para mitigar y compensar el proceso de erosión y degradación que se lleguen a generar por el proyecto.</p>
<p>SECCIÓN SÉPTIMA ART. 93</p>	<p>De acuerdo con este artículo el cambio de uso del suelo solo puede otorgarse por excepción, cuando esta es solicitada y se demuestra con información técnica suficiente que el nuevo uso de los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.</p> <p>Todas las acciones realizadas deberán tener un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y asegurar su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el reglamento.</p> <p>Se propone la ejecución de los siguientes programas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre Programa de Obras y Prácticas para Mitigar Impactos Ambientales Programa de Desmantelamiento y Restauración del área de CUSTF Programa Integral de Residuos

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE
<p>El artículo 120 del Reglamento de la LGDFS menciona que, para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, se debe solicitar mediante el formato correspondiente y además presentar el estudio técnico justificativo. De esta manera se presenta dentro del presente Documento Técnico Unificado el Estudio Técnico Justificativo con el objeto de adquirir ante la SEMARNAT la autorización correspondiente.</p>

**LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE**

La Ley General de Vida Silvestre establece las disposiciones relativas 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 no se encuentra relacionado con el aprovechamiento de la flora y fauna silvestres en los términos en que la Ley General de Vida Silvestre define el concepto (Art. 3), motivo por el cual no se encuentra sujeto a los procedimientos de aprovechamiento establecidos.

Precepto Invocado	Vinculación y/o Motivación con el Proyecto
TÍTULO I ART. 4	En dicho artículo se establece la obligación de conservar la vida silvestre, evitar cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, y contribuir a conservar su hábitat. Se implementará los programas de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre para asegurar la biodiversidad de aquellas especies con limitada habilidad para restablecerse demográficamente, aquellas con restringida distribución en un ámbito geográfico y aquellas que se encuentran enlistadas en alguna categoría de riesgo conforme a la normatividad aplicable.
TÍTULO VI CAPÍTULO II ART. 63	Se menciona en este artículo que la conservación del hábitat de la vida silvestre es de interés público. Se proponen medidas preventivas, de mitigación y compensación para minimizar los efectos negativos sobre el ambiente.

LEY DE AGUAS NACIONALES

La Ley de Aguas Nacionales determina las disposiciones para 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.

Precepto Invocado	Vinculación y/o Motivación con el Proyecto
TÍTULO TERCERO CAPÍTULO ÚNICO ART. 14 BIS 5	Dentro del artículo se establecen los principios de la política hídrica, en donde la fracción I determina que el agua es un bien de dominio público federal, cuya preservación en cantidad y calidad y sustentabilidad es tarea fundamental del Estado y la Sociedad; igualmente en la fracción IX se menciona que la conservación, preservación, protección y restauración del agua en cantidad y calidad es asunto de seguridad nacional, por tanto, debe evitarse el aprovechamiento no sustentable y los efectos ecológicos adversos. La producción de electricidad a través de la energía fotovoltaica no requiere agua, de manera que el proyecto promueve la conservación del agua.



LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS	
La Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos hace referencia a los lineamientos para la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional.	
Precepto Invocado	Vinculación y/o Motivación con el Proyecto
TÍTULO I CAPÍTULO ÚNICO ART. 2	Dentro del artículo se determina que se debe asegurar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar, prevenir y minimizar la generación de los residuos, de su liberación al ambiente, así como su manejo integral para evitar riesgos a la salud y daños a los ecosistemas, igualmente corresponde a quien genere residuos, la asunción de los costos del manejo integral de los mismos y la producción limpia como medio para alcanzar el desarrollo sustentable. En concordancia con tales disposiciones se ejercerá un Programa de Manejo Integral de Residuos, aunque cabe mencionar que solamente durante la preparación y construcción del proyecto y áreas adicionales se generarán residuos por lo que la empresa costeará los servicios relacionados a la disposición final de residuos de tipo municipal y los de un prestador de servicios autorizado en el manejo, traslado y disposición final de residuos no peligrosos, sin embargo, durante toda la operación del proyecto no se generarán sustancias ni residuos, resultando en una producción limpia, por lo que se previene la contaminación de los recursos naturales, fortaleciendo el desarrollo sustentable.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS
En el artículo 82 se menciona las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos deben estar en ciertas condiciones como: estar separadas en áreas de producción y servicios de oficina; estar ubicadas en zonas seguras para reducir posibles emisiones, fugas, incendios u explosiones; contar con dispositivos para contener posibles derrames como líquidos; contar con sistemas de extinción de incendios y equipo de seguridad para emergencia acordes con la cantidad de residuos peligrosos; cada contenedor debe estar etiquetado para cada tipo de residuos; en caso de estar localizados en áreas abiertas no se deberán almacenar residuos a granel, cuando estos produzcan lixiviados y deberán estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por el viento. Se contarán un Programa de Manejo Integral de Residuos, con almacén temporal para los residuos generados en el proyecto que cumplirán con lo referido en este artículo.



LEY FEDERAL DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL	
La Ley de Responsabilidad Ambiental determina las disposiciones en cuanto a responsabilidad generada por el daño y el deterioro ambiental, así como a la reparación y compensación de dichos daños.	
Precepto Invocado	Vinculación y/o Motivación con el Proyecto
TÍTULO PRIMERO CAPÍTULO PRIMERO ART. 6	Establece que no se considera daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos, en caso de que se haya manifestado por parte del responsable e identificado el alcance, evaluado, mitigado y compensado mediante condicionantes y autorizaciones por parte de la autoridad competente, a través de la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización similar. En referencia al citado artículo se presenta el siguiente Documento Técnico Unificado, que incluye la manifestación de impacto ambiental, en donde se identifican los impactos ambientales que pueden comprometer al ambiente y las propuestas sobre las medidas necesarias para prevenir, mitigar o compensar esas alteraciones; igualmente se integra el Estudio Técnico Justificativo, con el fin de obtener las autorizaciones correspondientes.
TÍTULO PRIMERO CAPÍTULO SEGUNDO ART. 10	Determina que toda persona sea física o moral que ocasione con su acción directa o indirectamente un daño al ambiente será responsable y está obligado a reparar los daños. Dentro del presente Documento Técnico Unificado se proponen las medidas necesarias para mitigar y/o compensar los impactos que llegue a generar el proyecto.



LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO	
La Ley General de Cambio Climático establece los lineamientos para enfrentar los efectos adversos del cambio climático.	
Precepto Invocado	Vinculación y/o Motivación con el Proyecto
TÍTULO CUARTO CAPÍTULO I ART. 26	<p>En el artículo se decretan los principios de la política nacional de cambio climático, entre los que se encuentra la sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y los elementos naturales que lo integren, adopción de patrones de producción y consumo por parte de los sectores público, social y privado para transitar hacia una economía de bajas emisiones en carbono.</p> <p>El proyecto y sus adicionales consisten en la conversión de electricidad mediante la energía fotovoltaica solar, de manera que existe vinculación con los principios mencionados, puesto que no se generaran emisiones de gases de efecto invernadero y por tanto se encamina hacia la sustentabilidad.</p>
TÍTULO CUARTO CAPÍTULO II ART. 33	<p>El artículo determina los objetivos de las políticas públicas para la mitigación, entre las que presentan relación con el proyecto:</p> <p><i>I. Promover la protección del medio ambiente, el desarrollo sustentable y el derecho a un medio ambiente sano a través de la mitigación de emisiones.</i></p> <p><i>V. Promover de manera prioritaria, tecnologías de mitigación cuyas emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero sean bajas en carbono durante todo su ciclo de vida.</i></p> <p>Como se ha mencionado anteriormente el proyecto consiste en un parque fotovoltaico, este convertirá la energía solar, mediante paneles fotovoltaicos, en electricidad. No se usarán combustibles fósiles y por tanto existirá una reducción en la emisión de GEI durante la operación, es de esta manera que el proyecto impulsa la mitigación de cambio climático.</p>



LEY DE TRANSICIÓN ENERGÉTICA

La Ley de Transición Energética establece los lineamientos para regular el aprovechamiento de la energía, así como las obligaciones en materia de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes de la Industria Eléctrica.

Dentro del artículo tercero transitorio se determina una meta en cuanto a la participación mínima de energías limpias en generación de energía eléctrica del 25 por ciento para el 2018, del 30 por ciento para 2021 y del 35 por ciento para 2024.

Cabe mencionar que el proyecto y sus adicionales se suscriben dentro de las tecnologías limpias para la conversión de energía renovable a eléctrica, de tal forma que el desarrollar el presente proyecto se incluirá dentro de la participación para dar cumplimiento a las metas en materia de energías limpias.

III.2 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

El programa de ordenamiento ecológico está integrado por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

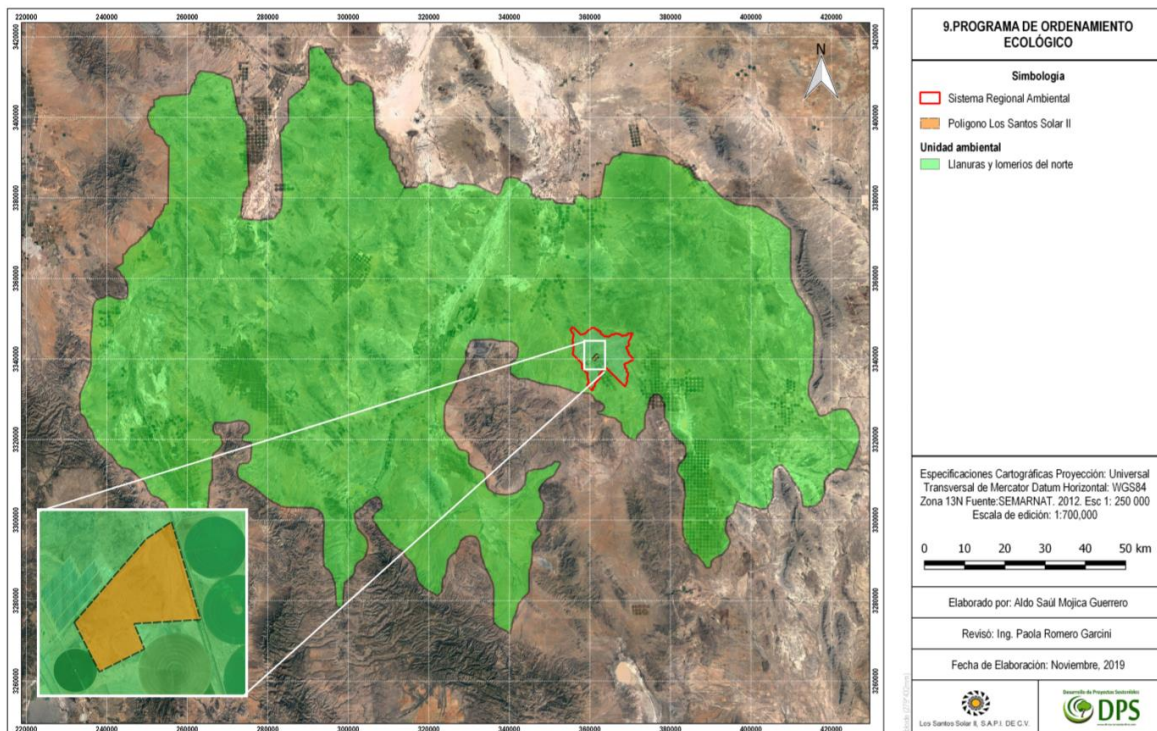


Figura 1. Región ecológica 9.25 (UAB 105) Llanuras y lomeríos del norte.



En la siguiente tabla, se incluyen las estrategias, políticas y los rectores, coadyuvantes y asociados del desarrollo que son aplicables al proyecto.

Tabla 2. Política y estrategias establecidas para la UAB 105 Región 9.25.

Clave de la Región	UAB	Nombre de la UAB	Rectores del Desarrollo	Coadyuvantes del Desarrollo	Asociados del Desarrollo	Política ambiental	Estrategias
9.25	105	Llanuras y Lomeríos del Norte	Ganadería - Preservación de Flora y Fauna	Industria	Agricultura - Desarrollo Social - Minería	Aprovechamiento Sustentable	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 16, 17, 19, 20, 24, 25, 26, 27, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44

En las tablas subsecuentes se presenta la vinculación del proyecto con respecto a las políticas ambientales aplicables, así como las estrategias que de ellas emanen.

Tabla 3. Vinculación de proyecto con respecto a las políticas ambientales asignadas a la UAB No. 105.

Definición de Políticas ambientales aplicables	Vinculación del proyecto
<p>Aprovechamiento sustentable. - La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos.</p>	<p>En la etapa operativa del proyecto se hará uso y aprovechamiento del recurso natural renovable como es la energía solar, propiciará que la producción de energía eléctrica sea mediante la instalación y operación de celdas fotovoltaicas, que permita el aprovechamiento de recurso energético de manera sustentable. Lo anterior hace que el proyecto sea congruente con la política ambiental aplicable.</p> <p>En adición, las acciones de protección y conservación de flora y fauna, entre otros como el suelo, que se llevarán a cabo, permiten en su conjunto la continuidad funcional del ecosistema. Ejecución del Programa de Obras y Prácticas para Mitigar Impactos Ambientales, dichas acciones se implementarán como estrategias para la prevención, minimización o en su caso de compensación ante los posibles impactos que puedan ocasionarse por la ejecución de las obras.</p>

Tabla 4. Vinculación de proyecto con respecto a las estrategias asignadas a la UAB No. 105.



Estrategias	Vinculación con las estrategias
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
A) Preservación	
1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad 2. Recuperación de especies en riesgo	Durante el desarrollo del proyecto se implementarán acciones ambientales de protección y conservación de flora y fauna, evidentemente enfocados a especies bajo
3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	Protección legal o en riesgo, de conformidad a la normatividad en materia, estas acciones son conformadas en Programas de Rescate y Reubicación de flora y fauna silvestre, las cuales se han incorporado en el Capítulo VII del presente DTU-BR. Las acciones ambientales incluyen acciones de rescate y reubicación de individuos, conlleva a la recuperación de especies particularmente aquellas en riesgo, lo que conlleva a la conservación del ecosistema que prevalece en el sitio del proyecto. Cabe señalar, que una vez rescatadas y reubicadas dichas especies, serán monitoreadas con objeto de dar seguimiento a la supervivencia de dichos individuos. Esto conlleva a la sustentabilidad ambiental del proyecto entorno al ecosistema que pretende desarrollarse y permite la congruencia del proyecto con respecto a las estrategias citadas.
B) Aprovechamiento sustentable	
4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	El proyecto que nos ocupa, para su operación y desarrollo pretende el aprovechamiento del recurso natural como es la energía solar, con la finalidad de transformar a energía eléctrica. Lo anterior, tipifica a la obra como una actividad en el aprovechamiento de energías renovables y limpias, conlleva a la sustentabilidad de la obra, por lo que el proyecto es congruente con la estrategia en comento.
5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	Dado que no se contemplan actividades de aprovechamiento de los suelos agrícolas y pecuarios, la estrategia en cita no le es aplicable al proyecto.
6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	La estrategia en comento, no le es aplicable al proyecto que nos ocupa, ya que no se contemplan actividades de tipo agrícola.
7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	No habrá aprovechamiento de recursos forestales.
8. Valoración de los servicios ambientales.	La empresa promovente responsable de la ejecución del proyecto consiente del compromiso ambiental, implementará acciones ambientales, que permitan la conservación y protección del ecosistema, recursos naturales, y por ende los servicios ambientales que estos nos brinda, como son la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la modulación o regulación



Estrategias	Vinculación con las estrategias
	climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otros. Ejecución de Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre, Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, Programa de Obras y Prácticas para Mitigar Impactos Ambientales
C) Protección de los recursos naturales	
12. Protección de los ecosistemas.	La ejecución de estrategias ambientales presentadas en el Capítulo VII, conducen a la protección y conservación del ecosistema que prevalece en el sitio del proyecto, donde dichas acciones están diseñadas y estructuras para que se logre la protección de los recursos naturales. Lo anterior, permite la congruencia del proyecto con la estrategia señalada.
13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	La estrategia en cometo no le es aplicable al proyecto, ya que no habrá actividades relacionadas a la agroindustria
D) Restauración	
14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El proyecto es congruente con la estrategia en cita, toda vez que se llevaran acciones de restauración y conservación de suelos, lo anterior como medida compensatoria ante el impacto para la superficie a ocupar en la instalación y operación del proyecto. Ejecución del Programa de Desmantelamiento y Restauración del área de CUSTF y el Programa de Obras y Prácticas para Mitigar Impactos Ambientales
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	
15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	No habrá aprovechamiento de recursos no renovables, por lo que la estrategia no le es aplicable al proyecto.
15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	No se contemplan actividades de minería. La estrategia en cita, no le es aplicable al proyecto.
16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se	La estrategia en cometo no le es aplicable al proyecto, ya que no habrá actividades relacionadas a la industria básica.



Estrategias	Vinculación con las estrategias
posicionen en los mercados doméstico e internacional.	
17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).	La estrategia en cometo no le es aplicable al proyecto, ya que no habrá actividades relacionadas a la producción y manufactura.
19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.	El proyecto converge con la estrategia en cometo, en virtud de que en la ejecución de este se incrementará la participación de tecnologías limpias en la diversificación de las fuentes de energía, para la generación y suministro de electricidad en el territorio. Esto a su vez permitirá disminuir el uso de combustibles fósiles y por ende disminuir, las emisiones de gases de efecto invernadero.
20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.	Como se mencionó en el apartado anterior, el proyecto mediante la utilización de tecnologías alternativas en el aprovechamiento de energías renovables, para la producción de energía eléctrica, mitigará el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducirá los efectos del Cambio Climático. Lo anterior, permite que el proyecto sea congruente con la estrategia.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
A) Suelo Urbano y Vivienda.	
24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	En particular para el desarrollo y operación del proyecto, las estrategias en cometo no aplican.
B) Zonas de Riesgo y prevención de contingencias	
25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil	El sitio del proyecto no es zona de riesgo en el que puedan presentar riegos naturales.
26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física	La estrategia en cometo no le es aplicable al proyecto.
C) Agua y saneamiento	
27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	Corresponde a la autoridad, incrementar el acceso de los servicios urbanos. En particular para el desarrollo y operación del proyecto no se requiere del recurso del agua. Las estrategias en cometo no aplican.
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.	La estrategia en cometo no le es aplicable al proyecto.
32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el	Corresponde a la autoridad local, frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano.



Estrategias	Vinculación con las estrategias
dinamismo, la fortaleza y la riqueza de estas para impulsar el desarrollo regional.	
E) Desarrollo Social	
35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	Las estrategias definidas en el ámbito social no aplican al proyecto que nos ocupa. El proyecto corresponde al sector energético.
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.	La estrategia en cometo no le es aplicable al proyecto.
37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	Se integran a mujeres locales dentro de las diferentes etapas del proyecto para el desarrollo de actividades y no existe presencia de indígenas nativos en la localidad rural más próxima.
38. Promover la asistencia y permanencia escolar entre la población más pobre. Fomentar el desarrollo de capacidades para el acceso a mejores fuentes de ingreso.	La estrategia en cometo no le es aplicable al proyecto.
39. Incentivar el uso de servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	La estrategia en cometo no le es aplicable al proyecto.
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.	La estrategia en cometo no le es aplicable al proyecto.
41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	La estrategia en cometo no le es aplicable al proyecto.
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	
42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El uso y usufructo del predio que ocupa el proyecto es mediante un contrato de arrendamiento ante notario público entre el arrendar y arrendatario, con respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	
43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información	Corresponde a autoridad local y estatal integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la



Estrategias	Vinculación con las estrategias
agraria para impulsar proyectos productivos.	información agraria para impulsar proyectos productivos.
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.	No aplican al proyecto las estrategias en comento. Corresponde a la autoridad local o estatal la planeación del ordenamiento territorial.

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

III.3.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP) Federales

Las Áreas Naturales Protegidas son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados. Se crean mediante un decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, su reglamento, el programa de manejo y los programas de ordenamiento ecológico. Están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley.

Para los fines de la verificación correspondiente se realizó un análisis georreferenciado de las áreas naturales protegidas referidas, mediante sistema de información geográfica contra la cartografía oficial, lo que permitió identificar que el predio del proyecto, motivo de este Documento Técnico Unificado modalidad B Regional, no queda incluido dentro de la poligonal envolvente de ninguna de las Áreas Naturales Protegidas de competencia federal, asimismo el Sistema Ambiental Regional, también se excluye de la poligonal del área natural. El área natural protegida más cercana se encuentra a unos 110 km aproximada del predio, y corresponde al **Área de Protección de Flora y Fauna “Médanos de Samalayuca”** con una superficie 63,182 ha, ubicada en los Municipios de Juárez y Guadalupe, Chihuahua, tal y como se aprecia en la **Figura III.2**.

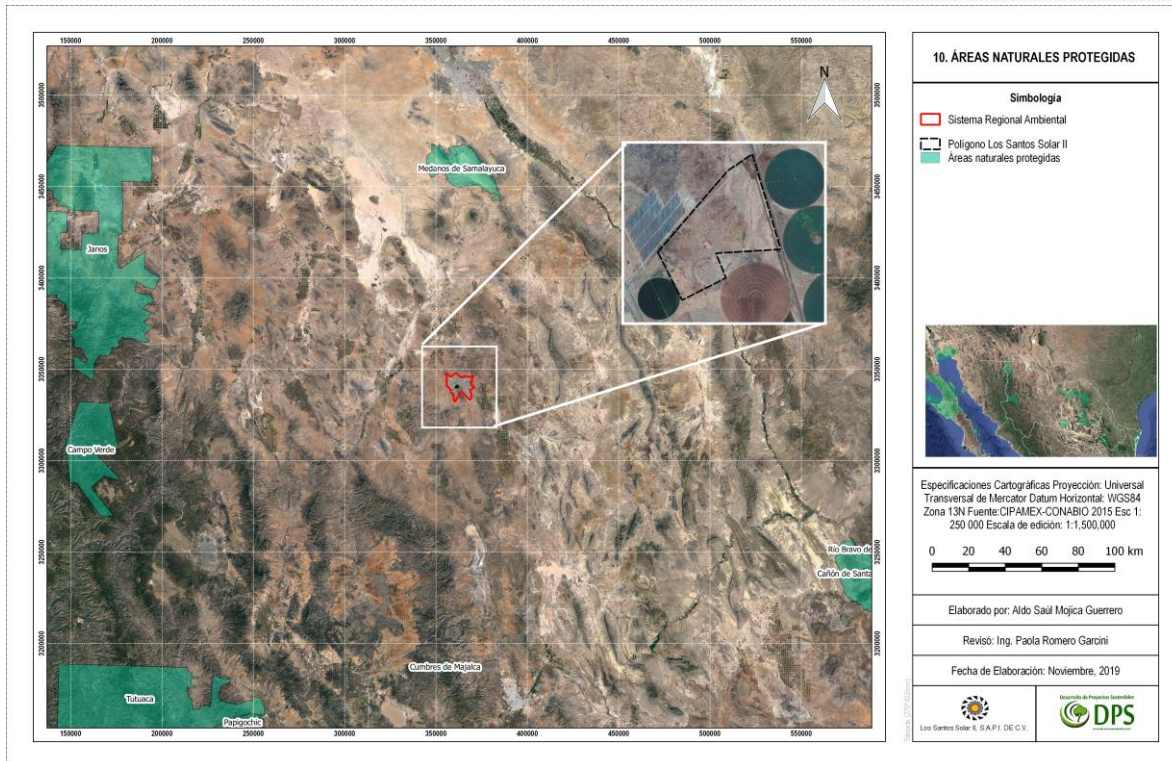


Figura III.2. Área natural protegida federal.

III.3.2 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Hace referencia a las unidades que forman parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, asimismo con una integridad ecológica funcional significativa y donde existe una oportunidad real de conservación (Arriaga *et al.*, 2000). El proyecto no se encuentra dentro de ninguna RTP (Figura III.3).

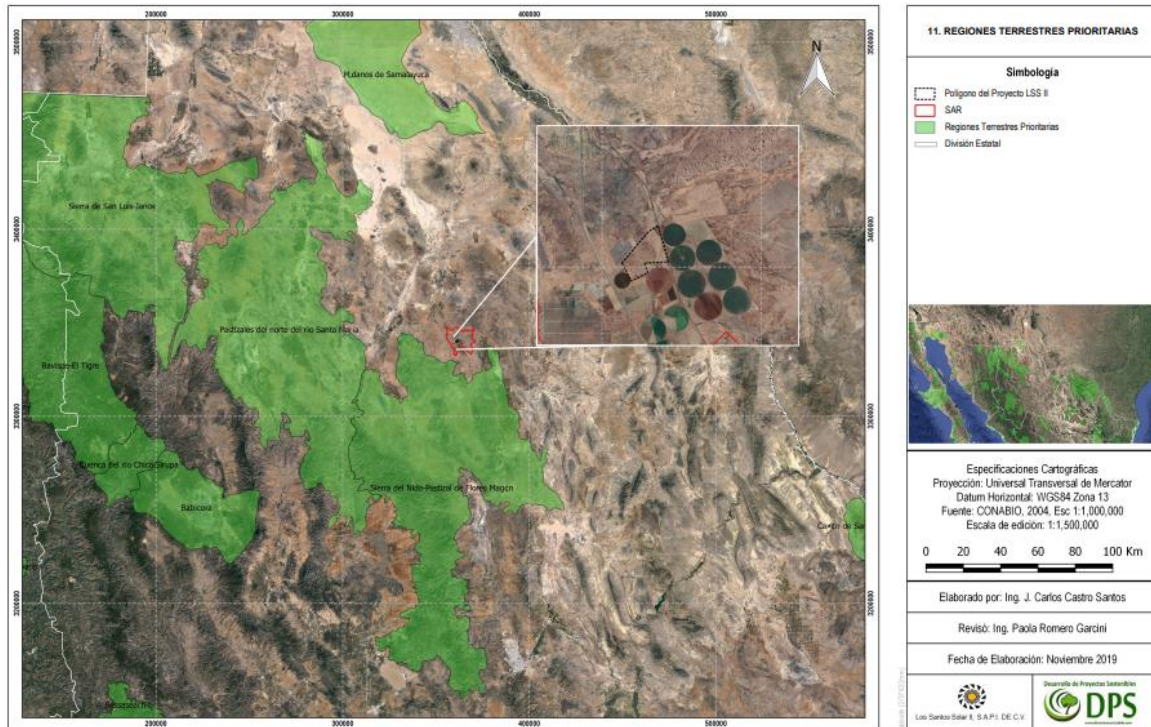


Figura III.3. Ubicación del proyecto en relación con las regiones terrestres prioritarias cercanas.

III.3.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

Áreas en donde se ubican las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país por su biodiversidad, uso de recursos, carencia de información y potencial para la conservación (Arriaga *et al.*, 2002). Se ubican varias RHP que se encuentran alrededor del proyecto, pero se mantiene una distancia mayor a los 49 kilómetros (**Figura III.4**).

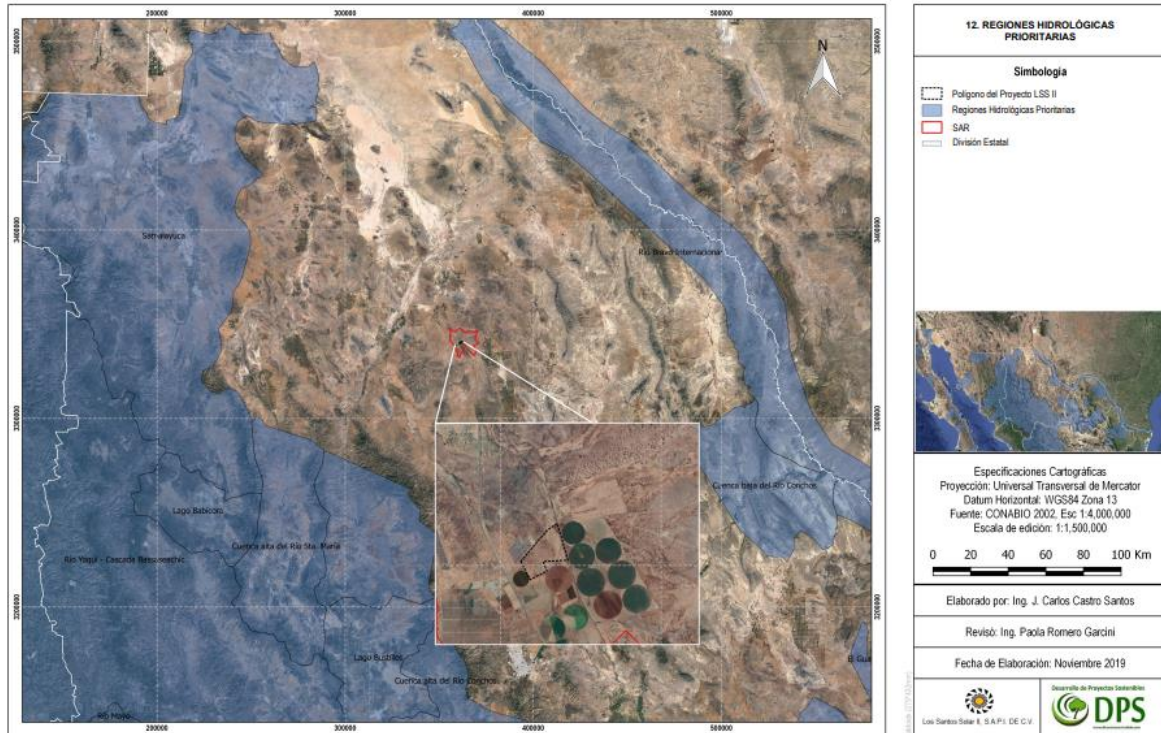


Figura III.4. Ubicación del proyecto en relación con las regiones hidrológicas prioritarias cercanas.

III.3.4 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

Red regional de áreas importantes para la conservación de las aves, tomando en cuenta criterios como la amenaza que sufren las especies de aves, lo restringido de sus distribuciones y la cantidad de aves que se pueden congregar en un solo sitio. El proyecto no tiene interacción con ninguna AICA (**Figura III.5**), el área de importancia más próxima es al suroeste conocida como Sierra del Nido, por lo que el proyecto no tendrá influencia alguna en las condiciones actuales y futuras para el funcionamiento del sistema ambiental de estas áreas.

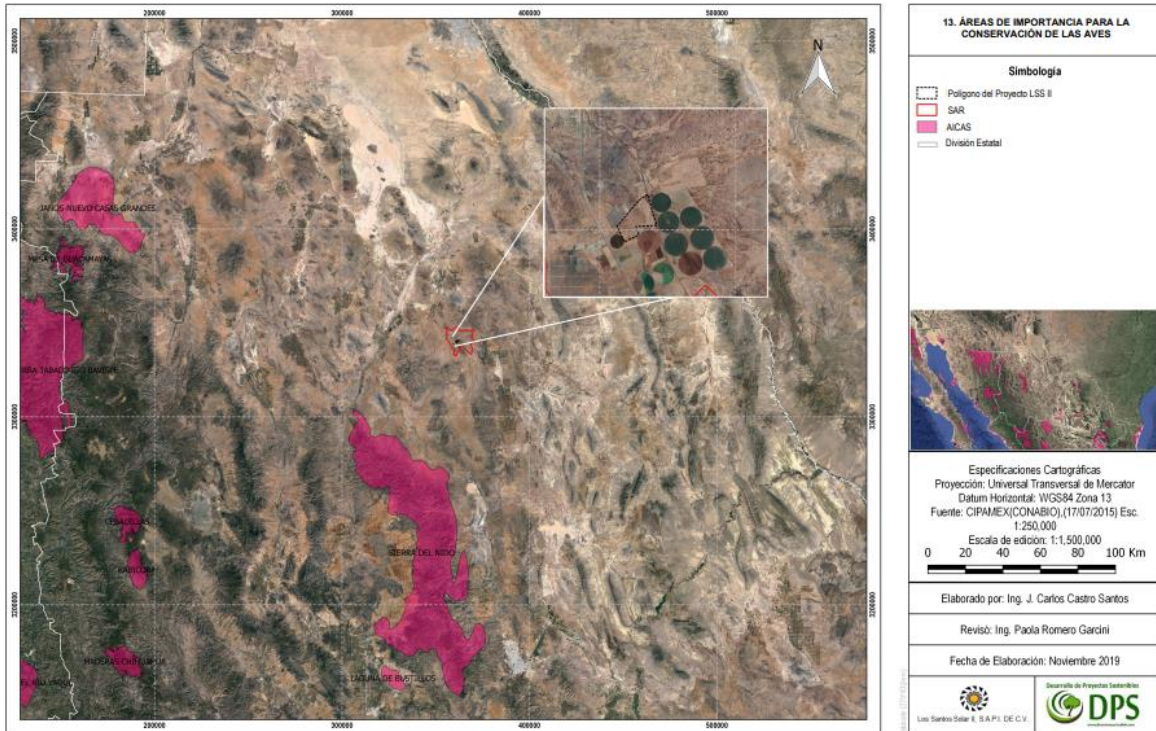


Figura III.5 Ubicación del proyecto en relación con AICAS cercanas

III.4 Normas Oficiales Mexicanas

Tabla III.5 Vinculación de la normatividad ambiental aplicable a la naturaleza del proyecto.

NORMA OFICIAL MEXICANA	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
Normas Ambientales	
NOM-001-SEMARNAT-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	Para el manejo de las aguas residuales durante la etapa de preparación y construcción se instalarán sanitarios portátiles, Mínimo uno cada 15 personas. Durante la operación se utilizará el biodigestor construido en etapas anteriores para las oficinas, ya que no se cuenta con
NOM-041-SEMARNAT-2015 Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Los vehículos y maquinaria, que use como combustible gasolina, que se lleguen a utilizar durante el desarrollo del proyecto se les dará un mantenimiento periódico, de acuerdo con lo establecido en los manuales de fabricante, para reducir en lo posible las emisiones contaminantes; se llevará un registro en bitácora como



NORMA OFICIAL MEXICANA	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO
<p>NOM-045-SEMARNAT-2006 Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del</p>	<p>De la misma manera, los vehículos (que usen diésel como combustible) se sujetaran a mantenimientos regulares, conforme a las especificaciones en los manuales del fabricante, y se llevará una bitácora en donde se registre dicha actividad.</p>
<p>NOM-052-SEMARNAT-2005 Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.</p>	<p>Dicho ordenamiento determina el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, incluye los listados y cuáles características permiten clasificar a un residuo peligroso como tal. Definido la generación y el tipo de residuos, el promovente dará el manejo apropiado, de acuerdo con la técnica establecida en esta norma.</p>
<p>NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestre - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio de especies en riesgo.</p>	<p>Se implementará y ejecutará programas de rescate y reubicación para la protección de las especies de flora y fauna silvestres que se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y aquellas de importancia ecológica, de lento desplazamiento o de arraigo de madriguera o que por su etapa de desarrollo son sujetas a rescate y</p>
<p>NOM-080-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruidos provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.</p>	<p>Ordenamiento aplicable a vehículos automotores de acuerdo con su peso bruto vehicular, motocicletas y triciclos motorizados que circulan por las vías de comunicación terrestre, exceptuando los tractores para uso agrícola, trascabos, aplanadoras y maquinaria pesada para la construcción y lo que transiten por riel. La promovente supervisará que los vehículos que se lleguen a usar en el proyecto, específicamente a aquellos que hace mención este precepto, cumplan con lo</p>
<p>NOM-006-CONAGUA-1997 Fosas sépticas prefabricadas - Especificaciones y métodos de prueba</p>	<p>Para el manejo de las aguas residuales durante la operación del proyecto se cuenta con fosas sépticas prefabricadas, ya que no se cuenta con drenaje sanitario. Se tomará en cuenta las especificaciones determinadas en esta norma y se contará con una limpieza frecuente por una empresa debidamente autorizada.</p>
<p>NOM-161-SEMARNAT-2011: Establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y cuales están sujetos al plan de manejo</p>	<p>Una vez determinada la generación y tipo de residuos se procederá a la aplicación de esta norma, se ejecutará el Programa de Manejo Integral de Residuos.</p>



III.5 Otros instrumentos

III.5.1 Instrumentos Nacionales

III.5.1.1 Estrategia Nacional de Cambio Climático.

Ejes estratégicos y líneas de acción

México tiene un gran potencial de generación de energía mediante 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 principales barreras que han impedido la completa inmersión de las energías renovables en el sistema energético nacional.

Líneas de acción:

M1 Acelerar la transición energética hacia fuentes de energía limpia

M1.8 Promover la inversión en sistemas fotovoltaicos en zonas del país con alto potencial.

M1.9 Fomentar la generación distribuida mediante el uso de sistemas fotovoltaicos en el sector industrial, residencial y de servicios.

III.5.1.2 Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles Más Limpios

Ley de Transición Energética (LTE) 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. De manera que se elaboró la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios, como instrumento rector de la política nacional en materia de obligaciones de energías limpias y aprovechamiento sustentable de la energía.

La Estrategia tiene tres objetivos principales:

- Establecer las metas y la hoja de ruta para la implementación de dichas metas.
- Fomentar la reducción de emisiones contaminantes originadas por la industria eléctrica.
- Reducir, bajo criterios de viabilidad económica, la dependencia del país de los combustibles fósiles, como fuente primaria de energía.



Por lo que se establecieron políticas y acciones para la aplicación de las mejores prácticas internacionales, bajo el concepto de los tres objetivos establecidos en la Estrategia. Las líneas de acción se identifican en tres vertientes:

- Ahorro y uso eficiente de energía
- Aprovechamiento de energías limpias
- Desarrollo de infraestructura integradora.

En donde el proyecto se incluye dentro del *Aprovechamiento de energías limpias*. Uno de los mayores retos se encuentra dar acceso a redes de transmisión que hagan llegar la electricidad generada de las zonas con mayor potencial a las zonas de consumo final. De acuerdo con el Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2016-2030 se prevé la incorporación de 12,000 MW en los próximos 15 años, de ahí que el desarrollar el presente proyecto será parte integral para alcanzar las metas de energías limpias.

III.5.1.3 Vinculación con Leyes Estatales Aplicables

Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Chihuahua	
Precepto Invocado	Vinculación y/o Motivación con el Proyecto
Artículo 117	Se cuenta con el Programa Integral de Residuos para el cumplimiento de este artículo.
Artículo 140	Se realizará el registro como se indica.
Artículo 152	Se cuenta con el Programa Integral de Residuos para el cumplimiento de ese artículo.
Artículo 155	El Programa Integral de Residuos se encuentra anexado en este documento para su revisión.

III.6 Instrumentos Internacionales

III.6.1 Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático

En la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, celebrada el 9 de mayo de 1992, se reconoció la existencia del problema del cambio climático, por lo que se estableció como objetivo último lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera y de esta manera impedir interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático. El gobierno de México, el 13 de junio de 1992 firmó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático



(CMNUCC), en donde México se sujetó a cumplir con los lineamientos establecidos en dicho instrumento.

Entre los compromisos establecidos dentro del tratado internacional, se encuentran:

- Elaborar, actualizar periódicamente, publicar y facilitar inventarios nacionales de las emisiones antropogénicas por las fuentes y de la absorción por los sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal.
- Formular, aplicar, publicar y actualizar regularmente programas nacionales y, regionales, que contengan medidas orientadas a mitigar el cambio climático, teniendo en cuenta las emisiones antropogénicas 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.
- 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 antropogénicas 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.

México realiza diversas actividades para dar cumplimiento a los compromisos ante la CMNUCC, entre las que se encuentran la elaboración de documentos de planeación a nivel nacional y estatal, y la elaboración de las comunicaciones nacionales de México con sus respectivos inventarios de emisiones.

El aprovechamiento de la energía solar como energía renovable para la generación de energía eléctrica, es de gran beneficio ambiental, puesto que se minimizan en gran medida los niveles de emisión a la atmósfera y por tanto se contribuye a una estabilidad en el sistema climático. El impulsar y apoyar el proyecto que nos ocupa constituirá como medida eficaz en la reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera y al efecto invernadero.

III.6.2 Protocolo de Kioto

Se crea en 1997 el Protocolo de Kioto, como instrumento para poner en práctica lo adoptado en la CMNUCC, y de esta manera reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). El Protocolo entró en vigor hasta el 2005. En este acuerdo internacional se estableció como obligación para los países desarrollados y las economías en transición (países Anexo



I) la reducción del 5% de sus emisiones para el periodo 2008-2012 tomando como base sus emisiones de 1990. Para los países en desarrollo (países No Anexo I), el Protocolo no estableció metas cuantificables de reducción de emisiones, pero sí compromisos como la elaboración de inventarios nacionales de emisiones, comunicaciones nacionales, así como estudios de mitigación y adaptación al cambio climático. México firmó este Protocolo en 1997 y lo ratificó en 2000 como país No Anexo I.

Se establece en el artículo 2, inciso a, fracción I y IV que, para promover el desarrollo sostenible, cada una de las partes, debe aplicar o seguir elaborando políticas y medidas que fomenten la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional correspondiente, así como la investigación, desarrollo y aumento de uso de formas nuevas y renovables de energía que sean ecológicamente racionales. El desarrollar el presente proyecto promueve la adopción de un aprovechamiento renovable de energías mediante tecnologías limpias, por lo que es vinculante con el instrumento de carácter internacional y por tanto se lograra contribuir en la participación del cumplimiento a las obligaciones adquiridas por parte de México.

III.6.3 Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional (Convenio Ramsar)

También conocido como Convenio Ramsar, fue firmada en la ciudad de Ramsar (Irán) el 2 de febrero de 1971 y entró en vigor en 1975. México se adhirió a este Convenio en 1986. Es un tratado intergubernamental sobre la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos. Un sitio Ramsar se refiere a los sitios que contienen tipos de humedales representativos, raros o únicos, que abarca todos los lagos y ríos, acuíferos subterráneos, pantanos y marismas, pastizales húmedos, turberas, oasis, estuarios, deltas y bajos de marea, manglares y otras zonas costeras, arrecifes coralinos, y sitios artificiales como estanques piscícolas, arrozales, reservorios y salinas.

Específicamente en la zona de estudio, el Sistema Ambiental Regional, así como el área del proyecto se encuentra fuera de algún Sitio Ramsar, como se muestra en la siguiente imagen (Figura III.6).

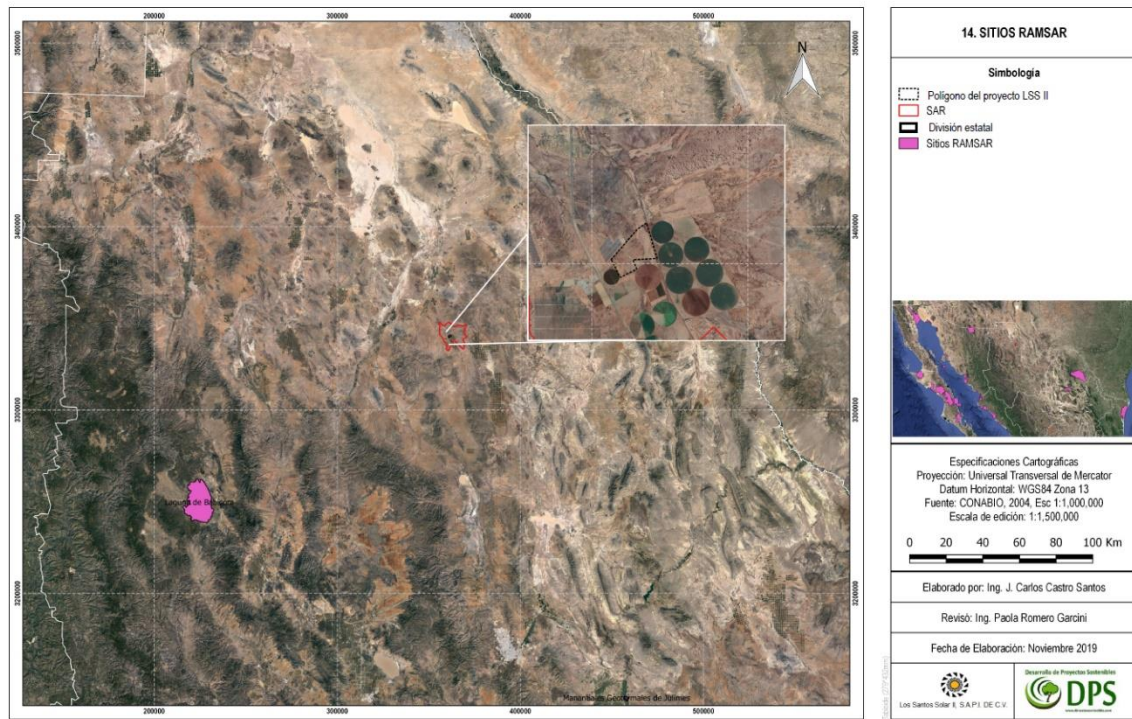


Figura III.6. Sitio Ramsar más próximo al proyecto.



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



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

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

Las cuencas hidrográficas, así como sus subdivisiones (subcuenca y microcuenca) en los últimos años se han convertido en unidades físico-naturales más utilizadas en el estudio y gestión de los recursos naturales en México y el mundo, donde el elemento integrador es el agua, lo que permite comprender el comportamiento y dinámica del espacio geográfico a través de los flujos hídricos, como los flujos de nutrientes, materia y energía que se establecen en los ecosistemas terrestres y acuáticos (Garrido, et al., 2010). Por esta razón, el área de estudio también denominado Sistema Ambiental Regional (SAR) se delimito con base a una microcuenca hidrográfica que abarca el área del proyecto. Por lo que se homologan los conceptos de microcuenca y sistema ambiental para efectos del presente estudio.

Método para la delimitación del área de estudio

Se descargó el modelo digital de elevación MDE H13A85 de INEGI. Con apoyo del Sistema de Información Geográfica QGIS versión 2.18.0 y Grass GIS 7.0.5 se generó la información de la red de drenaje hídrico correspondiente a la microcuenca delimitada. Primeramente se realizó el ajuste del MDE con la herramienta g.region.zoom la cual se encuentra dentro del módulo de herramientas del Sistema Grass GIS, esta reduce la región hasta que se ajuste a datos no nulos y posterior a ello se utilizó una herramienta de modelo hidrológico llamada r.watershed que permite evaluar la dirección de drenaje, los segmentos de corriente y delimita la microcuenca correspondiente al área; la información generada por el sistema Grass GIS se encuentra en formato raster y para su análisis fue necesaria la conversión a formato shape, lo cual se hizo con la herramienta de conversión r.to.vect.line que convierte los archivos raster en líneas vectoriales. Al archivo vectorial de la red hidrológica se le realizó un corte en el sistema QGIS con la herramienta “cortar” y la capa en formato shape de la microcuenca delimitada.

El tamaño y la forma de la microcuenca se justifica porque es posible obtener los parámetros necesarios para su análisis tales como los hidrográficos en donde se determinan los órdenes de las corrientes, coeficientes de escurrimiento, caudales, tipo y densidad de la red de drenaje principalmente; en cuanto a las cuestiones topográficas es posible tener una visión del gradiente altitudinal de la microcuenca y en donde se encuentra el proyecto, así como los tipos de suelo, clima y aspectos geológicos que influyen en el área del proyecto.

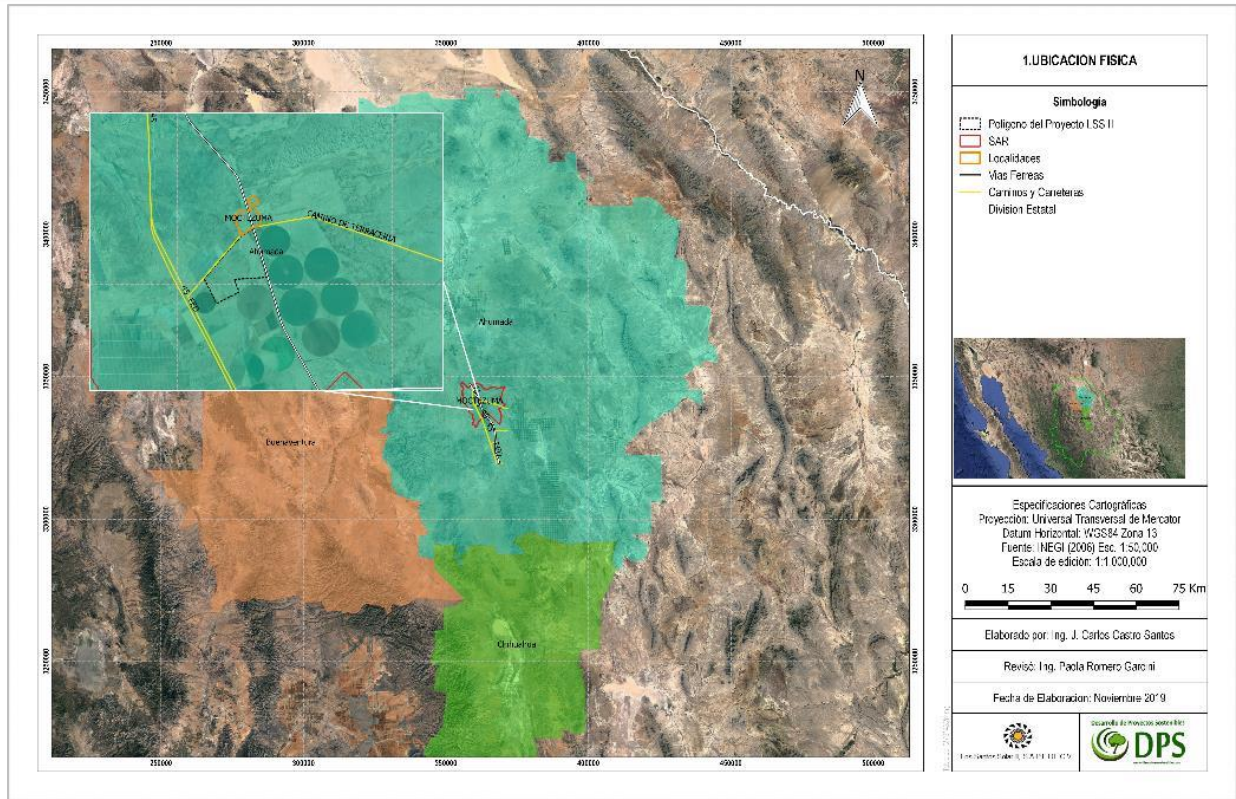


Figura IV.1. Ubicación del Sistema Ambiental Regional.

Delimitación del área de estudio Sistema Ambiental Regional (SAR)

El área de estudio se obtuvo a partir de la delimitación de la microcuenca hidrográfica que abarca el área del proyecto. Con base al Modelo Digital de Elevación, correspondiente al área sujeta a CUSTF y proyecto, permitió identificar los puntos más altos del área, la dirección de flujo y los escurrimientos presentes por medio del apoyo del Sistema de Información Geográfica. De esta manera se delimitó la microcuenca, que para fines de este estudio es el SAR; en el cual se hace la descripción de los elementos físicos y biológicos ya que es el área de drenaje directamente involucrada con la superficie del Proyecto.

Ubicación del Proyecto con respecto al SAR

Con base a lo descrito por Ordoñez (2011): una cuenca hidrográfica se compone por determinadas partes (Alta, Media y Baja); la parte alta de la cuenca corresponde generalmente a áreas montañosas, limitadas en su parte superior por las divisorias de aguas, la media es donde se juntan las aguas recogidas por las partes altas y en donde el río principal mantiene un cauce definido, y la baja es donde el río desemboca a ríos mayores o a zonas bajas tales como estuarios y humedales. Tomando en



cuenta el criterio anterior se considera que el área del proyecto, donde se pretende realizar el cambio uso de suelo, se ubica en la parte media con respecto al SAR delimitado.

IV.2 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional (SAR)

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

El Sistema Ambiental Regional comprende un espacio geográfico donde la calidad ambiental está condicionada principalmente por la vocación que se le ha designado al suelo para fines agropecuarias, industriales o por las comunidades vegetales que se desarrollan en el entorno.

Las comunidades vegetales se componen por Matorral Desértico Micrófilo (MDM) y Pastizal Halófilo (PH).

El entorno ha ido modificado por instalaciones e infraestructura, vías de acceso y líneas de transmisión eléctrica, además existe actividad pecuaria.

En este aspecto los componentes físicos y bióticos que se encuentra en el Sistema Ambiental interactúan conforme a las modificaciones que se van realizando por la modernización de las actividades de producción, transporte y aprovechamiento de los recursos.

El área de influencia se desarrolló a partir de la dinámica del proyecto, es decir, del producto de las actividades que generan afectaciones que ocurren en el espacio de intervención. De manera especial, estos efectos se trasladan a las poblaciones localizadas alrededor del proyecto.

A continuación, se hace una descripción de las características abióticas (físicas), bióticas y socioeconómicas del proyecto Los Santos Solar II, que aplican al proyecto que nos ocupa.



Figura IV.2 Elementos ubicados en el entorno del SAR.



Figura IV.3 Vegetación presente en el proyecto



IV.2.2.1 Medio Abiótico

Clima y fenómenos meteorológicos

El clima en el SAR está definido como muy seco templado (BWkw). Este clima se caracteriza por ser desértico; presentar temperaturas templadas con un verano cálido, las temperaturas medias son: anuales 12° a 18 °C, del mes más frío entre -3° y 18 °C y del mes más cálido > 18 °C; con lluvias en verano o escasas todo el año. El área del proyecto se encuentra dentro del clima muy seco templado (BWkw).

Temperatura y precipitación

Temperatura

De acuerdo con las estadísticas climatológicas normales en un periodo de 1951-2010, se consideró utilizar la estación meteorológica 8155 Villa Ahumada, por ser la que se ubica más cerca del proyecto, además presenta el mismo tipo de clima y la elevación es muy similar a las condiciones del proyecto. En la siguiente **Figura IV.4** se aprecian los rangos de las temperaturas medias anuales en el SAR con base a las isothermas medias anuales (CONABIO, 1998). Acorde a las Normales Climatológicas en la estación meteorológica 8155 Villa Ahumada, en un periodo de 1951-2010, la temperatura media anual es de 17.5 °C.

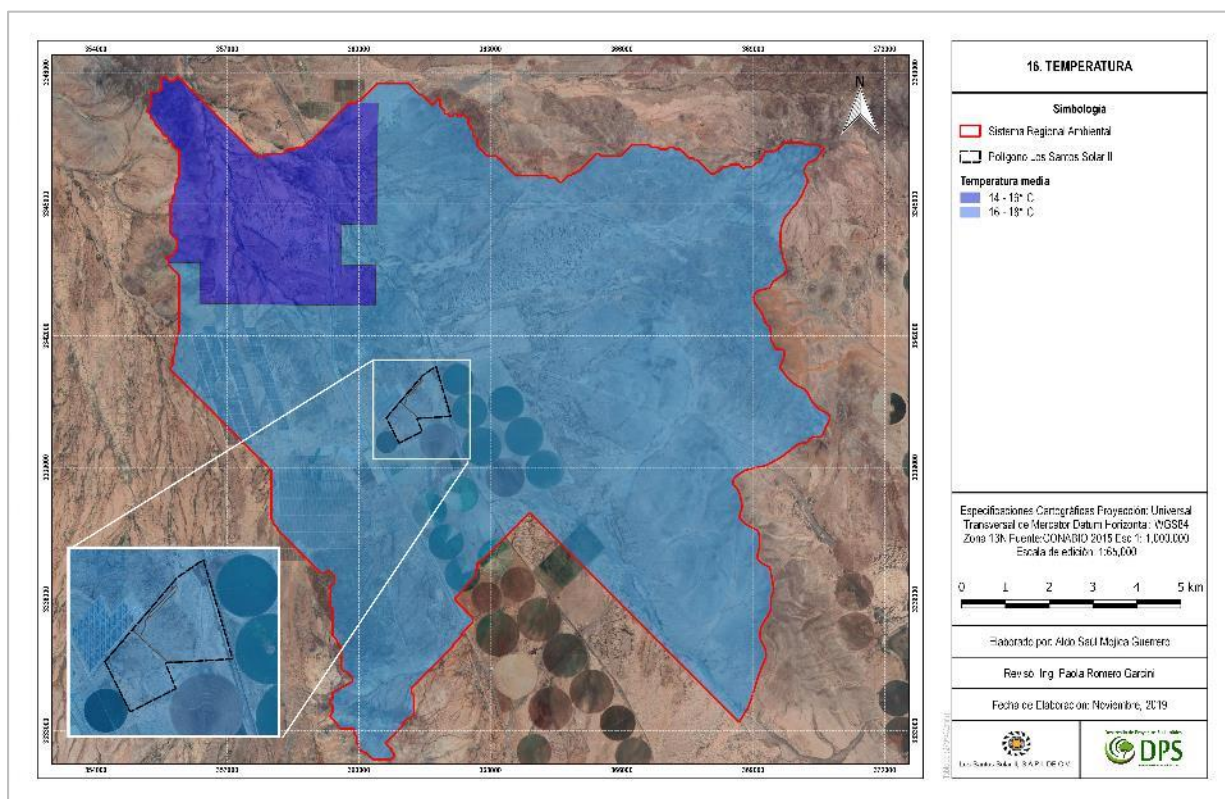


Figura IV.4 Rango de temperatura media anual en el SAR.



En la **Figura IV.5** se muestran las temperaturas máximas mensuales en el periodo de 1951-2010. Los meses más calientes en verano son de mayo a septiembre, con temperaturas por encima de los 30°C; los meses más fríos son de diciembre a febrero con temperaturas por debajo de los 20°C.

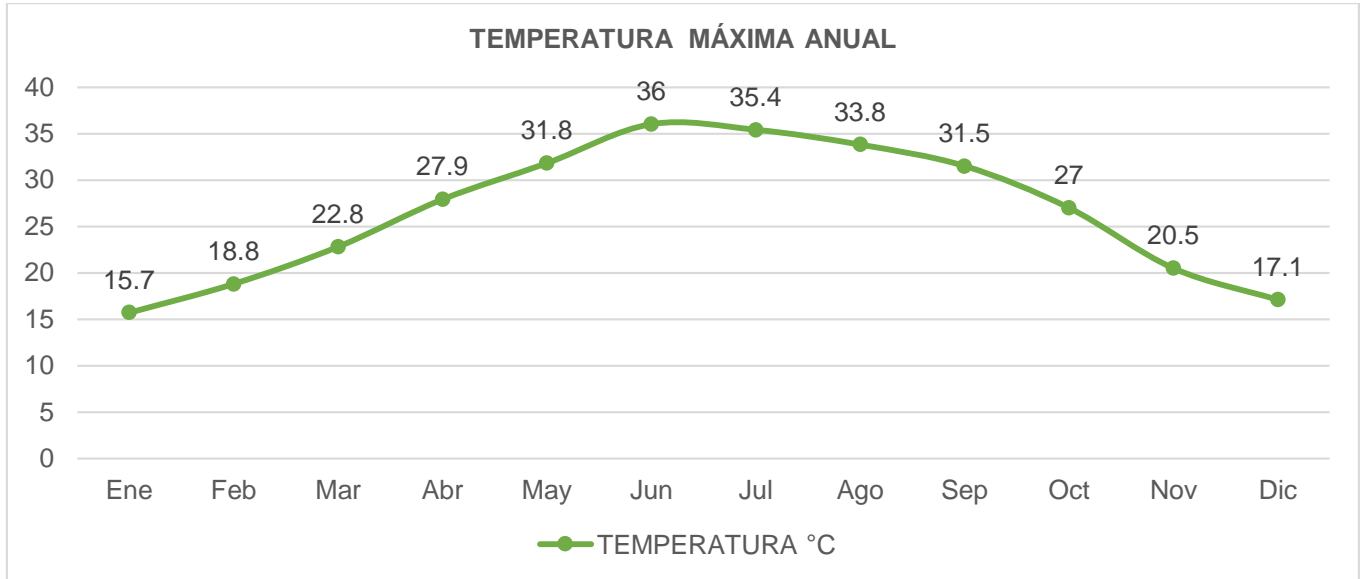


Figura IV.5 Temperaturas máximas mensuales, periodo 1951-2010. Referencia: <http://smn.cna.gob.mx>

La siguiente figura (**Figura IV.6**) muestra las temperaturas mínimas mensuales, para el periodo 1951-2010. En verano los meses más cálidos son de junio a agosto. En cambio, en invierno los meses más fríos son de diciembre a febrero con temperaturas mínimas de 0 a -2°C.

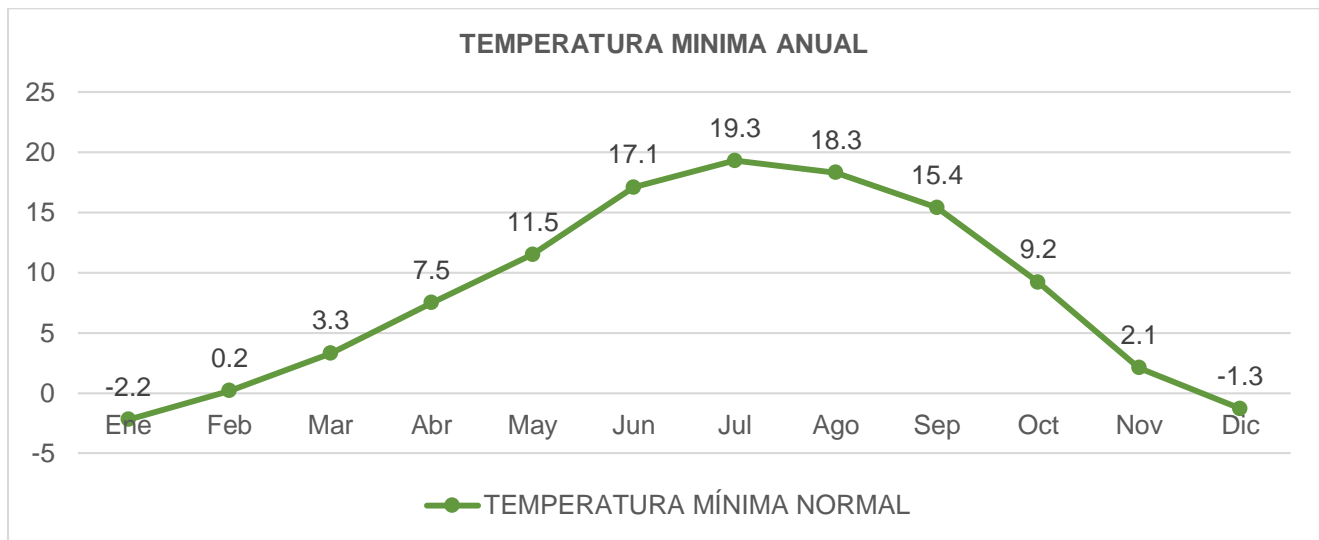


Figura IV.6 Temperaturas mínimas mensuales, periodo 1951-2010. Referencia: <http://smn.cna.gob.mx>



Precipitación

Según lo registrado en las Normales Climatológicas por la estación meteorológica en un periodo de 1951 a 2010 la precipitación media anual es de 311.9 milímetros.

De acuerdo con el rango de precipitación establecido por Vidal-Zepeda (1990) la precipitación media anual en el SAR va de los 125 a 400 milímetros, en la siguiente **Figura IV.7** se aprecia la precipitación media anual del SAR y áreas circundantes.

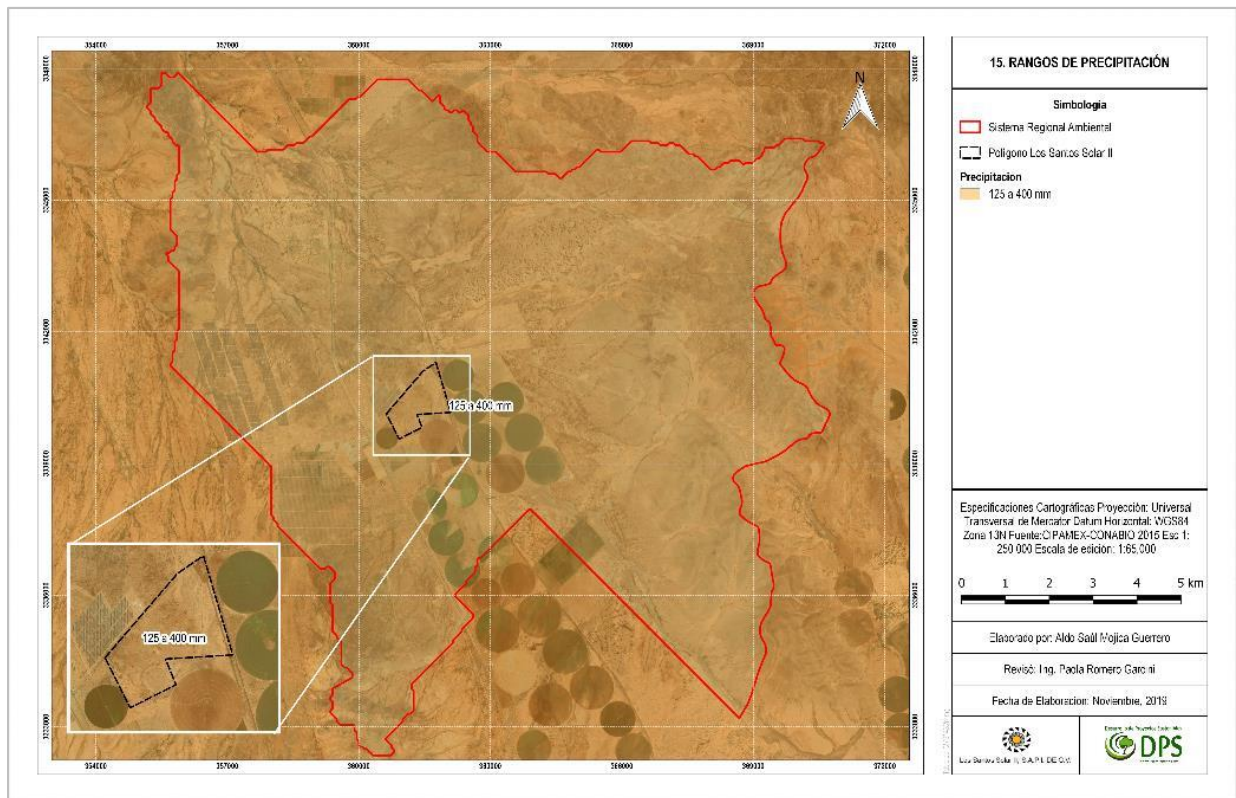


Figura IV.7 Rango de precipitación media anual en el SAR (Vidal-Zepeda, 1990).

La siguiente figura (**Figura IV.8**) muestra la precipitación máxima media mensual, en el periodo de 1951-2010, donde los meses julio y agosto presentaron las máximas precipitaciones con valores entre 65 y 73 mm, en cambio los meses de diciembre a abril, presentaron precipitaciones promedio máximas por debajo de los 20 mm.

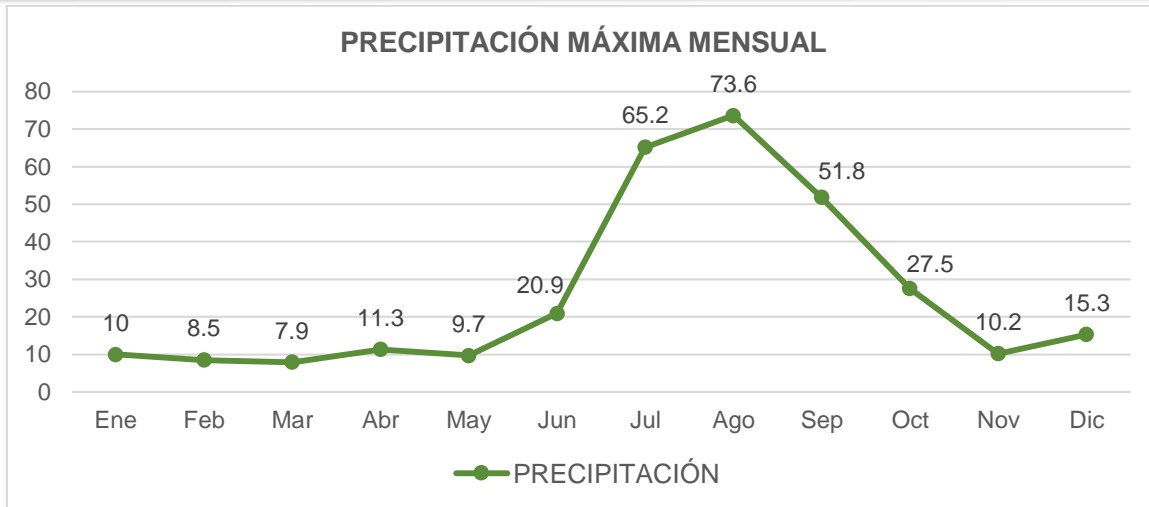


Figura IV.8 Precipitación máxima media mensual, periodo de 1951-2010 para el Municipio de Ahumada, Chihuahua. Referencia: <http://smn.cna.gob.mx>

Fenómenos meteorológicos

La información registrada por el Servicio Meteorológico Nacional en la estación 8455 Villa Ahumada, indica que en el área del SAR las probabilidades de niebla, granizo, y tormentas son muy bajas. Por lo tanto, el riesgo de fenómenos meteorológicos que pudieran afectar al proyecto o al SAR es de poca relevancia.



SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL													
NORMALES CLIMATOLÓGICAS													
ESTADO DE: CHIHUAHUA			PERIODO: 1951-2010										
ESTACION: 00008155 VILLA AHUMADA				LATITUD: 30°37'07" N.			LONGITUD: 106°30'44" W.			ALTURA: 1,200.0 MSNM.			
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA													
NORMAL	15.7	18.8	22.8	27.9	31.8	36.0	35.4	33.8	31.5	27.0	20.5	17.1	26.5
MAXIMA MENSUAL	19.7	22.4	27.3	32.7	35.7	39.7	39.4	38.0	34.7	30.6	24.7	32.0	
AÑO DE MAXIMA	1969	1962	1972	1969	1963	1969	1957	1962	1977	1968	1965	1962	
MAXIMA DIARIA	29.5	32.0	37.0	40.0	42.0	46.0	44.0	42.0	40.0	41.0	33.0	39.0	
FECHA MAXIMA DIARIA	28/1959	11/1962	08/1960	21/1965	28/1969	16/1957	28/1974	11/1957	01/1964	10/1975	01/1962	15/1962	
AÑOS CON DATOS	36	36	34	35	37	35	35	37	36	33	34	35	
TEMPERATURA MEDIA													
NORMAL	6.8	9.5	13.1	17.7	21.6	26.6	27.3	26.1	23.4	18.1	11.3	7.9	17.5
AÑOS CON DATOS	36	36	34	35	37	35	35	37	36	33	34	35	
TEMPERATURA MINIMA													
NORMAL	-2.2	0.2	3.3	7.5	11.5	17.1	19.3	18.3	15.4	9.2	2.1	-1.3	8.4
MINIMA MENSUAL	-5.6	-5.2	0.1	3.8	2.6	14.9	16.7	16.4	12.2	6.2	-0.2	-7.4	
AÑO DE MINIMA	1964	1964	1959	1973	1952	1988	1988	1979	1965	1970	1976	1976	
MINIMA DIARIA	-30.0	-14.0	-11.0	-10.0	-2.5	8.0	10.0	8.0	6.0	-5.0	-12.0	-14.0	
FECHA MINIMA DIARIA	11/1962	03/1972	04/1965	17/1976	23/1952	02/1959	28/1963	14/1979	28/1973	29/1970	29/1976	27/1976	
AÑOS CON DATOS	36	36	34	35	37	35	35	37	36	33	34	35	
PRECIPITACION													
NORMAL	10.0	8.5	7.9	11.3	9.7	20.9	65.2	73.6	51.8	27.5	10.2	15.3	311.9
MAXIMA MENSUAL	42.0	33.0	44.5	99.9	101.5	103.0	207.2	158.0	157.0	136.0	33.0	81.0	
AÑO DE MAXIMA	1981	1973	1958	1963	1992	1984	1991	1988	1974	1971	1968	1962	
MAXIMA DIARIA	18.0	18.0	15.0	99.9	31.0	55.0	63.0	64.0	51.0	62.0	22.5	32.0	
FECHA MAXIMA DIARIA	10/1992	21/1973	13/1985	25/1963	29/1972	20/1984	12/1991	24/1978	12/1972	03/1971	08/1974	02/1962	
AÑOS CON DATOS	36	36	33	35	37	35	35	37	36	33	34	35	
EVAPORACION TOTAL													
NORMAL													
AÑOS CON DATOS													
NUMERO DE DIAS CON LLUVIA													
NORMAL	2.7	2.0	1.9	1.5	2.1	3.0	7.7	9.0	6.1	3.7	2.1	3.0	44.8
AÑOS CON DATOS	36	36	33	35	37	35	35	37	36	33	34	35	
NIEBLA													
NORMAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.3
AÑOS CON DATOS	36	36	34	35	37	35	35	37	36	33	34	35	
GRANIZO													
NORMAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.5
AÑOS CON DATOS	36	36	34	35	37	35	35	37	36	33	34	35	
TORRENTA E.													
NORMAL	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.4	0.7	0.9	0.3	0.1	0.1	0.0	2.7
AÑOS CON DATOS	36	36	34	35	37	35	35	37	36	33	34	35	

Figura IV.9 Registros de la estación Villa Ahumada.

En la siguiente **Figura IV.10** se muestra la estadística de días con granizo con la información obtenida de la estación meteorológica 8155 Villa Ahumada, en el periodo 1951-2010. El mes con mayor presencia de granizo fue octubre.

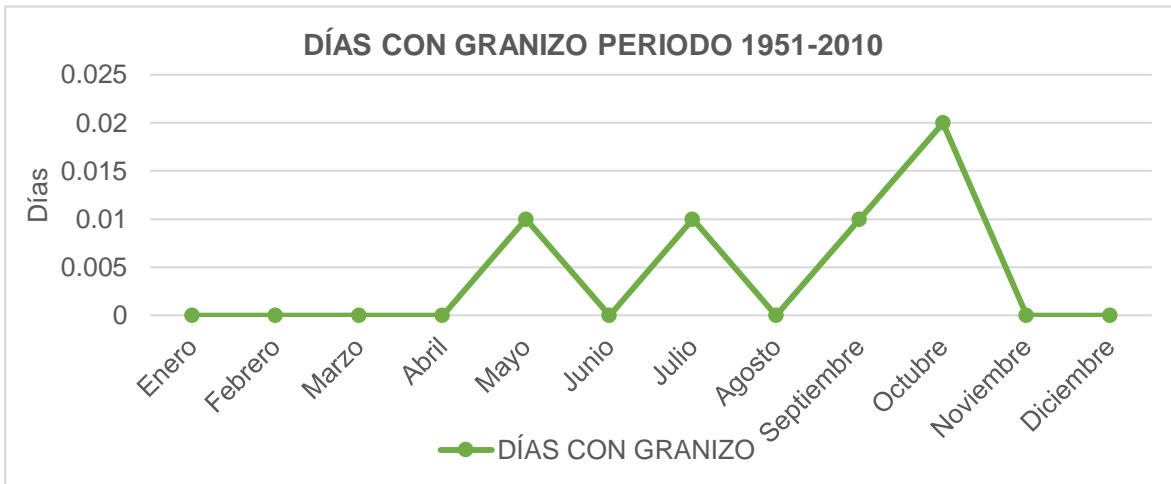


Figura IV.10 Días con granizo en el periodo 1951-2010.



Vientos dominantes

Los vientos dominantes provienen principalmente del noroeste y suroeste. Los vientos del suroeste suelen llevar una mayor velocidad durante el verano, mientras que en invierno son los provenientes del noreste los que provocan mayor frío. La siguiente figura (**Figura IV.11**) muestra la velocidad del viento para el periodo de 1993 a 2013 reportando una normal climatológica media anual de 12.93 km/h. La temporada de vientos fuertes coincide con la temporada de sequía que se presenta de noviembre a mayo, donde las condiciones atmosféricas propician sistemas de altas y bajas presiones generando vientos con ráfagas hasta de 80km/h.

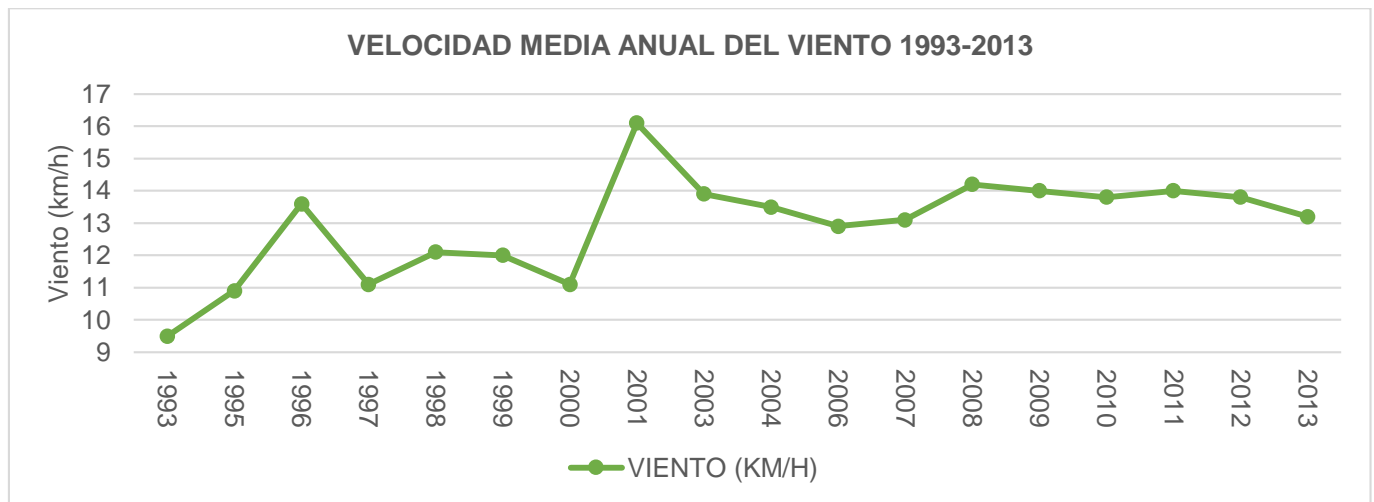


Figura IV.11 Velocidad media anual del viento periodo 1993-2013. Referencia: Datos reportados por la estación meteorológica: 761300 Villa Ahumada.

La presencia de tormentas de polvo en el estado de Chihuahua es de los fenómenos meteorológicos importantes en la región. Estos fenómenos toman lugar principalmente en el desierto chihuahuense dadas las condiciones meteorológicas: humedad y temporadas de vientos fuertes; las condiciones del terreno: extensiones planas, abundancia de sedimentos finos erosionables y poca vegetación. Estas tormentas generan un deterioro constante de la calidad del aire provocando alteraciones climáticas como cambios en la temperatura, absorción y dispersión de la radiación solar, formación de nubes, etc. (**Figura IV.12**).

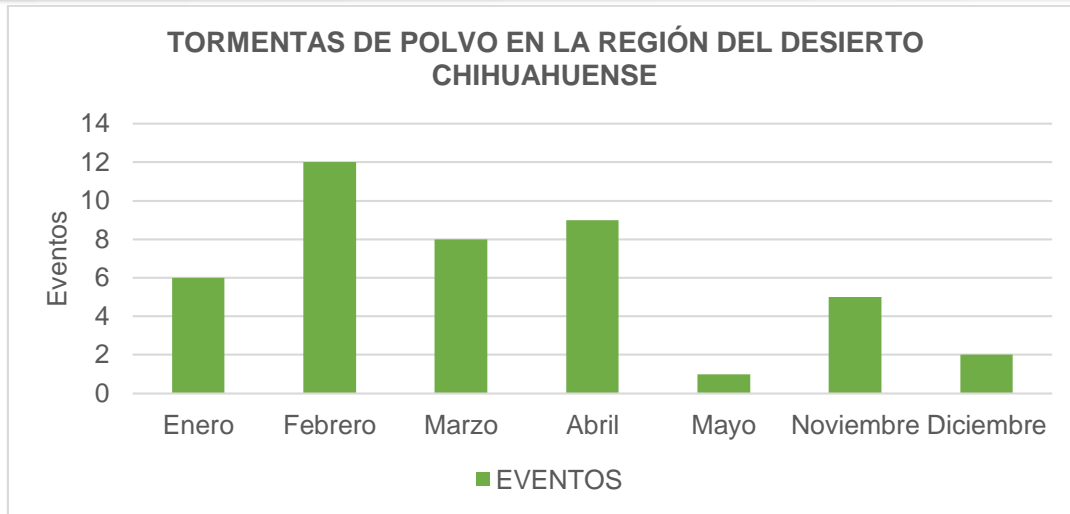


Figura IV.12 Tormentas de polvo en la región del desierto Chihuahuense representados por mes, (periodo 2004-2013), Referencia: Identificación de Fuentes Emisoras de Aerosoles Minerales, su Frecuencia y Prevalencia en la Parte Centro-Norte del Desierto Chihuahuense (Arauz *et al.*, 2013).

Geología

Para comprender el origen geológico del área de estudio, es necesario remontarse al proceso de formación de la Sierra Madre Oriental.

La Sierra Madre Oriental es una cordillera cuyo relieve se debe a la deformación de rocas mesozoicas y de su complejo basal, que fueron levantados, comprimidos y transportados hacia el noreste, formando pliegues y cabalgaduras durante la Orogenia Laramide.

La tectónica y magmatismo en el Terciario de las provincias geológicas de la región fueron regidas por la convergencia de la placa Farallón a lo largo de la margen occidental de la Placa Norteamericana y comprenden la parte Sur del Rift del Río Grande fue precedido por la compresión Laramídica y del volcanismo extenso relacionado a la subducción durante el Cretácico Tardío – Paleógeno (Chapin y Cather, 1994; Keller y Baldrige, 1999).

La faja del magmatismo alcalino terciario de Texas y México se extiende desde la Provincia Magmática de Trans – Pecos, en el Oeste de Texas, hasta la Provincia Alcalina Oriental Mexicana (PAOM), en México (Bloomfield y Cepeda – Dávila, 1973; Robien y Tournon, 1978; Cantagrel y Robin, 1979; Hamblock, 2002) (**Figura IV.13**).

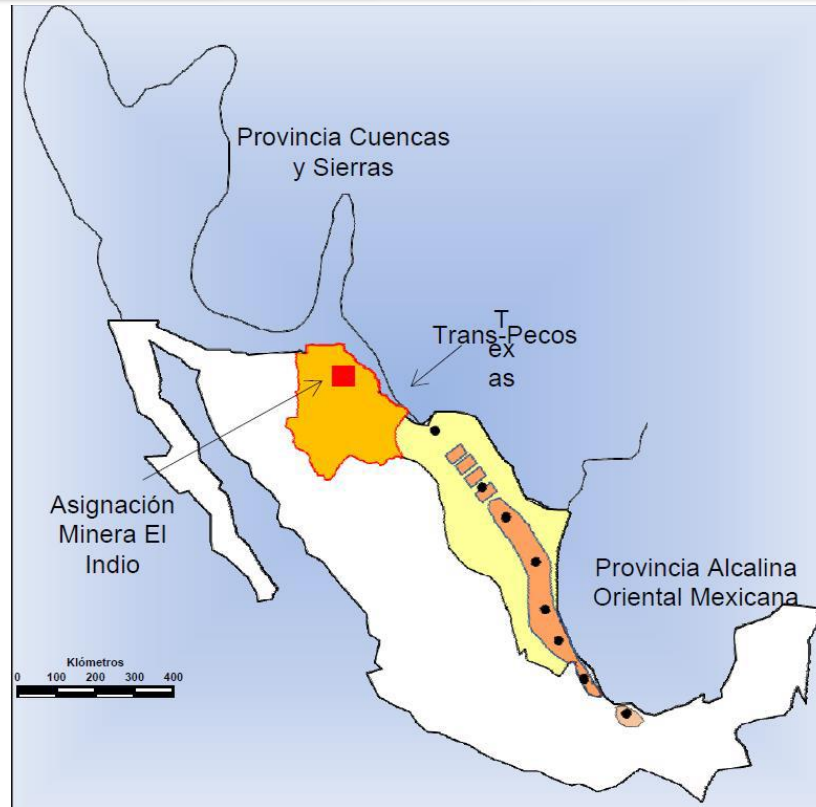


Figura IV. 13 Extensión de la Provincia Magmática de Trans – Pecos.

La continuación meridional de la Provincia Magmática de Trans – Pecos (PMTP) en México (Robin y Tournon, 1978), representada por la PAOM, se extiende casi 2,000 km desde Chihuahua y Coahuila hasta Veracruz, y abarca la mayor parte de los cuerpos ígneos alcalinos en México. Las rocas ígneas en la PAOM se presentan principalmente como cuerpos intrusivos e hipabisales, cuyas edades varían de 43 a 3.1 ± 0.1 Ma (Hamblock, 2002).

Baker *et al.*, 1987 consideran a esta provincia como una probable extensión hacia el Sur de la Provincia Magmática de Trans – Pecos, localizada en Texas y Nuevo México, cuya máxima manifestación magmática ocurrió hace 48 – 17 Ma. El magmatismo de la PAOM se generó como respuesta a la evolución geodinámica del Noreste de México en el Terciario, bajo la influencia de márgenes de placas tectónicas, deducido por la existencia de rocas con características geoquímicas típicas para zonas de subducción e intraplaca.

Existe una secuencia vulcano – sedimentaria distribuida en el sector centro poniente del estado de Chihuahua, en la región de Yepachic – Tutuaca que se extiende hacia la porción centro norte de Sonora, en las regiones de Chínipas y Témoris.

Los trabajos cartográficos han permitido dividir la secuencia en tres miembros: en el sector de Yepachic–Tutuaca, el inferior constituido por una alternancia de conglomerado polimíctico (compuesto



por fragmentos angulares a redondeados de andesita, dacita, traquita, basalto, pórfido andesítico, granito y granodiorita), con derrames de andesita en estratos gruesos, que pasa transicionalmente al miembro intermedio, conformado por estratos delgados a medianos de arenisca – andesita – toba andesítica que están cubiertos, de forma transicional, por una serie de horizontes de arenisca, limolita, pedernal y lentes de caliza con algas estromatolíticas.

En el caso específico del SAR, corresponde a la Formación Ahumada, la cual consiste en 352 m de un paquete no resistente de alternancia irregular de caliza gris a oscuro y lutita calcárea de estratificación delgada a mediana. Es divisible en tres partes: La parte inferior es caliza negra de grano fino de estratificación delgada con intercalaciones de lutita negra; la parte media es caliza negra de grano fino de estratificación delgada con intercalaciones delgadas de lutita gris calcárea.

El desierto de Chihuahua tiene una elevación en su mayoría por encima de los 1000 m del nivel del mar. El punto más bajo del desierto de Chihuahua es el valle Rio Grande a 300 m sobre el nivel del mar, mientras que los picos más altos en este desierto alcanzan los 3000 m sobre el nivel del mar. En general el SAR se encuentra en una zona de rocas aluviales, con presencia de latita, traquita, rocas basálticas y conglomerados. En particular el proyecto se emplaza sobre una zona de rocas basálticas con sedimentos aluviales. En la zona noroeste del SAR predominan florecimientos de traquita y latita con algunas partes de roca aluvial. Mientras que en la parte sur del SAR es el único lugar del SAR donde se presentan las rocas Riolita-Toba ácida y la Toba ácida. En esta área predomina, junto con los tipos de roca antes mencionados, el basalto.

Fallas y fracturas

En geología, una falla es una fractura o zona de fracturas a lo largo de la cual ha ocurrido un desplazamiento relativo de los bloques paralelos a la fractura. Esencialmente, una falla es una discontinuidad que se forma debido a la fractura de grandes bloques de rocas en la tierra cuando las fuerzas tectónicas superan la resistencia de las rocas.

La zona de ruptura tiene una superficie generalmente bien definida denominada plano de falla y su formación va acompañada de un deslizamiento tangencial de las rocas respecto a ese plano.

Cuando la actividad en una falla es repentina y brusca, se puede producir un gran terremoto, provocando incluso una ruptura en la superficie terrestre. Lo que genera y se evidencia en la superficie del terreno es una forma topográfica llamada escarpa de fallas. Estos vestigios de la falla en la superficie tienden a desaparecer por la acción de la erosión, provocados por la lluvia y el viento, y por



la presencia de vegetación o actividad humana. (Instituto Nacional de Prevencion Sismica INPRES, 2017).

Según la información presentada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el Sistema Ambiental no cuenta con presencia de fallas y fracturas que pudieran afectar al proyecto o al mismo SAR.

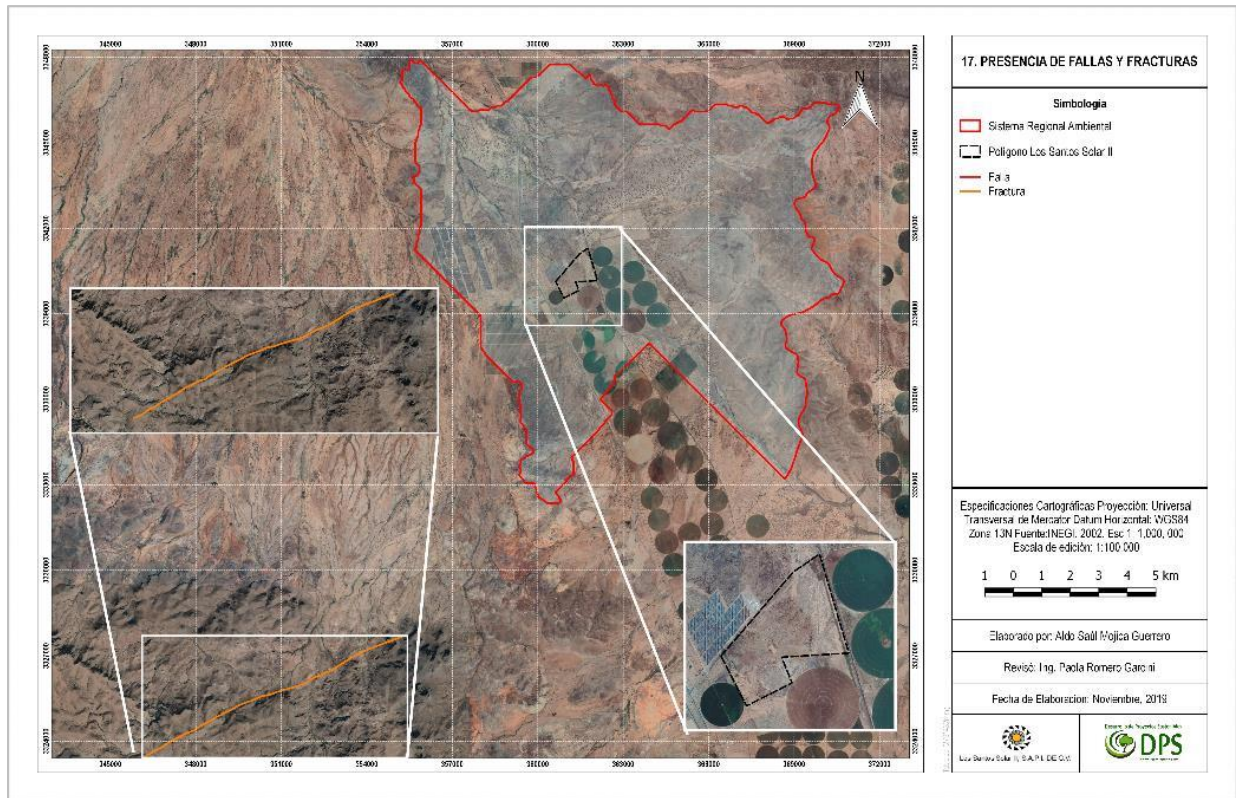


Figura IV.14 Presencia de fallas y fracturas

Geomorfología

El SAR pertenece a la provincia fisiográfica Sierras y Llanuras del Norte (**Figura IV.15**), dentro de esta provincia el SAR se establece en la subprovincia fisiográfica Llanuras y Médanos del Norte (**Figura IV.16**).

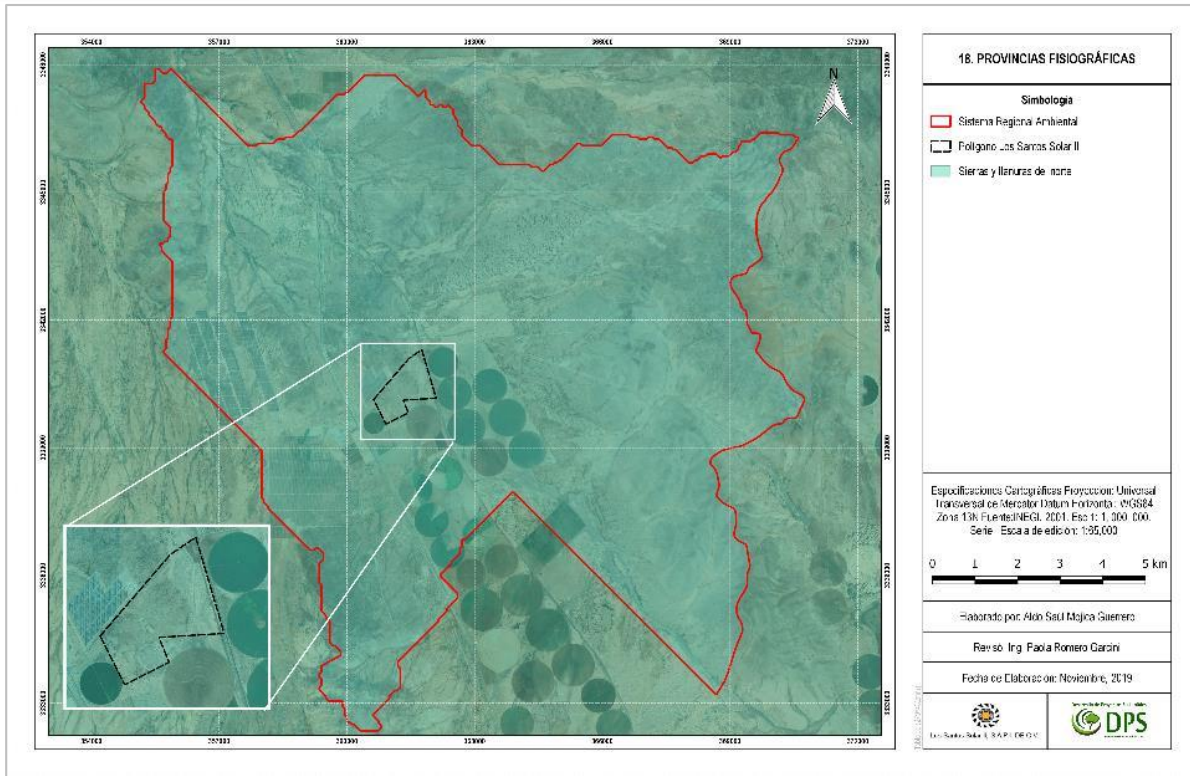


Figura IV.15 Provincia fisiográfica en el SAR.

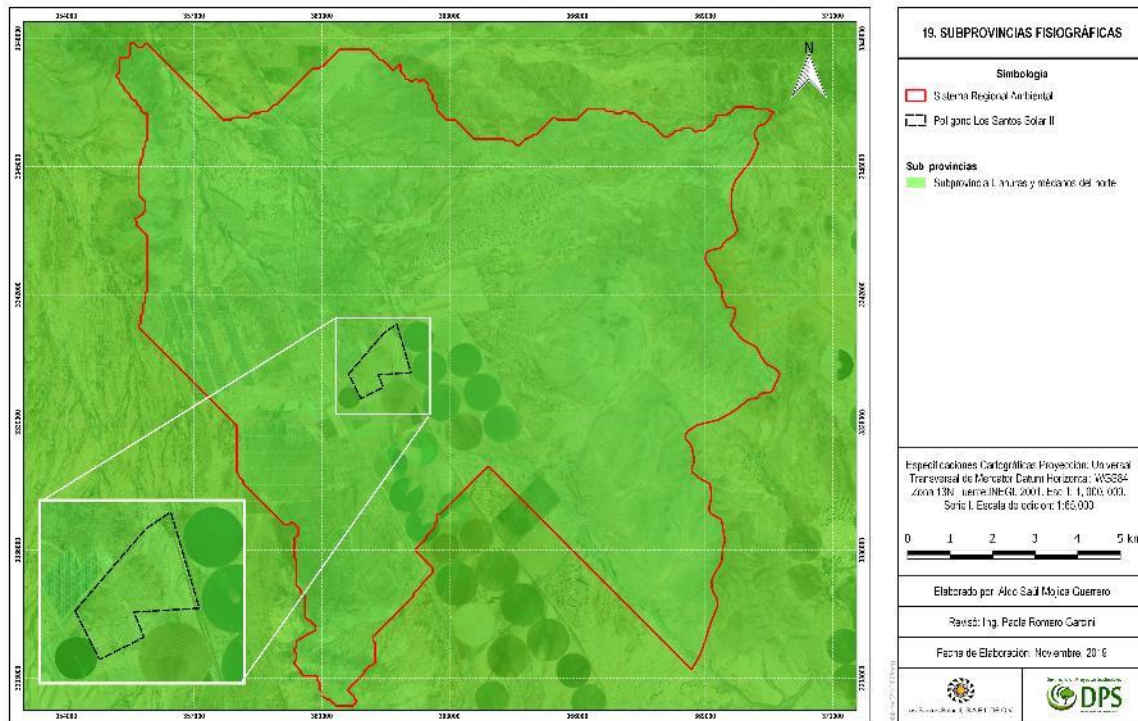


Figura IV.16 Subprovincia fisiográfica en el SAR.



De acuerdo al INECC la provincia fisiográfica Sierras y Llanuras del Norte llega hasta parte de los EE.UU y se encuentra en un ambiente árido y semiárido. Las sierras bajas y abruptas divididas por bajadas y grandes planicies. En esta provincia predominan las cuencas endorreicas las cuales en algunos sitios son salinas y llegan a formar lagos temporales. Esta provincia abarca parte de la cuenca del afluente del río Bravo, el río Conchos y el Bolsón de Mapimí.

La subprovincia de Llanuras y Médanos del Norte abarca 17.42% del estado de Chihuahua y está conformada por las siguientes topoformas de acuerdo a INEGI: Sierra plegada, sierra escarpada; lomerío escarpado, lomerío escarpado con bajadas; Bajada típica; Llanura aluvial, llanura aluvial con piso rocoso y cementado, llanura desértica con piso rocoso y cementado, llanura aluvial inundable, llanura aluvial salina, llanura desértica salina, llanura aluvial inundable y salina, llanura aluvial con piso rocoso o cementado e inundable, llanura aluvial y lomerío con piso rocoso o cementado; valle aluvial, valle aluvial intermontano; campo de dunas.

Topografía

Las topoformas que se presenta a nivel SAR son Bajada y Lomerío. La topoforma que predomina es la bajada con lomerío en casi todo el SAR y esta topoforma abarca también toda el área del proyecto. Al este del SAR el lomerío es la topoforma que predomina. En la **Figura IV.17** podemos observar las topoformas presentes en el Sistema Ambiental.

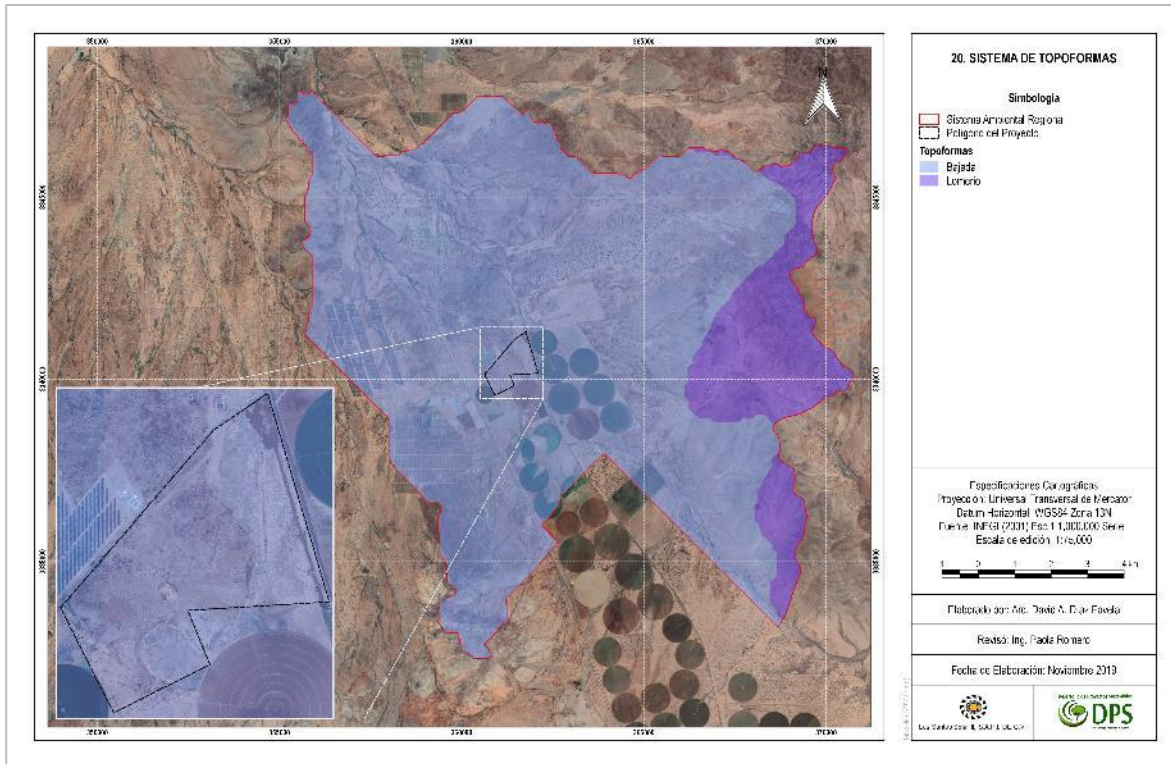


Figura IV.17 Topoformas en el SAR.

A nivel SAR se presenta un relieve originado inicialmente por procesos endógenos, con dominancia de los tectónicos, pero que se encuentran modelado por procesos exógenos destructivo-acumulativos, fluviales, eólicos y lacustres. El relieve corresponde a montañas plegadas de orientación al noroeste, localmente distorsionadas por emplazamientos de pequeños cuerpos intrusivos.

Sobrepuesto a este relieve se expone un relieve de montañas y mesas piroclásticas y lávico piroclásticas sumamente disectadas. El conjunto de ambos relieves se presenta en bloques afallados en dos direcciones regionales, al noroeste y al noreste, provocando frecuentes escarpes. El intenso modelado del relieve es evidentemente notable con la actividad erosivo-acumulativa como responsable de la conformación actual del paisaje, a través de la notable disección observada en las montañas y elevaciones, de los persistentes y amplios abanicos aluviales localizados en los piedemontes de la mayoría de ellos, así como por las extensas planicies aluviales, en parte de las cuales se desarrollan depósitos lacustres y eólicos.

De acuerdo con el ciclo geomorfológico de Davis, el área se encuentra en una etapa de madurez avanzada.

Esta condición del relieve representa un bajo potencial de transferencia de materia, energía e información debido al predominio de pendientes tendidas dentro de todo el SAR, ya que las bajadas se



presentan como topoforma dominante. Estas topoformas presentan una morfología ligeramente ondulada, de escasa pendiente que oscila del 0 al 1%, es decir casi nula; las máximas son de 1 al 15% de pendiente y se registran en la zona de lomeríos, así como en el piedemonte incipiente de la sierra plegada al límite suroeste del SAR. De esta manera, los procesos que predominan en este tipo de topoformas son los denudativos, es decir, aquellos de carácter areal, derivado de sus origen geológico-geomorfológico, el gradiente de pendiente y condiciones climáticas mesorregionales. Razón por la cual, también son de muy baja intensidad.

Elevaciones

Acorde al modelo de elevación, en el SAR existe un rango de elevación entre 1300 a 1775 metros sobre el nivel del mar. El rango 1400 a 1425 msnm es el que se presenta en mayor superficie del SAR ocupando el 26.81%, el rango que presenta una menor área dentro del SAR (0.003%) es el que va de los 1750 a 1775 msnm.

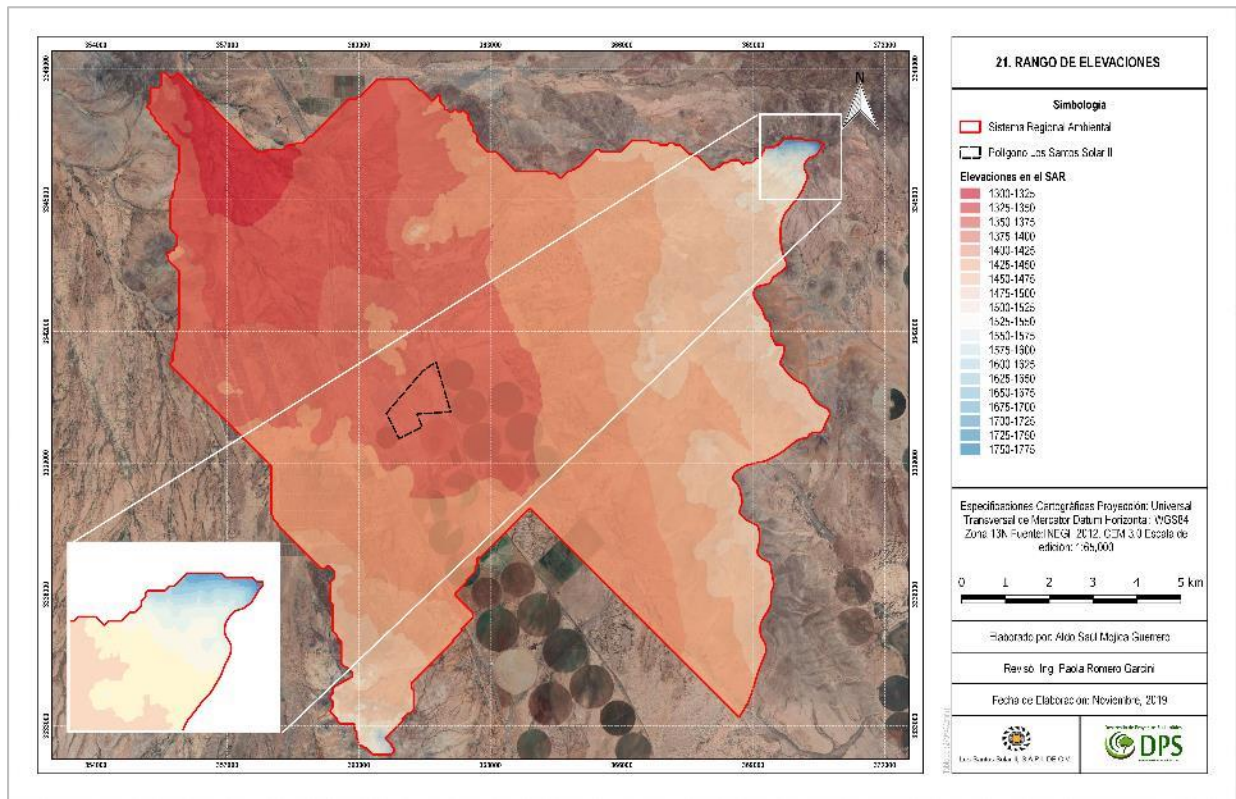


Figura IV.18 Elevaciones en el SAR.



Tabla IV.1 Rango de elevaciones dentro del SAR.

Altitud (msnm)	Superficie (Has)	Porcentaje
1300-1325	3.030194	0.02%
1325-1350	436.994868	3.04%
1350-1375	1,689.447400	11.76%
1375-1400	3,300.858452	22.98%
1400-1425	3,851.980799	26.81%
1425-1450	2,084.192442	14.51%
1450-1475	1,822.983350	12.69%
1475-1500	834.922714	5.81%
1500-1525	196.470259	1.37%
1525-1550	64.498040	0.45%
1550-1575	28.006544	0.19%
1575-1600	13.836233	0.10%
1600-1625	11.734073	0.08%
1625-1650	8.057101	0.06%
1650-1675	6.782151	0.05%
1675-1700	4.164598	0.03%
1700-1725	5.345268	0.04%
1725-1750	2.110744	0.01%
1750-1775	0.462346	0.003%
TOTAL	14,365.877578	100.00%

Exposición

Dentro del SAR la exposición que abarca más terreno es exposición Oeste que corresponde aproximadamente el 43.59%, seguido se encuentra la exposición Norte, la cual cubre alrededor del 34.36% de la superficie del SAR; la exposición Sur comprende el 12.02% del SAR, la exposición Este representa el 10.03% del SAR.

Para el área del proyecto la exposición Este cubre el 53.75%, el 37.10% corresponde a exposición Oeste, la exposición Sur abarca el 4.37% y por último la exposición Norte comprende el 4.77%.

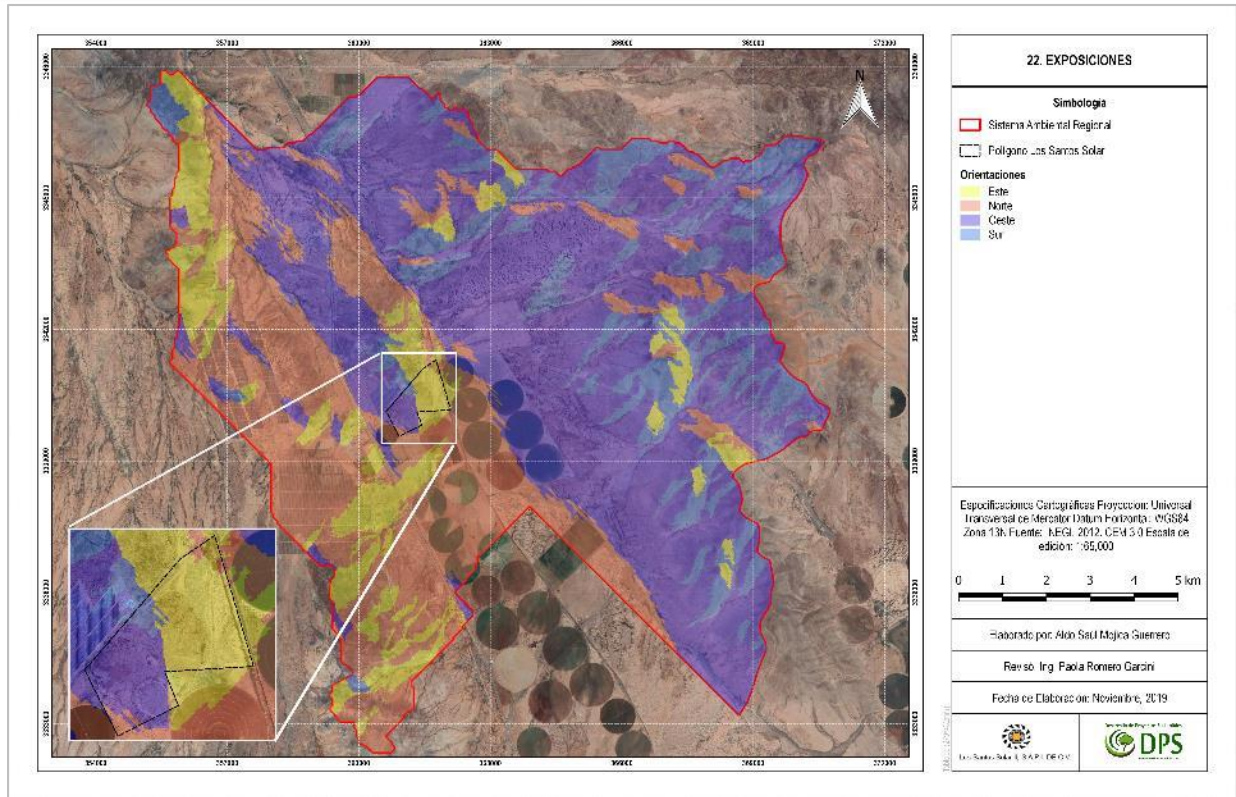


Figura IV.19 Exposiciones en el SAR.

Pendientes

El SAR presenta aproximadamente un rango de pendiente desde $<1^\circ$ hasta 30° , es decir, entre pendientes planas hasta pendientes muy fuertemente inclinadas, el 90.90% de la superficie del SAR presenta una pendiente muy suavemente inclinada de $<1^\circ$ - 3° , el 3.11% del SAR presenta pendientes suavemente inclinadas de 3° a 5° , las pendientes ligeramente inclinadas que van de 5° a 10° ocupan el 4.93% del Sistema Ambiental, el 0.31% lo ocupan las pendientes ligeras o medianamente inclinadas (de 10° a 15°) y por último el 0.76% del SAR es ocupado por pendientes fuertemente inclinadas que van de 20° a 30° .

El área total del CUSTF es ocupado por pendientes planas a muy suavemente inclinadas, las cuales van de $<1^\circ$ a 3° .

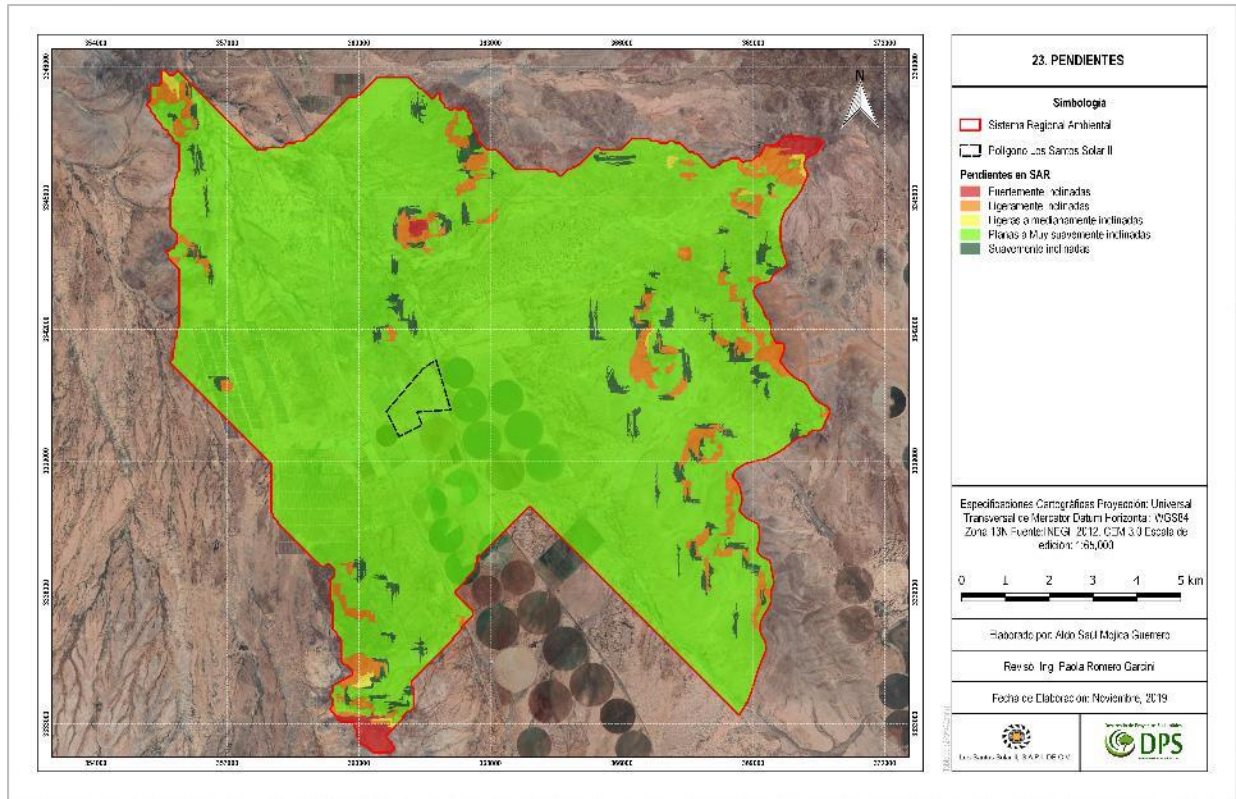


Figura IV.20 Pendientes en el SAR.

Tabla IV.2 Rango de pendientes dentro del SAR.

Nombre	Superficie (Has)	Porcentaje
2-Pendientes Planas a Muy suavemente inclinadas (<1°-3°)	13,057.867379	90.90%
3-Pendientes suavemente inclinadas (3°-5°)	446.536795	3.11%
4-Pendientes ligeramente inclinadas (5°-10°)	707.653234	4.93%
5-Pendientes ligeras a medianamente inclinadas (10°-15°)	44.753889	0.31%
7-Pendientes Fuertemente Inclinadas (20°-30°)	109.066282	0.76%
TOTAL	14,365.877578	100.00%

Susceptibilidad de la zona a sismicidad, colapsos, inundaciones, movimiento en masa, y posible actividad volcánica

Sismicidad

De acuerdo al Conjunto de Datos del Inventario Nacional de Fenómenos Geológicos escala 1:250000 no se tienen registro de sismos dentro de la superficie del SAR ni en sus alrededores.



Cabe mencionar que dentro del Catálogo de Sismos del Servicio Sismológico Nacional (SNN) no se tiene registrado ningún sismo (en un periodo de 2006-2016) para el área de influencia del SAR. De manera que no hay posibilidad que el proyecto se vea afectado por este fenómeno.

Colapsos

Como se puede apreciar en la **Figura IV.21**, no se han presentado colapsos en el SAR ni en las proximidades; por tanto, no habrá afectación al proyecto por colapsos.

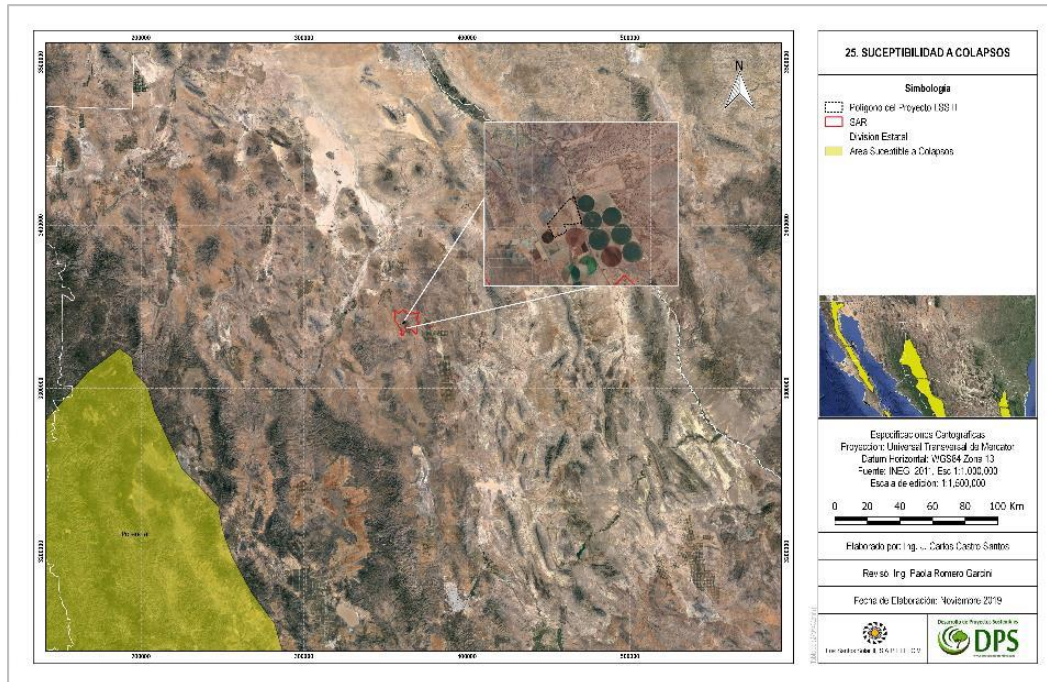


Figura IV.21 Colapsos registrados en el estado de Chihuahua (INEGI,2012).

Inundaciones

De acuerdo a los Datos del Inventario Nacional de Fenómenos Geológicos Escala 1:250,000 (INEGI, 2012) no se tiene reportado ninguna inundación para el SAR (**Figura IV.22**), no obstante, en el Plan de Contingencia para la Temporada de Lluvias 2015 elaborado por la Coordinación Estatal de Protección Civil se describe dentro del diagnóstico de peligro que para el municipio de Ahumada en la localidad de Moctezuma se han presentado inundaciones por desbordamiento del arroyo cercano a la comunidad lo que provoca que se queden incomunicados; cabe mencionar que las corrientes intermitentes que se ubican dentro del área del proyecto no son parte tributaria del arroyo que fluye por detrás del pueblo, si este arroyo ha causado desbordamiento en la localidad de Moctezuma se debe a que su área de captación es muy extensa; por tanto la ejecución del proyecto no incidirá en el volumen de agua que fluye por el arroyo intermitente que se encuentra detrás del pueblo.

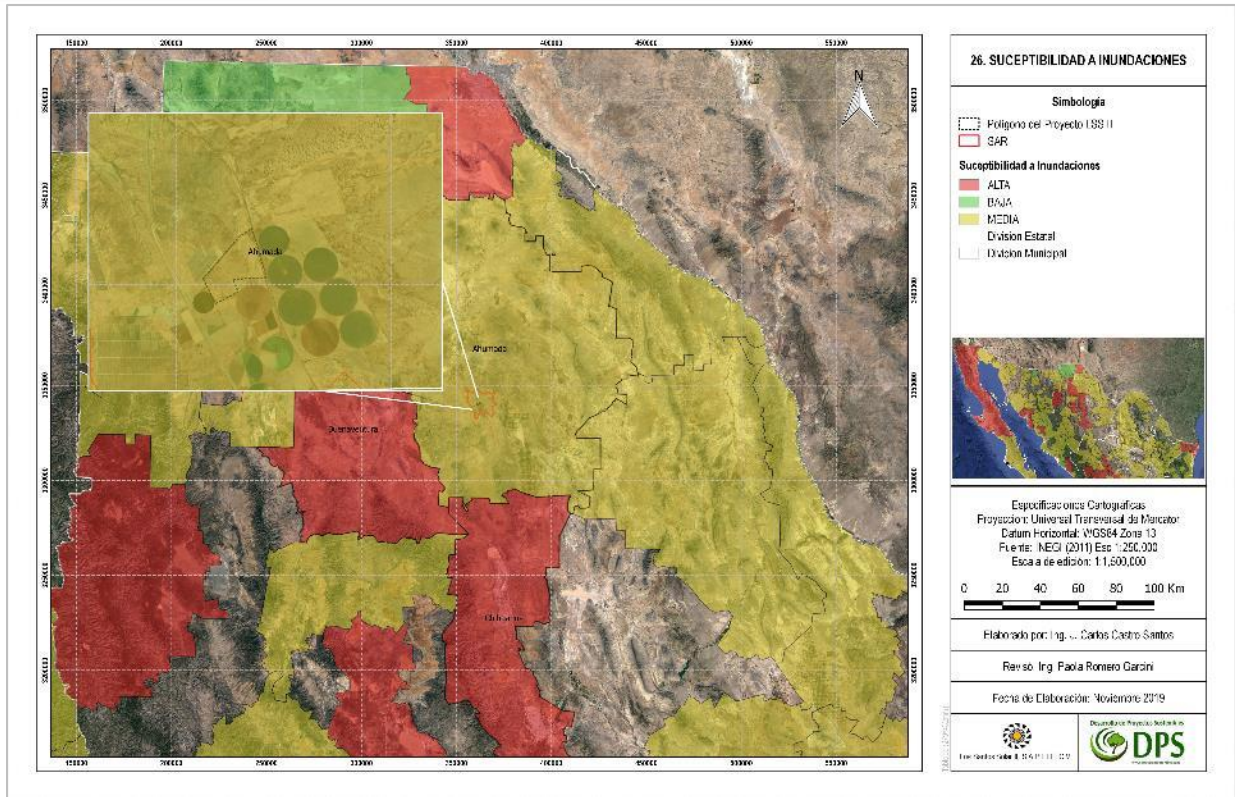


Figura IV.22 Inundaciones registradas en el Estado de Chihuahua (INEGI,2012).

Movimiento en masa

En la **Figura IV.23** se puede apreciar que dentro del SAR no se presenta ningún desplazamiento del terreno por lo que no habrá afectación al proyecto por este tipo de evento.

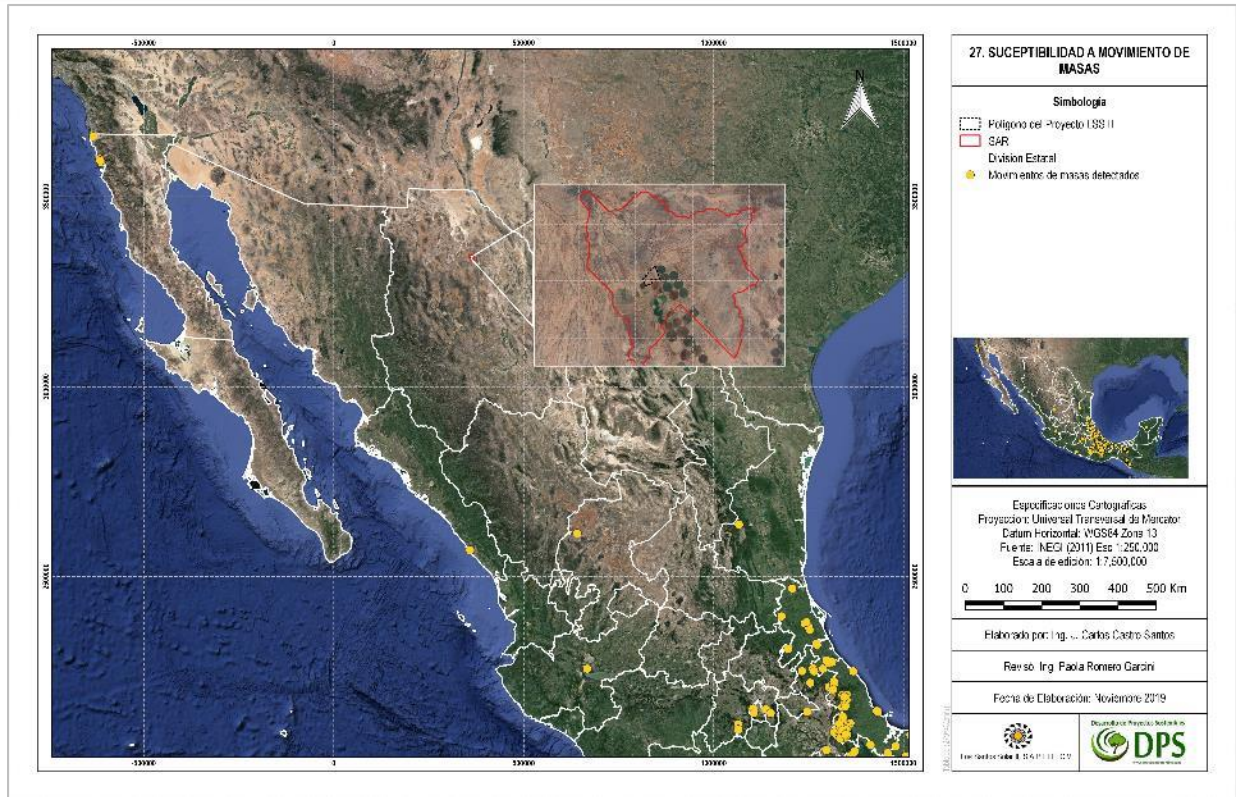


Figura IV.23 Susceptibilidad a movimientos en masa

Regiones Prioritarias CONABIO

En México se han identificado áreas que poseen características biológicas y ambientales que las hacen prioritarias para la conservación de la biodiversidad del país. Esta regionalización se ha hecho para el ámbito terrestre (Áreas Naturales Protegidas, Regiones Terrestres Prioritarias), marino (Regiones Prioritarias Marinas) e hidrológico (Regiones Hidrológicas Prioritarias, Sitios RAMSAR). Es importante enfatizar que se analizó cada una de estas regiones y como se explica en los siguientes párrafos, ninguna de las Áreas Prioritarias de Conservación se verá afectada por la implementación del proyecto.

Áreas Naturales Protegidas

El Sistema Ambiental Regional no se encuentra dentro de ningún Área Natural Protegida, el área más cercana es Médanos de Samalayuca con aproximadamente 100 km de distancia (**Figura IV.24**)

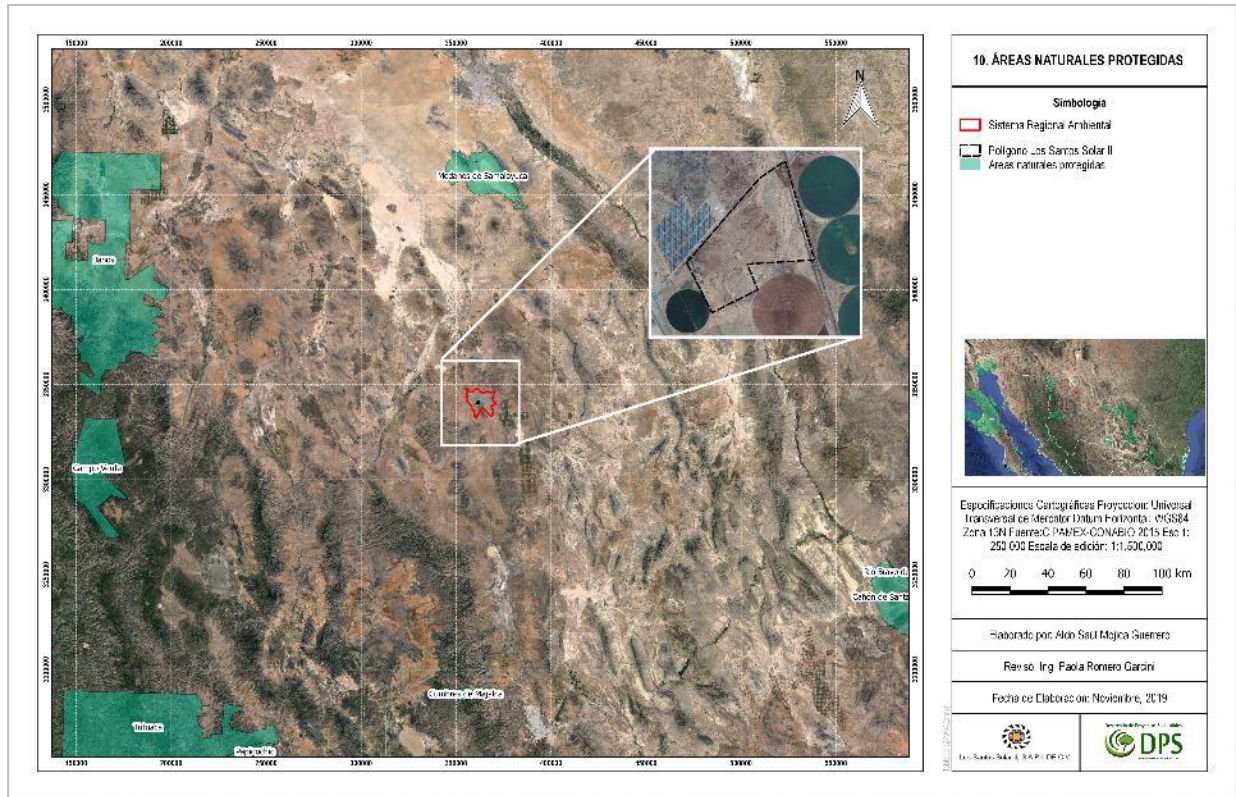


Figura IV.24 Ubicación del SAR en torno a las Áreas Naturales Protegidas

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Como se puede apreciar en la **Figura IV.25** el SAR no se encuentra ubicada dentro de ninguna RTP, las regiones más próximas son: al sur RTP 47 Sierra del Nido-Pastizal de Flores Magón y al oeste RTP 46 Pastizales del norte del río Santa María, al norte se encuentra RTP 48 Médanos de Samalayuca (**Tabla IV.3**)

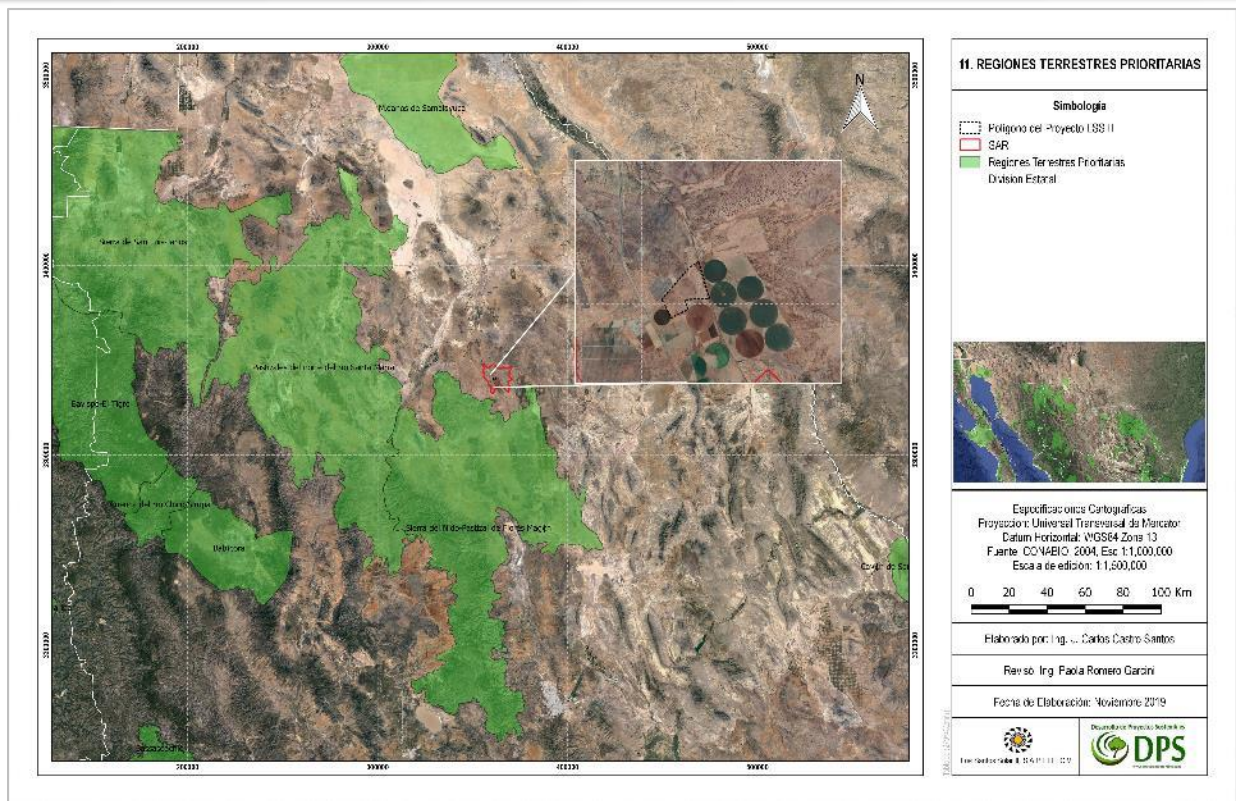


Figura IV.25 Ubicación del SAR en torno a las Regiones Terrestres Prioritarias.

En la siguiente **Tabla IV.3** se presentan la distancia del SAR con respecto a las RTP:

Tabla IV.3 Distancias existentes entre las RTP y el SAR.

Regiones terrestres prioritarias	Porcentaje de la región dentro del SAR (%)	Distancia aproximada respecto al SAR (km)
RTP 47 Sierra del Nido-Pastizales de Flores Magón	0	32.81
RTP 46 Pastizales del Norte del Río de Santa María	0	54.45
RTP 48 Médanos de Samalayuca	0	103.08

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's)

El SAR no tiene interacción con ninguna AICA; las AICA's más próximas al SAR son: Sierra del Nido aproximadamente a 32 km y Laguna Bustillos a 130 kilómetros, por lo que el proyecto no tendrá injerencia alguna en las condiciones actuales y futuras para el funcionamiento de esta región (**Figura IV.26**).

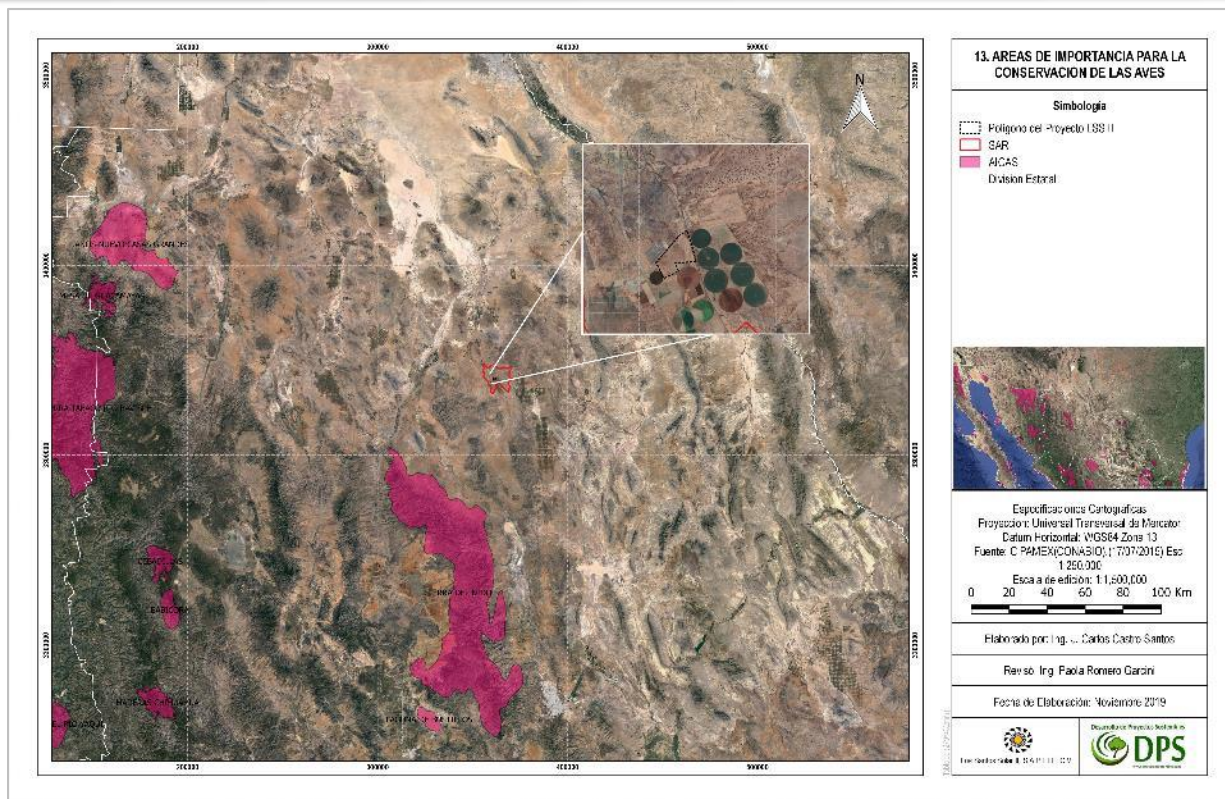


Figura IV.26 Ubicación del SAR en torno a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

Existen varias Regiones Hidrológicas Prioritarias que rodean al SAR, sin embargo, todos mantienen una distancia mayor a 67 km. La gran llanura donde se emplaza el SAR y las serranías que la interrumpen son las que definen un bajo aporte y de entrada de humedad de toda la región fisiográfica denominada Sierras y Llanuras del Norte.

Por lo anterior, el proyecto no tendrá interacción alguna con las Regiones Hidrológicas Prioritarias existentes (Figura IV.27), en la Tabla IV.4 se presenta la relación del SAR con las regiones hidrológicas prioritarias.

Tabla IV.4 Relación del SAR con respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias.

Regiones hidrológicas prioritarias	Porcentaje de la región dentro del SAR (%)	Distancia aproximada respecto al SAR (km)
Cuenca Alta del Río del Carmen	0	75.0
Cuenca Alta del Río Sta. María	0	96.2
Samalayuca	0	121.4
Río Bravo Internacional	0	121.6



Regiones hidrológicas prioritarias	Porcentaje de la región dentro del SAR (%)	Distancia aproximada respecto al SAR (km)
Cuenca baja del Río Conchos	0	105.7

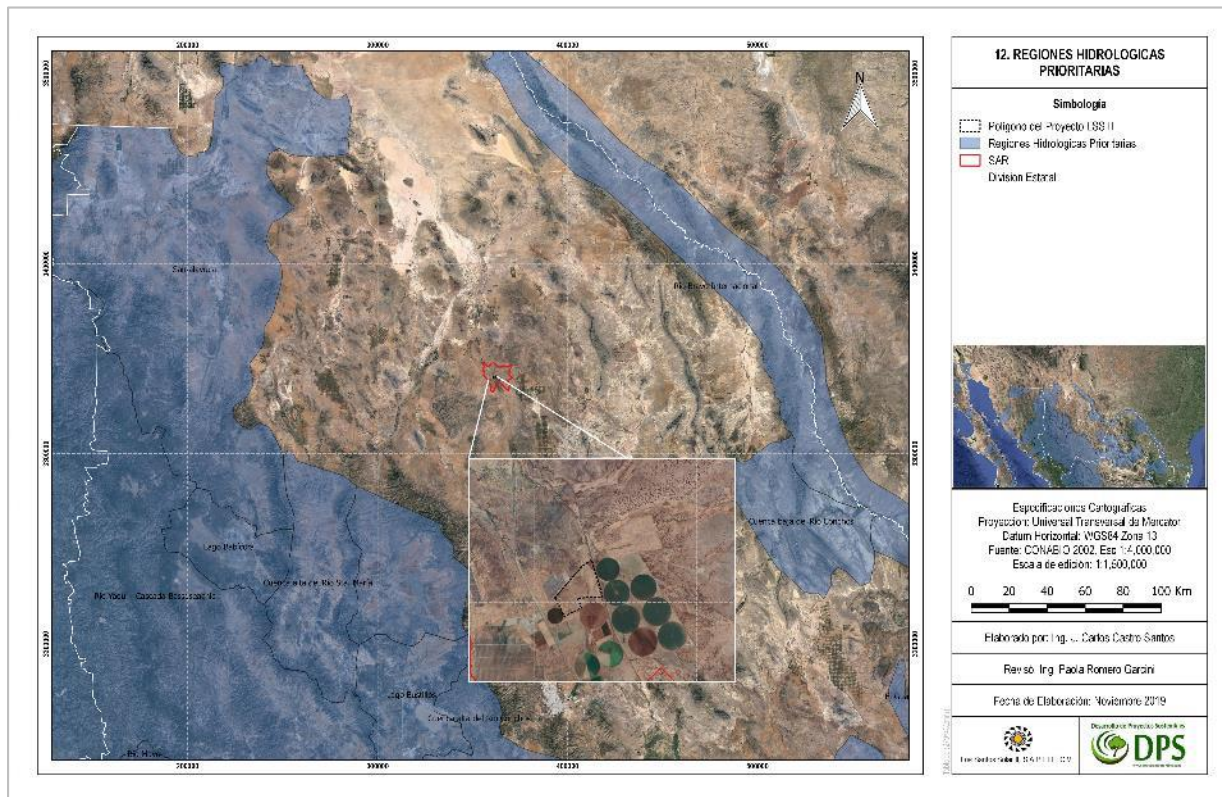


Figura IV.27 Localización del SAR en relación a las Regiones Hidrológicas Prioritarias.

De esta manera, dichos instrumentos no restringen en definitiva la construcción del proyecto, en virtud de que la designación de un sitio como tal representa en sí mismo un compromiso intrínseco de conservación, el desarrollo del proyecto no pondrá en riesgo, ni incrementará la problemática actual que cada una de ellas presenta, asimismo tampoco tendrán interacción alguna con el proyecto propuesto debido a la ubicación de este con respecto a cada una de las regiones analizadas.

Suelos

El Sistema Ambiental Regional presenta 8 tipos de suelo de acuerdo con el Conjunto de Datos Vectorial Edafológico Escala 1:250,000 Serie I (INEGI, 2007). En la **Tabla IV.5** se detalla la unidad de suelo dominante, la superficie que abarca de acuerdo a la superficie del SAR.

Cabe mencionar que aproximadamente el 20.87 % del área del proyecto presenta la unidad edafológica Leptosol calcárico, seguido casi con el mismo porcentaje con 20.74% por la unidad edafológica Regosol



yérmico, con 19.63% del área se encuentra la unidad edafológica Regosol esquelético epi calcárico, el 16.13% corresponde a Cambisol yérmico, la unidad edafológica Luvisol háplico ocupa el 9.64% del total de la superficie del SAR, con menores porcentajes se encuentran las unidades edafológicas Regosol calcárico y Leptosol calcárico con 5.93% y 4.20% respectivamente, por ultimo con 2.86% se encuentra Calcisol yérmico.

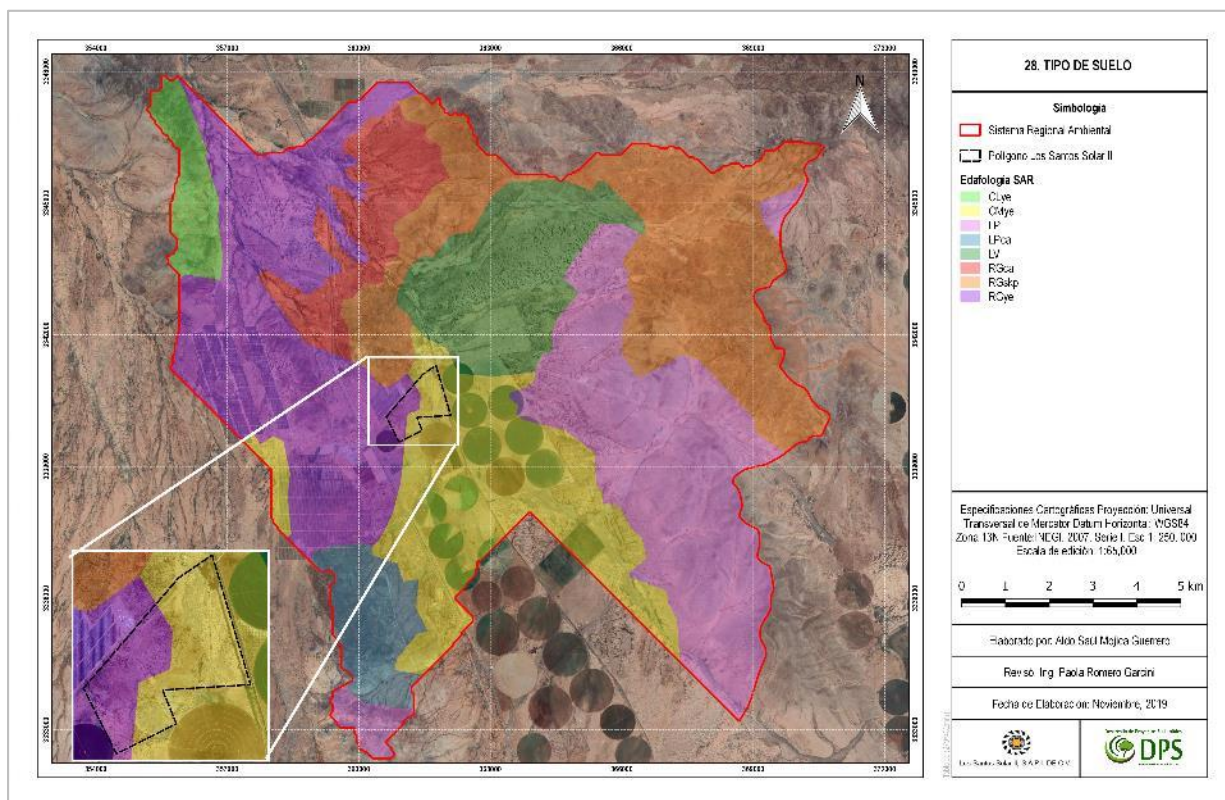


Figura IV.28 Edafología presente en el SAR

Tabla IV.5 Unidades edafológicas presentes en el SAR.

Nombre	Superficie (Has)	Porcentaje
LPca (Leptosol calcárico)	2,998.472251	20.87%
RGskpca (Regosol esquelético calcárico)	2,819.442740	19.63%
LVha (Luvisol háplico)	1,385.150867	9.64%
CMye (Cambisol yérmico)	2,317.025579	16.13%
LPcali (Leptosol calcárico lítico)	602.780623	4.20%
RGYe (Regosol yérmico)	2,979.840700	20.74%
RGca (Regosol calcárico)	852.166103	5.93%
CLye (Calcisol yérmico)	410.998716	2.86%
TOTAL	14,365.877578	100.00%



Leptosol

Los Leptosoles son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Los Leptosoles son suelos azonales y particularmente comunes en regiones montañosas. Ambiente: Principalmente tierras en altitud media o alta con topografía fuertemente disectada. Los Leptosoles se encuentran en todas las zonas climáticas (muchos de ellos en regiones secas cálidas o frías), en particular en áreas fuertemente erosionadas.

Los Leptosoles son el GSR más extendido sobre la tierra, extendiéndose alrededor de 1655 millones ha. Los Leptosoles se encuentran desde los trópicos hasta la tundra fría polar y desde el nivel del mar hasta las montañas más altas. Los Leptosoles están particularmente extendidos en áreas de montaña, notablemente en Asia y Sudamérica, en los desiertos de Sahara y Arabia, la Península Ungava del norte de Canadá y en las montañas de Alaska. En otras partes, los Leptosoles pueden encontrarse sobre rocas que son resistentes a la meteorización o donde la erosión ha mantenido el paso con la formación de suelo, o ha removido la parte superior del perfil de suelo. Los Leptosoles con *roca continua* a menos de 10 cm de profundidad en regiones montañosas son los Leptosoles más extendidos.

Los Leptosoles son un recurso potencial para el pastoreo en estación húmeda y tierra forestal. (IUSS, 2007)

Calcárico: Que tiene material *calcárico* entre 20 y 50 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y *roca continua* o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad.

Material calcárico (del latín *calcarium*) presenta fuerte efervescencia con HCl 1 M en la mayor parte de la tierra fina. Aplica a material que contiene 2 por ciento o más de carbonato de calcio equivalente. (IUSS, 2007)

Lítico: Que tiene *roca continua* que comienza dentro de 10 cm de la superficie del suelo (*sólo en Leptosoles*). (IUSS, 2007)

Regosol

Los Regosoles forman un grupo remanente taxonómico que contiene todos los suelos que no pudieron acomodarse en alguno de los otros GSR. En la práctica, los Regosoles son suelos minerales muy débilmente desarrollados en materiales no consolidados que no tienen un horizonte *mólico* o *úmbrico*, no son muy someros ni muy ricos en gravas (*Leptosoles*), arenosos (*Arenosoles*) o con materiales *flúvicos* (*Fluvisoles*). Los Regosoles están extendidos en tierras erosionadas, particularmente en áreas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos.



Los Regosoles cubren unos 260 millones ha a nivel mundial, principalmente en áreas áridas en el centro oeste de Estados Unidos de Norteamérica, norte de África, el Cercano Oriente y Australia. Unos 50 millones ha de Regosoles ocurren en el trópico seco y otros 36 millones ha en áreas montañosas. La extensión de la mayoría de áreas de Regosol es limitada; consecuentemente, los Regosoles son inclusiones comunes en otras unidades de mapeo en mapas de pequeña escala. (IUSS, 2007)

Esquelético (skp): Que tiene 40 por ciento o más (en volumen) de gravas u otros fragmentos gruesos promediado en una profundidad de 50 cm de la superficie del suelo. (IUSS, 2007)

Luvisol

Suelos con una diferenciación pedogenética de arcilla (especialmente migración de arcilla) entre un suelo superficial con menor y un subsuelo con mayor contenido de arcilla, arcillas de alta actividad y una alta saturación con bases a alguna profundidad; del latín *luere*, lavar.

Los Luvisoles se extienden en unas 500–600 millones ha a nivel mundial, principalmente en regiones templadas como el este y centro de la Federación Rusa, Estados Unidos de Norteamérica, y Europa Central, pero también en la región Mediterránea y sur de Australia. En regiones subtropicales y tropicales, los Luvisoles ocurren principalmente sobre superficies jóvenes.

La mayoría de los Luvisoles son suelos fértiles y apropiados para un rango amplio de usos agrícolas. Los Luvisoles con alto contenido de limo son susceptibles al deterioro de la estructura cuando se labran mojados con maquinaria pesada. (IUSS, 2007)

Háplico: Que tiene una expresión típica de ciertos rasgos (típica en el sentido de que no hay una caracterización adicional o significativa) y sólo se usa si no aplica ninguno de los calificadores previos. (IUSS, 2007)

Cambisol

Suelos con por lo menos un principio de diferenciación de horizontes en el subsuelo evidentes por cambios en la estructura, color, contenido de arcilla o contenido de carbonato; del italiano *cambiare*, cambiar.

Los Cambisoles cubren un área estimada de 1 500 millones ha a nivel mundial. Este GSR está particularmente bien representado en regiones templadas y boreales que estuvieron bajo la influencia de glaciaciones durante el Pleistoceno, parcialmente porque el material parental del suelo todavía es joven, pero también porque la formación del suelo es lenta en regiones frescas.



Los Cambisoles generalmente constituyen buenas tierras agrícolas y se usan intensivamente. Los Cambisoles con alta saturación con bases en la zona templada están entre los suelos más productivos de la tierra. Los Cambisoles más ácidos, aunque menos fértiles, se usan para agricultura mixta y como tierras de pastoreo y forestales. (IUSS, 2007)

Yérmico: Es un horizonte superficial que generalmente, pero no siempre, consiste de acumulaciones de fragmentos de roca (*pavimento de desierto*) inmersas en una capa franca vesicular que puede estar cubierta por una fina capa de arena eólica o loess. (IUSS, 2007)

Estado de conservación del suelo

Para describir la degradación del suelo dentro del SAR se debe tener en cuenta que nos encontramos con dos tipos de degradación, la primera pertenece a la degradación moderada por actividades agrícolas y la segunda pertenece a degradación de igual forma moderada, pero por sobrepastoreo.

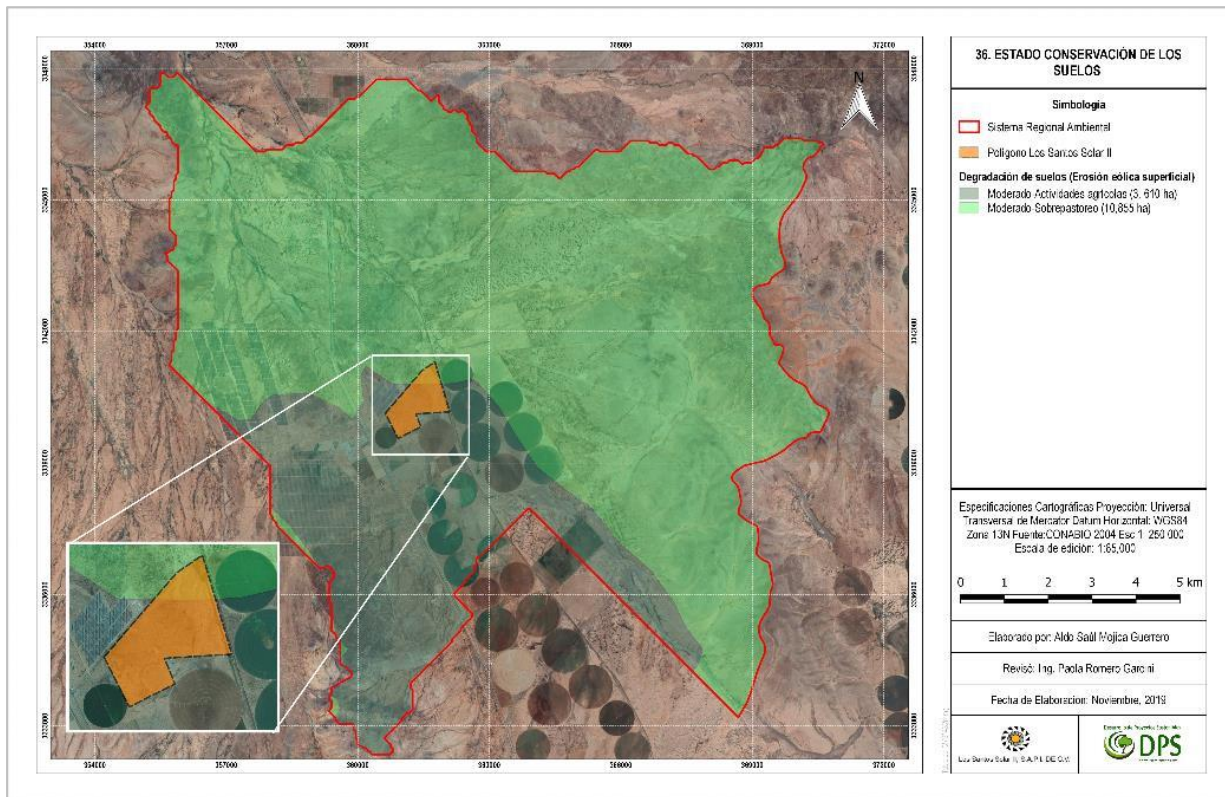


Figura IV.29 Estado de conservación del suelo.



Hidrología superficial y subterránea

Hidrología superficial

La información que se describe a continuación fue con base a la regionalización hidrológica de México elaborada por la Secretaría de Recursos Hidráulicos y reportada por INEGI; el SAR forma parte de la Región Hidrológica 34 “Cuencas Cerradas del Norte”. En esta región se agrupan todas las corrientes que se generan al norte del paralelo 28°, entre la Sierra Madre Occidental y las cuencas de los ríos Conchos y Bravo. Esta región muestra amplias zonas de escasa precipitación pluvial, que determinan severas condiciones de sequía y de caudales exiguos en las corrientes establecidas, así como otras zonas donde ocasionalmente llegan a producirse escurrimientos.

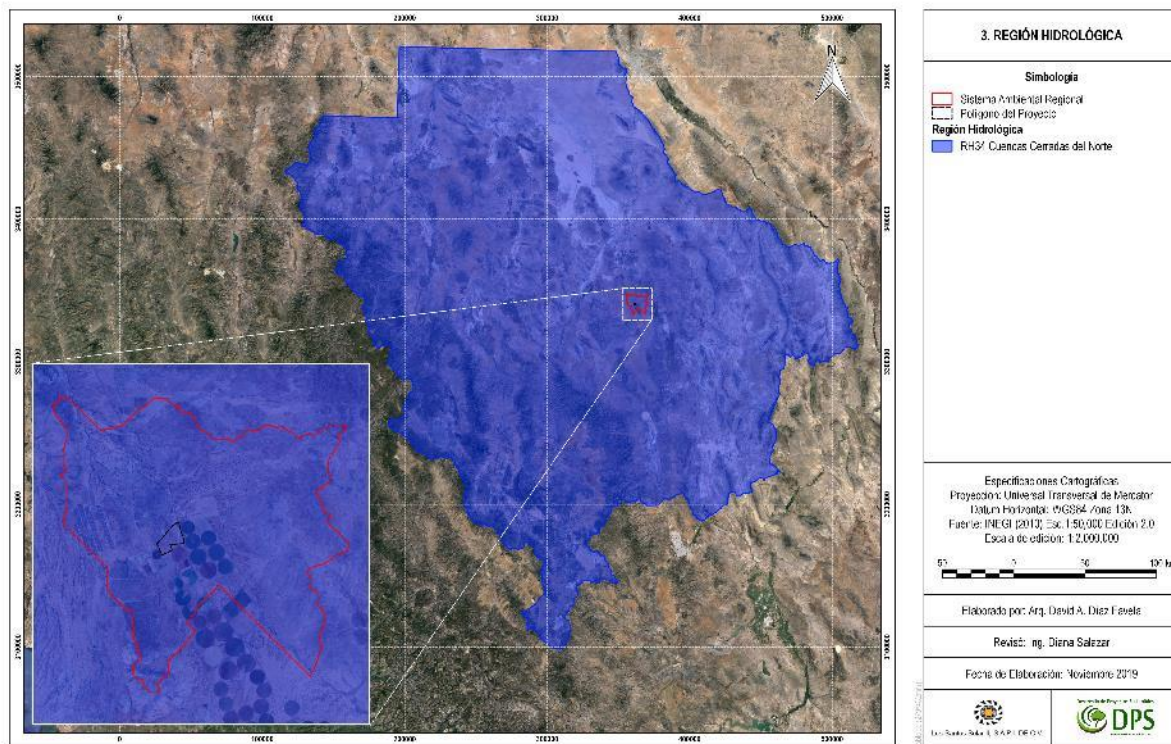


Figura IV.30 Región hidrológica que comprende al SAR

Asimismo, se localiza en la cuenca hidrológica RH34B Cuenca R. del Carmen, esta cuenca posee una pendiente general de baja a moderada; la corriente superficial más importante es el río “El Carmen”, el cual, en sus inicios tomaba el nombre de río Santa Clara. La disponibilidad del agua superficial es limitada; sin embargo, es posible aprovechar los escurrimientos que se generan. Los usos principales del agua superficial son el agrícola, pecuario y doméstico.

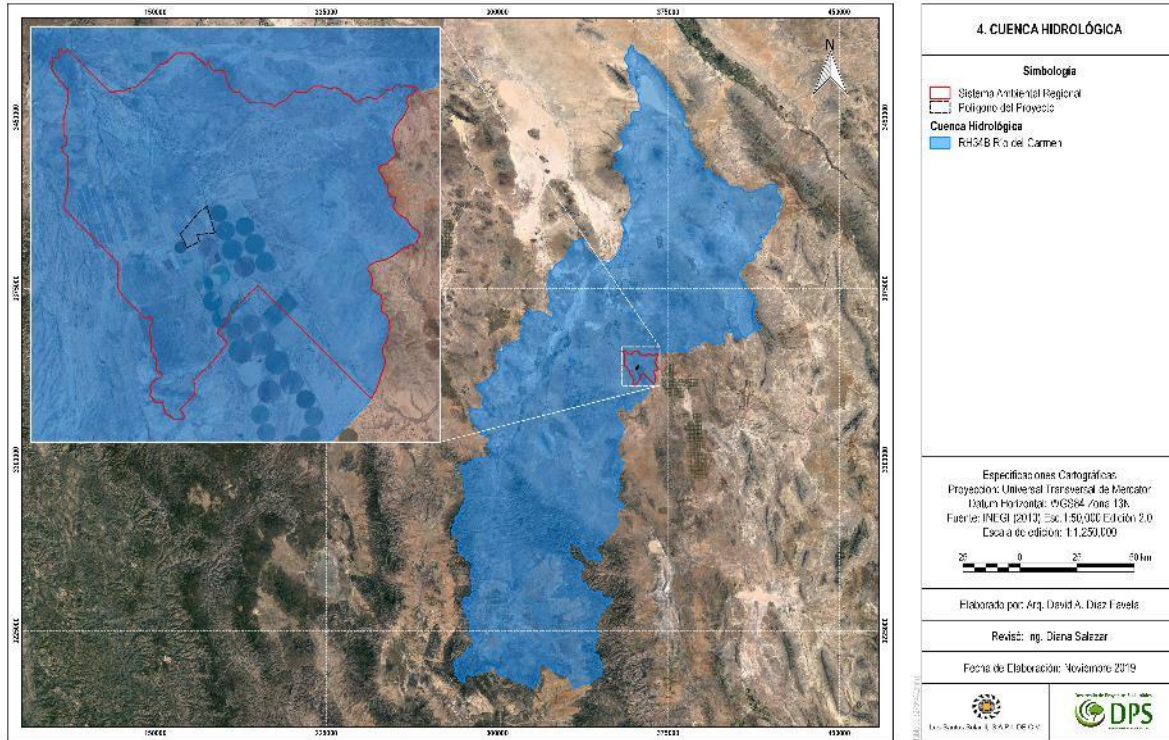


Figura IV.31 Cuenca hidrológica donde se localiza el SAR

El SAR se ubica dentro de la Subcuenca RH34Bc que corresponde a la Subcuenca R. del Carmen, donde también se emplaza el polígono del proyecto. La Subcuenca del Río del Carmen se trata de una cuenca endorreica, es decir, que no tiene salida al mar.

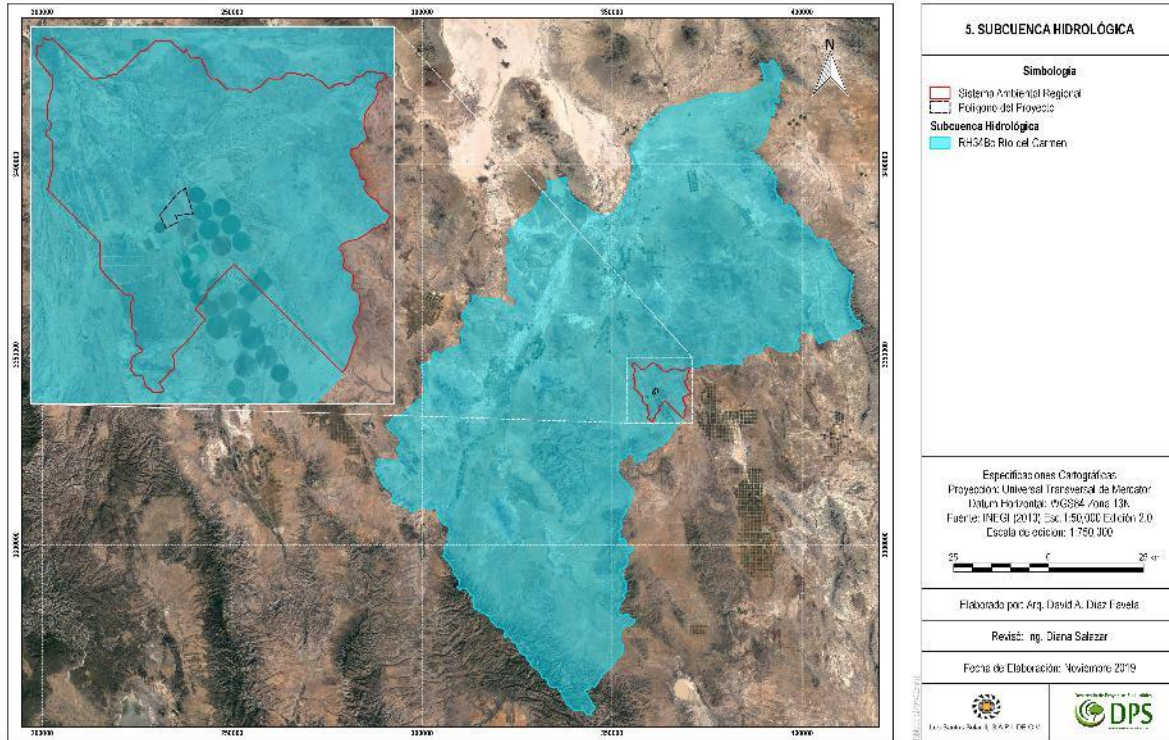


Figura IV.32 Subcuencas Hidrológicas donde se localiza el SAR

En el SAR existe una red de drenaje intermitente, como en casi todo el desierto de Chihuahua, esta red se activa al incrementar la precipitación en la temporada de lluvias. El patrón de drenaje es dendrítico y debido a las condiciones mesoclimáticas y la litología, los escurrimientos todos, sin importar el orden de la corriente, son intermitentes.

A nivel SAR se presentan corrientes de primer hasta sexto orden, los primeros ordenes predominan en la zona funcional alta del SAR mientras que las corrientes de mayor orden se emplazan en las zonas funcionales media y baja.

A nivel del área del proyecto se presentan tres corrientes de agua intermitentes de primer orden y un segmento de una corriente de segundo orden. Cabe mencionar que estas corrientes serán respetadas por lo que no se realizara la remoción de la vegetación ni la instalación de módulos solares en estas áreas y además se mantendrán franjas de protección, las franjas serán de 5 metros, medidas horizontalmente a ambos lados de las áreas ribereñas.

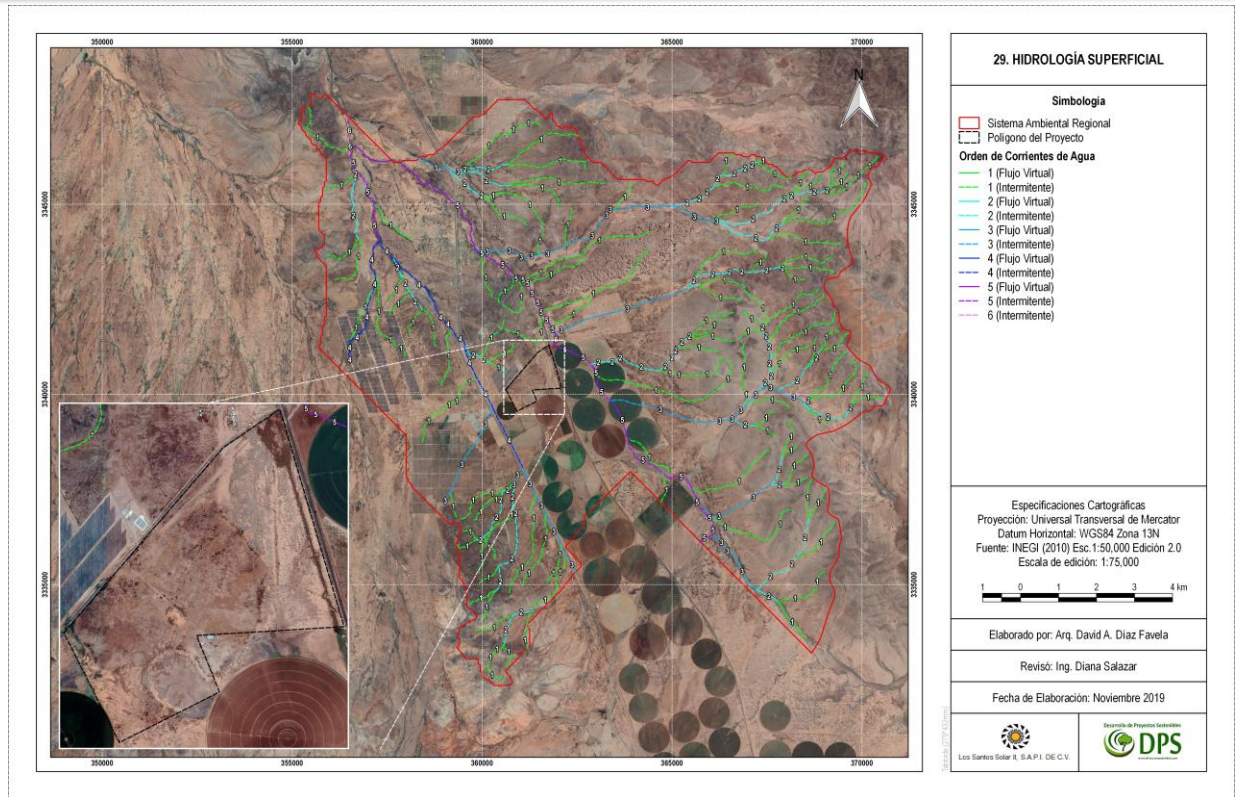


Figura IV.33 Hidrología superficial

Hidrología subterránea

El SAR se encuentra principalmente en el acuífero Flores Magón-Villa Ahumada y en la parte sureste del SAR se encuentra el acuífero Lagunas de Tarabillas. Cabe mencionar que el área del proyecto únicamente se ubica dentro el acuífero Flores Magón-Villa Ahumada. En la **Figura IV.34** se puede apreciar los acuíferos presentes en el SAR.

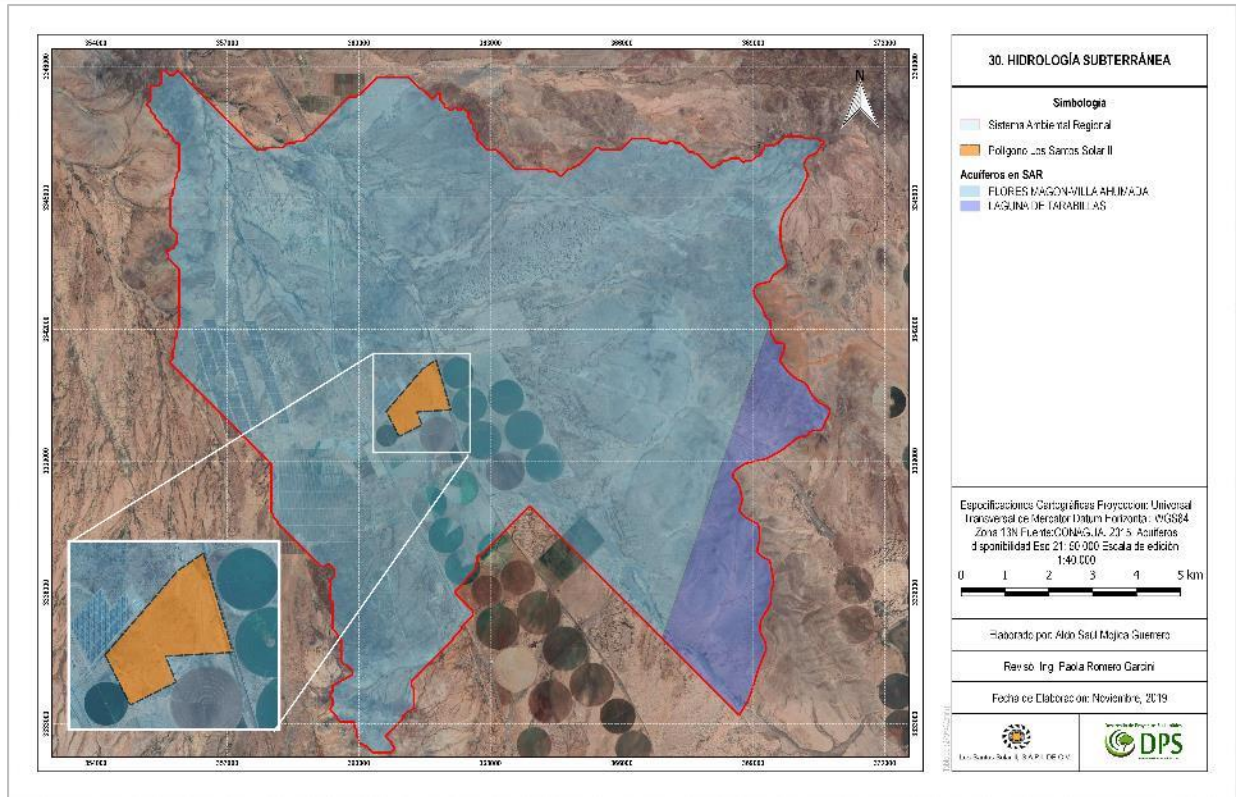


Figura IV.34 Acuíferos presentes en el SAR.

Acuífero Flores Magón-Villa Ahumada

Localización

El acuífero Flores Magón-Villa Ahumada, definido con la clave 0821 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se localiza en la porción norcentral del estado de Chihuahua. Dicho acuífero abarca parcialmente los municipios Buenaventura y Villa Ahumada y una pequeña parte de Namiquipa y Chihuahua (CONAGUA, 2011).

Situación administrativa

La mayor parte del territorio del acuífero se encuentra sujeta a las disposiciones del “Acuerdo que establece el Distrito de Riego de El Carmen, en San Buenaventura y Villa Ahumada, Chih., y declara de utilidad pública la construcción de las obras que lo formen y la adquisición de los terrenos para alojarlas y operarlas”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de enero de 1957. Esta veda se clasifica como tipo III en la que la capacidad de los mantos acuíferos permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros.



El uso principal del agua subterránea es el agrícola. En el territorio que cubre el acuífero se localiza el Distrito de Riego 089 El Carmen, ubicado en la parte central de la cuenca, aguas abajo de la presa Las Lajas (CONAGUA,2011).

Tipo de acuífero

El acuífero se considera de tipo libre, ya que se desarrolla en un depósito sedimentario aluvial y conglomerático, de mediana permeabilidad que se intercala con rocas volcánicas basálticas. Este relleno, de espesor medio, en la parte superior presenta un moderado espesor de sedimentos lacustres con contenido de sedimentos evaporíticos y eólicos, las rocas calcáreas y volcánicas antiguas de baja permeabilidad que subyacen al acuífero representan a profundidad el basamento del mismo y las elevaciones funcionan como áreas de recarga; las rocas volcánicas a profundidad por su permeabilidad pueden formar parte del acuífero (CONAGUA, 2011).

Profundidad al nivel estático

En 2005 la profundidad del nivel estático en la zona noreste, cerca de Villa Ahumada, era de 10 m en promedio, incrementándose hacia la parte central donde era de 80 y 90 m. En la porción sur – central los niveles de profundidad iban de 40 a 80 m.

En 2010 los niveles más someros se encuentran en la parte norte del acuífero con 10 m de profundidad, hacia la laguna El Barreal y cerca del poblado Miguel Ahumada. En la porción nororiental se tienen profundidades de 100 m, cerca de La Esmeralda. Hacia la parte central del acuífero las profundidades son de 40 m en promedio y en la porción suroccidental, de 10 hasta 50 m, cerca del poblado Flores Magón y hacia el sur, cerca de Constitución, las profundidades son de 60 a 100 m (CONAGUA,2011).

Calidad del agua subterránea

De acuerdo a la revisión de la literatura no se ha realizado un estudio con carácter hidrogequímico.

Censo de aprovechamientos e hidrometría

De acuerdo al estudio realizado por la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH) para la Comisión Nacional del Agua (2010), se registraron la existencia de 833 aprovechamientos, de los cuales 815 son pozos y el resto norias. Del total de aprovechamientos, 493 se encuentran activos, 87 inactivos y 253 en situación de abandono.

El volumen de extracción total calculado es de 208.1 hm³ anuales, de los cuales, 205.3 hm³ (98.6%) se destinan para uso agrícola y los 2.8 hm³ restantes (1.4%) para usos doméstico – pecuario (CONAGUA,2011).



De acuerdo al Conjunto de Datos Vectoriales de la Carta de Aguas subterráneas Esc. 1:250,000 (INEGI) dentro del SAR se tienen registrados 6 pozos, los cuales se emplean para el riego agrícola, pecuario y doméstico.

Tabla IV.6 Pozos existentes en el SAR (INEGI).

Coordenada X	Coordenada Y	Obra	Equipo	Uso
363205.5	3343176.68	Pozo	Eléctrico	Riego
363773.28	3341613.67	Pozo	Eléctrico y aeromotor	Pecuario y doméstico
361662.14	3341483.91	Pozo	Combustible	Pecuario y doméstico
362340.34	3340142.13	Pozo	Eléctrico	Riego
360211.6	3338379.42	Pozo	Aeromotor	Pecuario y doméstico
359884.93	3337550.48	Pozo	Eléctrico y aeromotor	Pecuario y doméstico

Balance de aguas subterráneas

El balance de aguas subterráneas es la diferencia entre la suma total de las entradas (recarga), y la suma total de las salidas (descarga), representa el volumen de agua perdido o ganado por el almacenamiento del acuífero, en el periodo de tiempo establecido.

De acuerdo a la disponibilidad media anual del agua en el acuífero Flores Magón-Villa Ahumada (0821), Estado de Chihuahua, publicado en el DOF 20 de abril 2015 y cuya información que se describe a continuación corresponde a una fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio 2014.

Tabla IV.7 Disponibilidad media anual de agua subterránea.

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
0821	Flores Magón – Villa Ahumada	137.5	0.0	247.778547	208.1	0.000000	-110.278547

Nota: Todos los valores se expresan en millones de metros cúbicos anuales. Significado de R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de aguas subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" y "4" de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

El resultado actual indica que no existe disponibilidad de agua subterránea para otorgar nuevas concesiones. Por el contrario, su déficit es de 110,278,547 m³ anuales que se están extrayendo a costa del almacenamiento no renovable del acuífero (CONAGUA,2011).



Acuífero Laguna de Tarabillas

Localización

El acuífero Laguna de Tarabillas (0814) se localiza en la porción central del estado de Chihuahua. Comprende parcialmente a los municipios Ahumada y Chihuahua (CONAGUA, s.f.).

Situación administrativa

El acuífero pertenece a la región Hidrológico-Administrativa VI Río Bravo y se encuentra sujeto en un 32% (778 km²) de la superficie al establecimiento de dos vedas: la que estableció el Distrito de Riego El Carmen (1957) y la emitida para la zona conocida como Cuenca del Sauz y Encinillas (1978), quedando la superficie complementaria de 68% del territorio en el que se aloja el acuífero, como libre para el alumbramiento de las aguas del subsuelo (CONAGUA, s.f.). Cabe mencionar que la proporción del acuífero que se ubica dentro del SAR pertenece al decreto de veda establecido por el Distrito de Riego “El Carmen”.

La explotación del acuífero Laguna de Tarabillas es poco significativa. Dado que la principal actividad económica de la región es la ganadería y a que sólo existen pequeñas comunidades y rancherías diseminadas en la cuenca (CONAGUA, s.f.).

Tipo de Acuífero

Las aguas del subsuelo del Valle de Tarabillas presentan un comportamiento en condiciones casi naturales, con un equilibrio entre los volúmenes de entrada y salida del sistema, debido al incipiente desarrollo agrícola. Esto significa, que actualmente se tiene un sistema físico en funcionamiento natural o de predesarrollo, que mantiene elementos originales importantes de analizar, antes de que manifiesten modificaciones o alteraciones, por actividades antropogénicas (CONAGUA, s.f.).

Profundidad al nivel estático

Con base al estudio realizado por CNA (2005), la profundidad a los niveles del agua subterránea mostró profundidades máximas de 130 metros al suroccidente del acuífero y mínimas de 30 metros hacia la Laguna de Tarabillas. La colonia La Esperanza presentó la mayor concentración de pozos, donde se registraron profundidades al nivel del agua subterránea de 20 a 55 m.

Calidad del agua subterránea

De acuerdo al estudio realizado por CNA en 2005, el agua es de baja salinidad por lo que en cuanto a elementos mayores se refiere, básicamente no presenta problemas de calidad para uso y consumo humano, únicamente, elementos traza como el F, Fe y Cd presentan en algunas muestras concentraciones superiores al límite permisible en agua para uso y consumo humano.



Censo de aprovechamiento e hidrometría

De acuerdo con los resultados del censo de captaciones de aguas subterráneas realizado durante el 2006, existentes en el Valle de Tarabillas, señala la existencia de 142 pozos, de los cuales 117 se localizan en la Colonia La Esperanza, 22 en ranchos del norte del Valle de Tarabillas y 3 en el Ejido San Lorencito. De los 117 sitios censados en la Col. La Esperanza, 30 corresponden a sitios con proyecto de perforación, es decir, no existe el pozo o está en proceso de construcción. En la Colonia La Esperanza, aproximadamente el 94% del total de los pozos, extraen agua que se destina a la actividad agrícola. Los restantes son para uso doméstico. Por otra parte, en la zona de rancherías al norte del Valle de Tarabillas la principal actividad es la ganadería.

Balance de aguas subterráneas

Acorde al procedimiento establecido por la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000 se puede determinar la disponibilidad de aguas subterráneas, mediante la siguiente expresión:

$$DAS = R - DNCOM - VCAS$$

De acuerdo a la disponibilidad media anual del agua en el acuífero Laguna de Tarabillas (0814), Estado de Chihuahua, publicado en el DOF 20 de abril 2015 y cuya información que se describe a continuación corresponde a una fecha de corte en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio 2014.

Tabla IV.8 Disponibilidad media anual de agua subterránea para el acuífero Laguna de Tarabillas.

Clave	Acuífero	R	DNCOM	VCAS	VEXTET	DAS	DÉFICIT
0814	Laguna de Tarabillas	36.4	0.0	4.014875	3.3	32.385125	0.000000

Nota: Todos los valores se expresan en millones de metros cúbicos anuales. Significado de R: recarga media anual; DNCOM: descarga natural comprometida; VCAS: volumen concesionado de aguas subterránea; VEXTET: volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos; DAS: disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales “3” y “4” de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

El resultado indica que existe actualmente un volumen de 32.385125 m³ anuales disponibles para otorgar nuevas concesiones en el acuífero denominado Laguna de Tarabillas, estado de Chihuahua (CONAGUA, s.f.).



IV.2.2.2 Medio Biótico

IV.2.2.2.1 Medio Biótico Sistema Ambiental Regional Vegetación

a. Describir el o los tipos de vegetación presentes en el SAR

De acuerdo a la clasificación de tipos vegetativos del INEGI (Serie VI), los tipos de vegetación presentes en el SAR son: Matorral desértico Micrófilo, Pastizal Halófilo, Pastizal Inducido, Pastizal Natural, Agricultura de Riego Anual, Vegetación Secundaria arbustiva/Matorral Desértico Micrófilo, Vegetación Secundaria Arbustiva/Pastizal Halófilo y Vegetación Secundaria Arbustiva/Pastizal Natural.

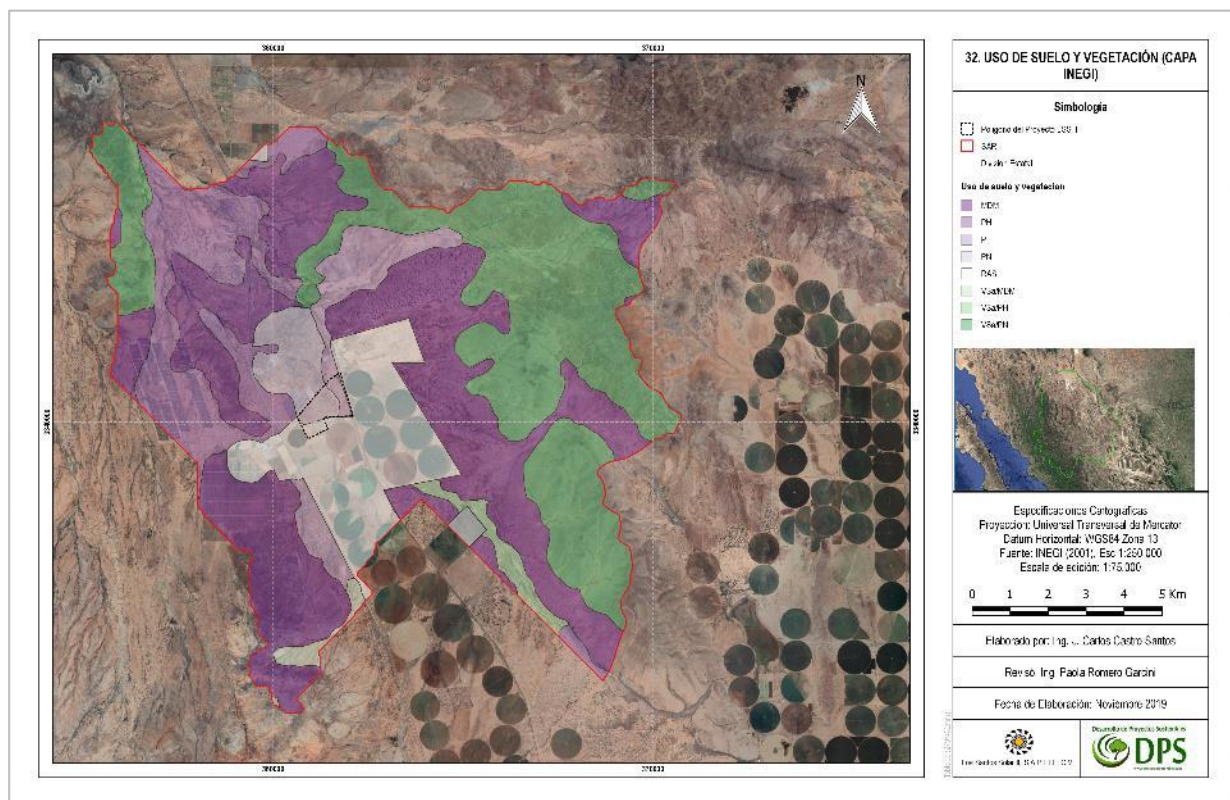


Figura IV.35 Uso de suelo y vegetación serie VI de INEGI.

Una vez en el sitio de muestreo, se tuvo que modificar la capa de INEGI de uso de suelo y vegetación ya que no presenta todos los tipos de uso de suelo y se presenta con el tipo de uso de suelo y vegetación validado en campo (Figura IV.36).

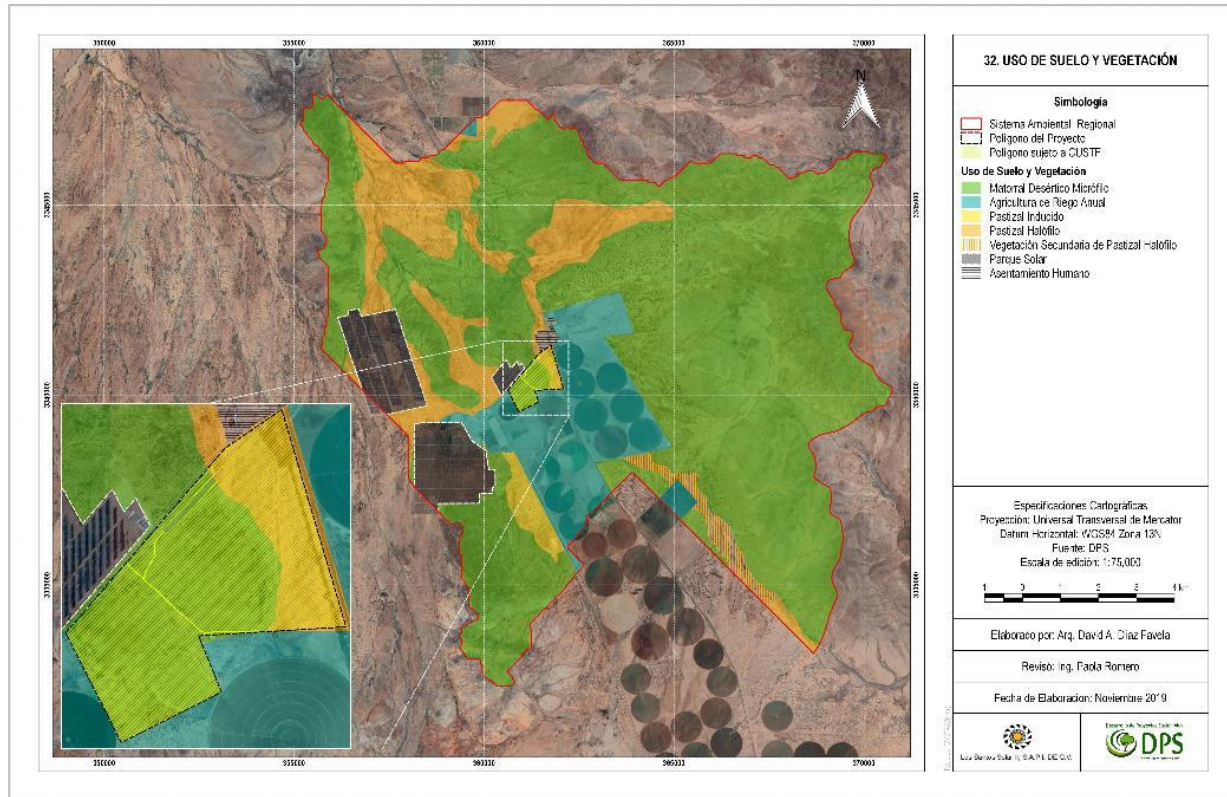


Figura IV.36 Uso de suelo y vegetación serie VI de INEGI modificada por inspección del sitio.

Tabla IV.9 Superficies de los tipos de vegetación del área SAR.

Uso de suelo y vegetación	Proporción	Superficie (ha)
Matorral Desértico Micrófilo	67.42	9685.57
Pastizal Halófilo	12.79	1836.94
Agricultura De Riego Anual	11.30	1623.19
Pastizal Inducido	1.19	170.60
Vegetación Secundaria De Pastizal Halófilo	1.44	2072.02
Asentamientos Humanos	0.20	28.44
Parque Solar	5.67	813.912
TOTAL	100	14365.8775

A continuación, se describe, los usos de suelo y vegetación que se desarrollan en el SAR:

Matorral Desértico Micrófilo.

Es el tipo de matorral formado por arbustos de hoja o foliolo pequeño. Se desarrolla principalmente sobre terrenos aluviales más o menos bien drenados, los terrenos planos y partes inferiores de los



cerros; puede estar formado por asociaciones de especies sin espinas, con espinas o mezclados; asimismo pueden estar en su composición otras formas de vida, como cactáceas, izotes o gramíneas.

La distribución de este matorral se extiende a las zonas más secas de México, y en áreas en que la precipitación es inferior a 100 mm anuales, la vegetación llega a cubrir solo el 3% de la superficie, la altura varía de 0.5 a 1.5 m. Las especies más comunes son: *Larrea tridentata*, *Flourensia cernua*, *Dasyochloa pulchella*, *Mimosa aculeaticarpa*, *Prosopis glandulosa*, *Parthenium incanum*, *Vachellia constricta*, entre otras.

Pastizal Halófilo

Comunidad de gramíneas y gramínoideas que se desarrolla sobre suelos salino-sódicos, por lo que su presencia es independiente del clima; es frecuente en el fondo de las cuencas cerradas de zonas áridas y semiáridas; y en algunas áreas próximas a las costas afectadas por el mar o por lagunas costeras. Su distribución comprende todo el Altiplano, desde Chihuahua y Coahuila, hasta Jalisco, Michoacán, Valle de México, Puebla y Tlaxcala, así como de algunas porciones de planicies costeras de la parte norte del país.

Cuando los cloruros y los sulfatos son las sales predominantes, el pH del suelo donde se desarrollan estos pastizales se mantiene generalmente entre 7 y 8.5, en cambio, de ser los carbonatos los más abundantes, la reacción es fuertemente alcalina. Por lo general la precipitación media anual oscila de los 200mm a los 600mm en promedio. Estos suelos, por lo común, son de textura arcillosa y de drenaje deficiente y muchas veces están sujetos a inundaciones más o menos prolongadas. La humedad del suelo, así como el contenido de sales y su alcalinidad pueden tener una variación acentuada a lo largo del año y muchas veces también de un año a otro.

Entre las formas biológicas de las comunidades halófitas predominan las gramíneas rizomatosas y las plantas herbáceas suculentas. Los pastizales halófilos del Altiplano varían por lo común, de bajos a medianos (hasta 80 cm de alto) y, en general, son densos. Con el objetivo de estimular la aparición de retoños tiernos estos pastizales son quemados periódicamente. En Chihuahua y Coahuila, principalmente, ocupa grandes extensiones el pastizal de *Hilaria mutica* (toboso), de 40 a 70 cm de altura. Desde luego que las gramíneas no son las únicas plantas que pueden crecer en tales condiciones, pero con frecuencia son las dominantes y las que definen la fisonomía de las comunidades vegetales que ahí habitan.



Agricultura de Riego Anual y Semipermanente

Conjunto de actividades y conocimientos desarrollados por el hombre, destinados a cultivar la tierra y cuya finalidad es obtener productos vegetales (como verduras, frutos, granos y pastos) para la alimentación del ser humano y del ganado.

Riego: Cuando el suministro de agua utilizado para su desarrollo es suministrado por fuentes externas, por ejemplo, un pozo, una presa, un río, etcétera.

Anual: Anuales: Son aquellos cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año o menos, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo.

Semipermanentes: Su ciclo vegetativo dura entre uno y diez años, como el caso de la papaya, la piña y la caña de azúcar.

Pastizal Inducido

Esta comunidad dominada por gramíneas o gramínoideas aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene.

Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal.

Vegetación Secundaria de Pastizal Halófilo

Cuando un tipo de vegetación es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales el resultado es una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea en este caso de pastizal halófilo.



Asentamientos Humanos y Áreas desprovistas de Vegetación

Elementos que no forman parte de la cobertura vegetal ni de las áreas manejadas pero que incide en su distribución nacional.

- a. Indicar nombre común y científico de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, Identificar las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, especificando, nombre científico, nombre común, distribución y categoría de riesgo presentes en la subcuenca o SAR.

Se consideró realizar un muestreo aleatorio con 15 parcelas circulares en la vegetación de Matorral Desértico Micrófilo, en cada sitio de muestreo se contempló obtener información sobre los tres estratos de vegetación (arbóreo, arbustivo y herbáceo). Para el registro de individuos pertenecientes al estrato arbóreo se tomó en cuenta hacerlo en un rodal con un radio de 17.84 metros y una superficie de 1,000 m²; en el caso de individuos arbustivos se consideró delimitar un rodal dentro de la parcela circular del estrato arbóreo, este rodal con un radio de 11.28 metros y una superficie de 400 m²; y para el estrato herbáceo se consideró hacer un cuadrante de 1 m² dentro de los rodales antes mencionados. De modo que se evaluó obtener una superficie de muestreo de 15 000 m² para el estrato arbóreo, de 6000 m² para el estrato arbustivo y suculentas y de 15 m² para el estrato herbáceo dentro de la vegetación de Matorral Desértico Micrófilo.

En la **Tabla IV.10** Se muestran las coordenadas geográficas UTM (WGS 84 Z13N) de los sitios de muestreo que se realizaron dentro de MDM.

Tabla IV.10 Sitios de Muestreo dentro de MDM

Unidades de Muestreo dentro del Matorral Desértico Micrófilo		
ID	X	Y
1	362746	3346005
2	363203	3345552
3	363802	3345354
4	364201	3345354
5	366325	3340726
6	366568	3345573
7	366695	3343959
8	366815	3342993
9	367009	3341765
10	367603	3343401
11	367876	3337152
12	368454	3342034
13	368628	3338916
14	368930	3342284
15	369137	3344239



Asimismo, se realizó un muestreo aleatorio en la vegetación de **Pastizal Halófilo** en 15 parcelas circulares, al igual que en el muestreo de MDM se consideró registrar información de los tres estratos de vegetación (arbóreo, arbustivo, herbáceo y suculentas). Se tomaron los mismos criterios para estos sitios de muestreo: para el estrato arbóreo un radio de 17.84 metros con una superficie de 1 000 m², para el estrato arbustivo se delimitó un rodal dentro de la parcela circular del estrato arbustivo y suculentas, con un radio de 11.28 metros y una superficie de 400 m²; para el estrato herbáceo se hizo un cuadrante de 1 m² dentro de los rodales ya mencionados. Se consideró tener para este tipo de vegetación una superficie de muestreo de 15 000 m² para el estrato arbóreo, de 6000 m² para el estrato arbustivo y suculentas y de 15 m² para el estrato herbáceo. En la Tabla IV.11 Se muestran las coordenadas geográficas UTM (WGS 84, Zona 13N) de los sitios de muestreo que se realizaron dentro de la vegetación de Pastizal Halófilo.

Tabla IV.11 Sitios de muestreo dentro de PH

Unidades de Muestreo dentro del Pastizal Halófilo		
ID	X	Y
1	361488	3343150
2	361700	3343346
3	361832	3343526
4	361995	3344050
5	362750	3344076
6	362400	3344454
7	362400	3343653
8	362496	3344149
9	362590	3343856
10	362600	3344649
11	362697	3344349
12	362798	3344847
13	362803	3344052
14	362672	3344141
15	363283	3344774

En la **Figura IV.37** se presentan los sitios de muestreo que se realizaron en el SAR en los dos tipos de vegetaciones que se presentan.

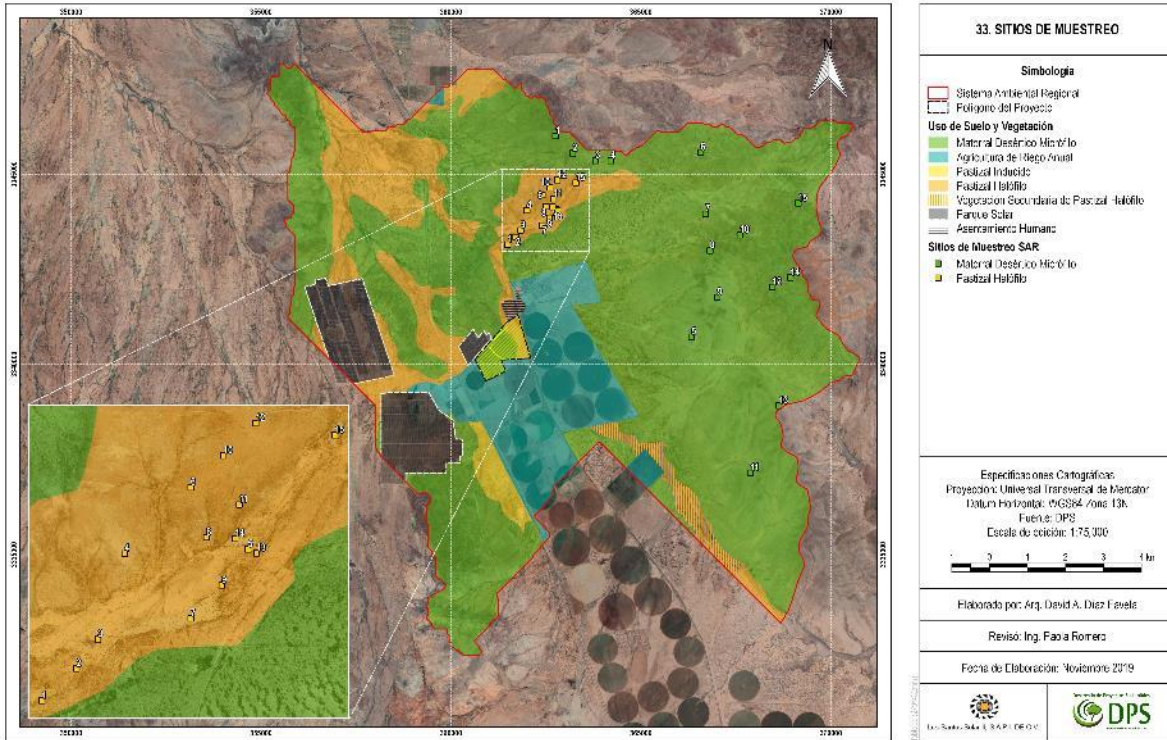


Figura IV.37 Sitios de muestreo que se realizaron en el Sistema Ambiental Regional.

Comprobación estadística de la veracidad del muestreo SAR

Para comprobar que el muestreo de las especies florísticas es representativo se utilizaron los **modelos no paramétricos**. Estos modelos se estiman cuando no se tienen datos del número de individuos, ya que no hay manera de conocer cómo se comporta la distribución de individuos por especie (Álvarez, et al., 2006). Entre las ventajas del uso de los métodos no paramétricos está que estos estimadores tienen un sesgo menor que requieren menor cantidad de datos que los métodos paramétricos (Colwell & Coddington, 1994; Brose, 2002). En este sentido, se consideró utilizar los modelos no paramétricos Chao 1 y ACE.

Chao 1

Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo (singletons) y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras (doubletons) (Álvarez, et al., 2006). Este estimador se expresa de la siguiente forma (Paleontological Society y Palaeontological Association, 2018):



$$Chao1 = Sobs + \frac{f_1^2}{2 f_2}$$

Donde:

Sobs es el número de especies observadas en una muestra.

f_1 es el número de singletons, esto es el número de especies con una sola ocurrencia en la muestra.

f_2 es el número de doubletons, es decir el número de especies con exactamente dos ocurrencias en la muestra.

ACE

El Estimador de Cobertura Basado en Abundancia de especies (por su sigla en inglés ACE) se basa en el concepto de cobertura de la muestra, según el modelo, la cobertura de una muestra se interpreta como la proporción del número total de individuos en un conjunto que pertenece a las especies representadas en la muestra (Chao & Chiu, 2016).

Además, se determinó el Índice de completitud para cada uno de los estimadores. Este índice muestra la relación entre el número de especies conocidas y el número de especies estimadas (Halffter & Moreno, 2005). Y se interpreta como el nivel de conocimiento actual respecto a un valor “real” modelado por unidad de área analizada. (Colín, et al., 2006). Valor que va entre 0 y 1 para este índice, donde un valor muy cercano a la unidad determina que está bien representada la muestra (la cantidad de especies observadas es muy similar a las especies esperadas) y valores iguales o muy próximos a cero indica que las especies observadas no tienen similitud con las especies esperadas (no se encuentra representada el muestreo) (Londoño, 2012).

Se estima de la siguiente manera (Flores-Maldonado, et al., 2015):

$$IC = \frac{Sobs}{Sest}$$

Donde:

IC es el Índice de completitud

Sobs es el número de especies observadas

Sest es el número de especies estimadas por un modelo no paramétrico

También se evaluó el sesgo y la exactitud mediante la relación de las especies estimadas (S est) y las especies observadas (S observada). El sesgo indica la sobreestimación o la subestimación de la riqueza y la exactitud indica la cercanía de la riqueza estimada a la riqueza verdadera. Tanto el sesgo como la exactitud tienen valores de -1 a 1, y los valores cercanos a cero son los menos sesgados o los



más exactos (Palmer, 1990; Brose, et al., 2003). Se emplearon las fórmulas siguientes (López-Gómez & Williams-Linera, 2006):

$$Sesgo = \frac{Sest - Sobs}{Sobs}$$

$$Exactitud = \left(\frac{Sest - Sobs}{Sobs} \right)^2$$

Se obtuvo los modelos no paramétricos para cada tipo de vegetación presente en el SAR mediante el software EstimateS versión 9.1.0.

Matorral Desértico Micrófilo (MDM) en SAR

En la **Tabla IV.12** se presentan los valores obtenidos de Chao 1 y ACE junto con los valores obtenidos de la evaluación de la eficacia de estos estimadores para Matorral Desértico Micrófilo (MDM).

Tabla IV.12 Estimación de modelos no paramétricos observadas en MDM.

Especies observadas	Modelos no paramétricos	Riqueza estimada	Representatividad	Índice de completitud	Exactitud	Sesgo
25	ACE	30	83.33	0.83	0.04	0.2
	Chao 1	30	83.33	0.83	0.04	0.2

Derivado del muestreo realizados para matorral desértico micrófilo se observó una riqueza de 25 especies y de acuerdo con la riqueza esperada por los estimadores Chao 1 y ACE se tiene una representatividad del 83.33% para ambos. Londoño (2012) menciona que un porcentaje del 60% se tiene una muestra representativa. Los valores del Índice de Completitud al estar muy cercanos a la unidad determinan que está bien representada la muestra. Asimismo, los valores de sesgo y exactitud al ser valores muy cercanos a cero representa que la estimación de la riqueza tiene un bajo sesgo y una buena exactitud.

El Muestreo realizado para Matorral Desértico Micrófilo arrojó un total de 581 individuos de estos no se observó ninguno con desarrollo arbóreo, con desarrollo arbustivo 490 individuos, 77 individuos del estrato herbáceo y 14 en el estrato de las suculentas. En la **Tabla IV.13** Se describe la información obtenida del muestreo.

Tabla IV.13 Especies identificadas en el Muestreo de MDM.

Especies en MDM			
Nombre científico	Nombre común	Estrato	Total
<i>Aloysia wrightii</i>	vara dulce	Arbustivo	32



Especies en MDM			
Nombre científico	Nombre común	Estrato	Total
<i>Condalia ericoides</i>	abrojo	Arbustivo	5
<i>Ephedra trifurca</i>	cola de zorra	Arbustivo	38
<i>Flourensia cernua</i>	hojasén	Arbustivo	54
<i>Fouquieria splendens</i>	ocotillo	Arbustivo	6
<i>Krameria lanceolata</i>	mezquitillo	Arbustivo	11
<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	Arbustivo	207
<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	gatuño	Arbustivo	24
<i>Parthenium incanum</i>	mariola	Arbustivo	3
<i>Prosopis glandulosa</i>	mezquite	Arbustivo	1
<i>Rhus microphylla</i>	agrillo	Arbustivo	6
<i>Senna wislizeni</i>	retama	Arbustivo	51
<i>Tecoma stans</i>	tronadora	Arbustivo	2
<i>Vachellia constricta</i>	chaparro prieto	Arbustivo	49
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	garrapatilla	Arbustivo	1
<i>Dalea wislizeni</i>	-	Herbáceo	1
<i>Dasyochloa pulchella</i>	zacate borreguero	Herbáceo	55
<i>Heteropogon contortus</i>	zacate barba negra	Herbáceo	5
<i>Hilaria mutica</i>	zacate tobozo	Herbáceo	12
<i>Phemeranthus aurantiacus</i>	-	Herbáceo	1
<i>Senna bauhinioides</i>	-	Herbáceo	2
<i>Sida abutilifolia</i>	malva	Herbáceo	1
<i>Coryphantha robustispina</i>	biznaga partida	Suculentas	1
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	Suculentas	7
<i>Opuntia chlorotica</i>	nopal verdoso	Suculentas	6

Pastizal halófilo (PH) en SAR

En la **Tabla IV.14** se presentan los valores obtenidos de Chao 1 y ACE junto con los valores obtenidos de la evaluación de la eficacia de estos estimadores para Pastizal Halófilo (PH).

Tabla IV.14 Estimación de modelos no paramétricos en PH.

Especies observadas	Modelos no parametricos	Riqueza estimada	Representatividad	Índice de completitud	Exactitud	Sesgo
28	ACE	31	90.32	0.90	0.01	0.10
	Chao 1	31	90.32	0.90	0.01	0.10

Para la vegetación de pastizal halófilo se observó una riqueza de 28 especies. Se tiene una representatividad para Chao 1 del 90.32% y para ACE también del 90.32%, tomando en cuenta lo



señalado por Londoño (2012) con un porcentaje del 60% se tiene una muestra representativa. Se tiene valores del Índice de Completitud muy cercanos a la unidad, de manera que la muestra está bien representada. Igualmente, los valores de sesgo y exactitud al estar muy aproximados al cero señalan que es mínimo el sesgo y una buena exactitud.

En el caso del muestreo realizado para la vegetación de Pastizal Halófilo se obtuvo un total de 942 individuos, de estos, 7 individuos en el estrato arbóreo, con desarrollo arbustivo 835 individuos, 87 individuos para el estrato herbáceo y para el estrato suculento 8 individuos. En la **Tabla IV.15** se describe la información obtenida del muestreo.

Tabla IV.15 Especies que se encontraron en el muestreo de PH.

Especies en PH			
Nombre científico	Nombre común	Estrato	Total
<i>Prosopis glandulosa</i>	mezquite dulce	Arbóreo	6
<i>Rhus microphylla</i>	agrillo	Arbóreo	1
<i>Aloysia gratissima</i>	vara dulce	Arbustivo	1
<i>Aloysia wrightii</i>	oreganillo	Arbustivo	2
<i>Ephedra trifurca</i>	cola de zorra	Arbustivo	13
<i>Flourensia cernua</i>	hojasén	Arbustivo	75
<i>Koeberlinia spinosa</i>	abrojo	Arbustivo	9
<i>Krameria lanceolata</i>	prairie bur	Arbustivo	2
<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	Arbustivo	330
<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	espino	Arbustivo	37
<i>Prosopis glandulosa</i>	mezquite dulce	Arbustivo	27
<i>Rhus microphylla</i>	agrillo	Arbustivo	13
<i>Senna wislizeni</i>	carrozo	Arbustivo	11
<i>Vachellia constricta</i>	chaparro prieto	Arbustivo	315
<i>Aristida divaricata</i>	tres basbas abierto	Herbáceo	6
<i>Bothriochloa barbinodis</i>	cola de caballo	Herbáceo	6
<i>Bouteloua curtipendula</i>	banderilla	Herbáceo	2
<i>Bouteloua gracilis</i>	navajita	Herbáceo	5
<i>Dasyochloa pulchella</i>	zacate borreguero	Herbáceo	5
<i>Evolvulus alsinoides</i>	pico de pájaro	Herbáceo	1
<i>Hibiscus dentatus</i>	toboso	Herbáceo	8
<i>Hilaria mutica</i>	tulipán del desierto	Herbáceo	34
<i>Melinis repens</i>	pasto africano rosado	Herbáceo	11
<i>Senna bahuinioides</i>		Herbáceo	9
<i>Thymophylla pentachaeta</i>	limoncillo	Herbáceo	5
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	Suculentas	6
<i>Opuntia macrocentra</i>	nopal violáceo	Suculentas	1



Especies en PH			
Nombre científico	Nombre común	Estrato	Total
<i>Opuntia phaeacantha</i>	nopal de chihuahua	Suculentas	1

Especies de flora registradas durante el muestreo en SAR

En la siguiente tabla se presenta el listado de especies de vegetación en el Sistema Ambiental Regional.

Tabla IV.16 Listado de especies de vegetación en el SAR.

Listado de especies en SAR						
No.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	MDM	PH
Estrato arbóreo						
1	Fabales	Fabaceae	<i>prosopis glandulosa</i>	mezquite dulce		*
2	Sapindales	Anacardiaceae	<i>rhus microphylla</i>	agrillo		*
Estrato arbustivo						
1	Lamiales	Verbenaceae	<i>aloesia gratissima</i>	vara dulce		*
2			<i>aloesia wrightii</i>	oreganillo	*	*
3	Rosales	Rhamnaceae	<i>condalia ericoides</i>	abrojo	*	
4	Ephedrales	Ephedraceae	<i>ephedra trifurca</i>	cola de zorra	*	*
5	Asterales	Asteraceae	<i>flourensia cernua</i>	hojasén	*	*
6	Ericales	Fouquieriaceae	<i>fouquieria splendens</i>	ocotillo	*	
7	Bassicales	Koberliniaceae	<i>koeberlinia spinosa</i>	abrojo		*
8	Zygophyllales	Krameriaceae	<i>krameria lanceolata</i>	prairie bur	*	*
9		Zygophyllaceae	<i>larrea tridentata</i>	gobernadora	*	*
10	Fabales	Fabaceae	<i>mimosa aculeaticarpa</i>	espino	*	*
11	Asterales	Asteraceae	<i>parthenium incanum</i>	mariola	*	
12	Fabales	Fabaceae	<i>prosopis glandulosa</i>	mezquite dulce	*	*
13	Sapindales	Anacardiaceae	<i>rhus microphylla</i>	agrillo	*	*
14	Fabales	Fabaceae	<i>senna wislizeni</i>	carrozo	*	*
15			<i>tecoma stans</i>	tronadora	*	
16	Fabales	Fabaceae	<i>vachellia constricta</i>	chaparro prieto	*	*
17	Rosales	Rhamnaceae	<i>ziziphus obtusifolia</i>	garrapatilla	*	
Estrato suculentas						
1	Caryophyllales	Cactaceae	<i>coryphantha robustispina</i>	Biznaga partida de espinas gruesas	*	
2			<i>cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	*	*
3			<i>opuntia chlorotica</i>	nopal verdoso	*	
4			<i>opuntia macrocentra</i>	nopal violáceo		*
5			<i>opuntia phaeacantha</i>	nopal de chihuahua		*



Listado de especies en SAR						
No.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	MDM	PH
Estrato herbáceo						
1	Fabales	Fabaceae	<i>dalea versicolor</i>	dalea bicolor	*	
2	Poales	Poaceae	<i>dasyochloa pulchella</i>	zacate borreguero	*	
3	Poales	Poaceae	<i>heteropogon contortus</i>	barba negra	*	
4	Poales	Poaceae	<i>hilaria mutica</i>	toboso	*	
5	Caryophyllales	Montiaceae	<i>phemeranthus aurantiacus</i>	-	*	
6	Fabales	Fabaceae	<i>senna bahinioides</i>	-	*	
7	Malvales	Malvaceae	<i>sida abutifolia</i>	malva	*	

Análisis de diversidad de la vegetación (SAR)

Índices utilizados

Índice de Valor de Importancia

Los datos obtenidos del muestreo realizado en campo dentro del área de estudio (subcuenca), fueron capturados en hojas de cálculo de Excel, donde mediante tablas dinámicas se obtuvieron los datos de una forma sintetizada, que nos permitieron hacer cálculos del valor de importancia y los diferentes índices que se presentan en este apartado.

Una vez obtenido los resultados del muestreo, la metodología utilizada para la obtención del valor de importancia fue en base a los siguientes parámetros:

Densidad: Número de individuos expresado por unidad de área.

Densidad relativa: Se refiere al número de individuos de una especie expresado como una proporción de la densidad total de todas las especies. Dado que algunas veces se presentan problemas en la determinación de los individuos, sobre todo en el estrato herbáceo, en donde algunos individuos crecen en agrupaciones (clon) o se reproducen vegetativamente en forma de rizomas o estolones, y el concepto de individuo causa dudas, entonces, se procedió a contar los retoños (ápices) o los tallos individuales; si los vegetales crecen en forma de clones (caso particular de las gramíneas), se contó todo el clon (macollo) como una unidad y fue tratado como un individuo.

Frecuencia: Número de veces que una especie ocurre en las distintas muestras.



Frecuencia relativa: Se refiere a la aparición de una especie, expresada como una proporción de la frecuencia total de todas las especies.

Dominancia: Proporción de terreno ocupado por una proyección vertical del contorno de las partes aéreas del vegetal hacia el suelo (dominancia en estructura vertical), otra forma de expresarla, es también por el área cubierta por la extensión foliar del vegetal (Cobertura, dominancia en estructura horizontal).

Dominancia relativa: Es la proporción de la dominancia de una especie comparada con la dominancia total de todas las especies.

Valor de Importancia: Parámetro que estima el aporte o significación ecológica de cada especie en la comunidad, el valor máximo es 300%, mientras más se acerque una especie a este valor, mayor será su importancia ecológica y dominio florístico sobre las demás especies presentes y es igual a la suma de la dominancia la abundancia y la frecuencia (House, *et al.*, 2006).

Este índice se calculó de la siguiente manera

IVI= Dominancia Relativa + Densidad Relativa + Frecuencia Relativa

La dominancia (estimador de biomasa: área basal, cobertura) relativa se obtuvo de la siguiente manera:

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia absoluta por especie}}{\text{Dominancia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

El cálculo de la Dominancia absoluta se realiza de la siguiente manera: Dominancia Absoluta = (A.B. media de la especie) *(Número de individuos de la misma especie) Dónde: A.B.= Área Basal El área basal del estrato arbóreo se obtiene de la siguiente forma:

$$A.B = \pi * \left(\frac{DAP}{2}\right)^2$$

Dónde: DAP: Diámetro a la Altura del Pecho Para el caso del estrato arbustivo se sustituyó el DAP por el diámetro de copa al igual que en el estrato herbáceo. La Densidad Relativa se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad absoluta por cada especie}}{\text{Densidad absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Donde:



$$\text{Densidad absoluta} = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

Para obtener la frecuencia relativa se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia absoluta por especie}}{\text{Frecuencia absoluta por cada especie}} \times 100$$

Donde:

Frecuencia absoluta= Número de veces que aparece una especie en total de unidades de muestreo que se realizaron

- **Matorral Desértico Micrófilo**

El índice de valor de importancia para matorral desértico micrófilo se presentan a continuación.

Estrato arbustivo

Dentro de la vegetación arbustiva de matorral desértico micrófilo en el SAR la especies con mayor Importancia ecológica son la Gobernadora (*Larrea tridentata*) con un IVI de 89.9645, el chaparro prieto (*Vachellia constricta*) con un IVI de 42.3849 y la retama (*Senna wislizeni*) con un IVI de 30.3614.

Tabla IV.17 Índice de valor de importancia del estrato arbustivo de matorral desértico micrófilo.

Índice de Valor de Importancia de Arbustivas de Matorral Desértico Micrófilo							
Especies	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Dominancia absoluta m ²	Dominancia relativa	IVI
<i>Aloysia wrightii</i>	32	6.530612245	5	9.80392157	19.1552	2.56324066	18.8978
<i>Condalia ericoides</i>	5	1.020408163	2	3.92156863	4.4041	0.58933178	5.53131
<i>Ephedra trifurca</i>	38	7.755102041	9	17.6470588	35.6166	4.76601223	30.1682
<i>Flourensia cernua</i>	54	11.02040816	2	3.92156863	47.4622	6.35112351	21.2931
<i>Fouquieria splendens</i>	6	1.224489796	1	1.96078431	20.1533	2.69680077	5.88207
<i>Krameria lanceolata</i>	11	2.244897959	3	5.88235294	6.7031	0.89697098	9.02422
<i>Larrea tridentata</i>	207	42.24489796	7	13.7254902	254.0394	33.9941175	89.9645
<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	24	4.897959184	6	11.7647059	41.096	5.49923458	22.1619
<i>Parthenium incanum</i>	3	0.612244898	3	5.88235294	0.6205	0.0830318	6.57763
<i>Prosopis glandulosa</i>	1	0.204081633	1	1.96078431	1.9007	0.25434094	2.41921
<i>Rhus microphylla</i>	6	1.224489796	3	5.88235294	12.5271	1.67630576	8.78315
<i>Senna wislizeni</i>	51	10.40816327	4	7.84313725	90.4995	12.1101319	30.3614
<i>Tecoma stans</i>	2	0.408163265	1	1.96078431	0.0262	0.00350594	2.37245
<i>Vachellia constricta</i>	49	10	2	3.92156863	212.7074	28.4633028	42.3849



Índice de Valor de Importancia de Arbustivas de Matorral Desértico Micrófilo							
Especies	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Dominancia absoluta m ²	Dominancia relativa	IVI
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	1	0.204081633	2	3.92156863	0.3927	0.0525489	4.1782
	490	100	51	100	747.304	100	300

Estrato herbáceo

Dentro de la vegetación herbácea de matorral desértico micrófilo en el SAR la especie con mayor importancia ecológica son el zacate borreguero (*Dasyochloa pulchella*) con un IVI de 187.51, el zacate barba negra (*Heteropogon contortus*) con un IVI de 41.9578 y el zacate toboso (*Hilaria mutiva*) con un IVI de 28.8108. Todas estas especies pertenecientes a las gramíneas.

Tabla IV.18 Índice de valor de importancia del estrato herbáceo de matorral desértico micrófilo.

Índice de Valor de Importancia de Arbustivas de Matorral Desértico Micrófilo							
Especies	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Dominancia absoluta m ²	Dominancia relativa	IVI
<i>Dalea wislizeni</i>	1	1.298701299	1	6.25	0.0962	8.03206145	15.5808
<i>Dasyochloa pulchella</i>	55	71.42857143	9	56.25	0.7166	59.8313434	187.51
<i>Heteropogon contortus</i>	5	6.493506494	1	6.25	0.3499	29.2143275	41.9578
<i>Hilaria mutica</i>	12	15.58441558	2	12.5	0.0087	0.72639225	28.8108
<i>Phemeranthus aurantiacus</i>	1	1.298701299	1	6.25	0.0254	2.1207314	9.66943
<i>Senna bauhinioides</i>	2	2.597402597	1	6.25	0.0002	0.01669867	8.8641
<i>Sida abutilifolia</i>	1	1.298701299	1	6.25	0.0007	0.05844535	7.60715
	77	100	16	100	1.1977	100	300

Estrato suculentas

Dentro de la vegetación de suculentas de matorral desértico micrófilo en el SAR la especie con mayor importancia ecológica son el tasajillo (*Cylindropuntia leptocaulis*) con un IVI de 153.208, y el nopal verdense (*Opuntia chlorotica*) con un IVI de 126.469.

Tabla IV.19 Índice de valor de importancia del estrato suculentas de matorral desértico micrófilo.

Índice de Valor de Importancia de Suculentas de Matorral Desértico Micrófilo							
Especies	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Dominancia absoluta m ²	Dominancia relativa	IVI
<i>Coryphantha robustispina</i>	1	7.142857143	1	11.11111111	0.0491	2.06876211	20.3227



Índice de Valor de Importancia de Suculentas de Matorral Desértico Micrófilo							
Especies	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Dominancia absoluta m ²	Dominancia relativa	IVI
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	7	50	3	33.33333333	1.6584	69.8744417	153.208
<i>Opuntia chlorotica</i>	6	42.85714286	5	55.5555556	0.6659	28.0567962	126.469
	14	100	9	100	2.3734	100	300

Pastizal Halófilo

El índice de valor de importancia para Pastizal Halófilo se presenta a continuación.

Estrato arbustivo

Dentro de la vegetación arbustiva de Pastizal halófilo las especies con mayor importancia ecológica son el largoncillo (*Vachellia Constricta*) con un IVI de 114.65316, la gobernadora (*Larrea tridentata*) con un IVI de 76 y el hojasén (*Flourensia cernua*) con un IVI de 28.4436.

Tabla IV.20 Índice de valor de importancia del estrato arbustivo de Pastizal Halófilo en SAR.

Índice de Valor de Importancia de Arbustivas de Pastizal Halofilo en SAR							
Especies	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Dominancia absoluta m ²	Dominancia relativa	IVI
<i>Aloysia gratissima</i>	1	0.11976048	1	1.92307692	0.1886	0.015836317	2.0586737
<i>Aloysia wrightii</i>	2	0.23952096	1	1.92307692	2.3582	0.198012735	2.3606106
<i>Ephedra trifurca</i>	13	1.55688623	1	1.92307692	30.706	2.578313567	6.0582767
<i>Flourensia cernua</i>	75	8.98203593	5	9.61538462	117.262	9.846225671	28.443646
<i>Koeberlinia spinosa</i>	9	1.07784431	2	3.84615385	1.2272	0.103045216	5.0270434
<i>Krameria lanceolata</i>	2	0.23952096	1	1.92307692	0.9549	0.080180799	2.2427787
<i>Larrea tridentata</i>	330	39.5209581	9	17.3076923	228.3286	19.17223758	76.000888
<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	37	4.43113772	4	7.69230769	74.7385	6.275623282	18.399069
<i>Prosopis glandulosa</i>	27	3.23353293	9	17.3076923	34.1613	2.868447315	23.409673
<i>Rhus microphylla</i>	13	1.55688623	4	7.69230769	73.4752	6.16954683	15.418741
<i>Senna wislizeni</i>	11	1.31736527	2	3.84615385	9.0978	0.763921747	5.9274409
<i>Vachellia constricta</i>	315	37.7245509	13	25	618.4352	51.92860894	114.65316
	835	100	52	100	1190.9335	100	300

Estrato herbáceo

Dentro de la vegetación herbácea de Pastizal halófilo las especies con mayor importancia ecológica son el zacate toboso (*Hilaria mutica*) con un IVI de 110.30821, zacate cola de caballo (*Bothriochloa barbinodis*) con un IVI de 50.198562 y el zacate navajita (*Bouteloua gracilis*) con un valor de 23.209056.



Tabla IV. 21 Índice de valor de importancia del estrato de herbáceas de Pastizal Halófilo.

Índice de Valor de Importancia de Herbáceas de Pastizal Halófilo							
Especies	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Dominancia absoluta m2	Dominancia relativa	IVI
<i>Aristida divaricata</i>	6	6.52173913	1	5	0.2415	5.363329484	16.885069
<i>Bothriochloa barbinodis</i>	6	6.52173913	2	10	1.5164	33.67682331	50.198562
<i>Bouteloua curtipendula</i>	2	2.17391304	1	5	0.0468	1.039353291	8.2132663
<i>Bouteloua gracilis</i>	5	5.43478261	1	5	0.5752	12.77427379	23.209056
<i>Dasyochloa pulchella</i>	5	5.43478261	2	10	0.0273	0.60628942	16.041072
<i>Evolvulus alsinoides</i>	1	1.08695652	1	5	0.002	0.044416807	6.1313733
<i>Hibiscus dentatus</i>	8	8.69565217	1	5	0.0055	0.12214622	13.817798
<i>Hilaria mutica</i>	34	36.9565217	7	35	1.7269	38.35169228	110.30821
<i>Melinis repens</i>	11	11.9565217	1	5	0.2004	4.450564093	21.407086
<i>Senna bahuinioides</i>	9	9.7826087	2	10	0.1014	2.251932131	22.034541
<i>Thymophylla pentachaeta</i>	5	5.43478261	1	5	0.0594	1.319179177	11.753962
	92	100	20	100	4.5028	100	300

Estrato suculentas

Dentro de la vegetación de suculentas de Pastizal halófilo la especie con mayor importancia ecológica son el tasajillo (*Cylindropuntia leptocaulis*) con un valor IVI de 197.04744.

Tabla IV.22 Índice de valor de importancia del estrato de suculentas de Pastizal Halófilo.

Índice de Valor de Importancia de Suculentas de Pastizal Halofilo							
Especies	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Dominancia absoluta m2	Dominancia relativa	IVI
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	6	75	2	25	2.5835	97.04744375	197.04744
<i>Opuntia macrocentra</i>	1	12.5	1	12.5	0.0707	2.655798054	27.655798
<i>Opuntia phaeacantha</i>	1	12.5	1	12.5	0.0079	0.296758198	25.296758
	8	100	8	100	2.6621	100	300

Estrato arbóreo

Solo se encontraron 7 individuos de 2 especies diferentes dentro de la vegetación arbórea de Pastizal Halófilo, la especie con mayor importancia es el Mezquite *Prosopis glandulosa* con un IVI de 253.6609.



Tabla IV.23 Índice de valor de importancia del estrato Arbóreo de Pastizal Halófilo.

Índice de Valor de Importancia de Arbóreo de Pastizal Halofilo							
Especies	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Dominancia absoluta m2	Dominancia relativa	IVI
<i>Prosopis glandulosa</i>	6	85.7142857	3	75	149.4484	92.94661654	253.6609
<i>Rhus microphylla</i>	1	14.2857143	1	25	11.3411	7.053383461	46.339098
	7	100	4	100	160.7895	100	300

Índice de Shannon-Wiener

Este índice se usa para medir diversidad específica y se representa normalmente como H' expresado por un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas varía entre 0.5 y 5, aún que su valor normal está entre 2 y 3, valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 se consideran altos. Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los menores las zonas desérticas. La fórmula del Índice de Shannon-Wiener es siguiente.

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Donde:

S= Número de especies (riqueza de las especies)

P_i = Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i):

$$\frac{n_i}{N}$$

n_i = Número de individuos de cada especie.

N = Número total de individuos de todas las especies.

Índice de Simpson

El índice de Simpson se deriva de la teoría de probabilidades, y mide la probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie en dos ‘extracciones’ sucesivas al azar sin ‘reposición’. En principio esto constituye una propiedad opuesta a la diversidad, se plantea entonces el problema de elegir una transformación apropiada para obtener una cifra correlacionada positivamente con la diversidad:



$$Si_D = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2 = 1 - D_{Si}$$

SiD = índice de diversidad de Simpson que indica la probabilidad de encontrar dos individuos de especies diferentes en dos 'extracciones' sucesivas al azar sin 'reposición'. Este índice le da un peso mayor a las especies abundantes subestimando las especies raras, tomando valores entre '0' (baja diversidad) hasta un máximo de [1 - 1/S].

Los valores varían entre 0 y 1. Valores de D cercanos con valor de 1 o cercanos a 1 indican niveles altos de dominancia.

Índice de Margalef

Es una medida utilizada para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.

El índice de Margalef tiene la siguiente expresión

$$I = \frac{(S - 1)}{\ln N}$$

Donde:

I es la biodiversidad

S es el número de especies presentes,

N es el número total de individuos encontrados (pertenecientes a todas las especies).

Ln denota el logaritmo neperiano de un número.

Valores inferiores a 2.0 son considerados como relacionados con zonas de baja biodiversidad. Valores superiores a 5.0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad

- Matorral Desértico Micrófilo

Los índices de Shannon-Wiener para matorral desértico micrófilo se presentan a continuación.

Estrato arbustivo

La vegetación arbustiva de Matorral Desértico Micrófilo obtuvo un valor de índice de Shannon-Wiener de 2.763930 lo que se considera un valor normal de diversidad específica. El índice de Margalef mostró



un resultado de 2.2601 lo que muestra que la comunidad presenta un valor medio de riqueza específica. El índice de Simpson indica que hay un nivel bajo de dominancia.

Tabla IV. 24 Índice de Shannon-Wiener del estrato arbustivo de matorral desértico micrófilo.

Índices de biodiversidad de arbustivas de Matorral Desértico Micrófilo										
Especie	n	S	ni	N	PI	Log ₂ PI	(Pi(LnPi))	Shannon	Simpson	Margalef
<i>Aloysia wrightii</i>	32	15	32	490	0.07	-3.93664	0.257090	2.763930	0.00414	2.26010
<i>Condalia ericoides</i>	5		5		0.01	-6.61471	0.0675		0.00008	
<i>Ephedra trifurca</i>	38		38		0.08	-3.68871	0.28606		0.00587	
<i>Flourensia cernua</i>	54		54		0.11	-3.18175	0.35064		0.01194	
<i>Fouquieria splendens</i>	6		6		0.01	-6.35168	0.07778		0.00013	
<i>Krameria lanceolata</i>	11		11		0.02	-5.47721	0.12296		0.00046	
<i>Larrea tridentata</i>	207		207		0.42	-1.24315	0.52517		0.17796	
<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	24		24		0.05	-4.35168	0.21314		0.0023	
<i>Parthenium incanum</i>	3		3		0.01	-7.35168	0.04501		0.00003	
<i>Prosopis glandulosa</i>	1		1		0.00	-8.93664	0.01824		0	
<i>Rhus microphylla</i>	6		6		0.01	-6.35168	0.07778		0.00013	
<i>Senna wislizeni</i>	51		51		0.10	-3.26421	0.33974		0.01064	
<i>Tecoma stans</i>	2		2		0.00	-7.93664	0.03239		0.00001	
<i>Vachellia constricta</i>	49		49		0.10	-3.32193	0.33219		0.00982	
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	1		1		0.00	-8.93664	0.01824		0	
Dominancia								0.22351		
Diversidad								0.77649		
IRS								4.4740727 48423		

Estrato herbáceo

La vegetación herbácea de Matorral Desértico Micrófilo obtuvo un valor de índice de Shannon-Wiener de 1.40181 que se consiera un nivel bajo de diversidad específica. El índice de Margalef mostró un resultado de 1.3812 lo que muestra que la comunidad presenta un nivel bajo de riqueza específica. El Índice de Simpson indica que existe mas dominancia que diversidad para este estrato.

Tabla IV. 25 Índice de Shannon-Wiener del estrato herbáceo de matorral desértico micrófilo.

Índices de biodiversidad de herbáceas de Matorral Desértico Micrófilo										
Especie	n	S	ni	N	PI	Log ₂ PI	(Pi(LnPi))	Shannon	Simpson	Margalef
<i>Dalea wislizeni</i>	1	7	1	77	0	-6.26679	0.08139	1.40181	0	1.38128
<i>Dasyochloa pulchella</i>	55		55		0.7	-0.48543	0.34673		0.50752	
<i>Heteropogon contortus</i>	5		5		0.1	-3.94486	0.25616		0.00342	
<i>Hilaria mutica</i>	12		12		0.2	-2.68182	0.41795		0.02256	



Índices de biodiversidad de herbáceas de Matorral Desértico Micrófilo										
Especie	n	S	ni	N	PI	Log ₂ PI	(Pi(LnPi))	Shannon	Simpson	Margalef
<i>Phemeranthus aurantiacus</i>	1		1		0	-6.26679	0.08139		0	
<i>Senna bauhinioides</i>	2		2		0	-5.26679	0.1368		0.00034	
<i>Sida abutilifolia</i>	1		1		0	-6.26679	0.08139		0	
									Dominancia	0.53384
									Diversidad	0.46616
									IRS	1.87322044 1

Estrato Suculentas

Tabla IV.26 Índice de Shannon-Wiener del estrato suculentas de matorral desértico micrófilo.

Índices de biodiversidad de suculentas de Matorral Desértico Micrófilo										
Especie	n	S	ni	N	PI	Log ₂ PI	(Pi(LnPi))	Shannon	Simpson	Margalef
<i>Coryphantha robustispina</i>	1		1		0.1	-3.80735	0.27195		0	
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	7	3	7	14	0.5	-1	0.5	1.29583	0.23077	0.75785
<i>Opuntia chlorotica</i>	6		6		0.4	-1.22239	0.52388		0.16484	
									Dominancia	0.39561
									Diversidad	0.60439
									IRS	2.52774197

La vegetación de plantas suculentas de Matorral Desértico Micrófilo obtuvo un valor de índice de Shannon-Wiener de 1.2958. El índice de Margalef mostró un resultado de 0.7578 lo que muestra que la comunidad presenta un nivel bajo de riqueza específica. El índice de Simpson indica que existe más diversidad que dominancia en este estrato.

- **Pastizal Halófilo**

Los índices de Shannon-Wiener para pastizal halófilo se presentan a continuación:

Estrato arbustivo

La vegetación arbustiva de Pastizal Halófilo obtuvo un valor de índice de Shannon-Wiener de 2.12129 lo cual indica que la diversidad en esta comunidad está dentro del rango normal. El índice de Margalef mostró un resultado de 1.6351 lo que muestra que la comunidad presenta un valor bajo de riqueza específica. El índice de Simpson indica que hay un nivel bajo de dominancia.



Tabla IV.27 índice de Shannon-Wiener del estrato arbustivo de Pastizal Halófilo en SAR.

Índices de biodiversidad de Arbustivas de Pastizal Halófilo										
Especie	n	S	ni	N	PI	Log ₂ PI	(Pi(LnPi))	Shannon	Simpson	Margalef
<i>Aloysia gratissima</i>	1	12	1	835	0	-9.70563	0.01162	2.12129	0	1.6351
<i>Aloysia wrightii</i>	2		2		0	-8.70563	0.02085		0	
<i>Ephedra trifurca</i>	13		13		0.02	-6.00519	0.09349		0.00022	
<i>Flourensia cernua</i>	75		75		0.09	-3.47681	0.31229		0.00797	
<i>Koeberlinia spinosa</i>	1		1		0	-9.70563	0.01162		0	
<i>Krameria lanceolata</i>	10		10		0.01	-6.3837	0.07645		0.00013	
<i>Larrea tridentata</i>	330		330		0.4	-1.33931	0.52931		0.1559	
<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	37		37		0.04	-4.49618	0.19923		0.00191	
<i>Prosopis glandulosa</i>	27		27		0.03	-4.95074	0.16008		0.00101	
<i>Rhus microphylla</i>	13		13		0.02	-6.00519	0.09349		0.00022	
<i>Senna wislizeni</i>	11		11		0.01	-6.2462	0.08229		0.00016	
<i>Vachellia constricta</i>	315		315		0.38	-1.40642	0.53057		0.14203	
Dominancia									0.30955	
Diversidad									0.69045	
IRS									3.2304959	

Estrato herbáceo

La vegetación herbácea de Pastizal Halófilo obtuvo un valor de índice de Shannon-Wiener de 2.94344 lo cual indica que la diversidad en esta comunidad está dentro del rango normal. El índice de Margalef arrojó un resultado de 2.20105 de riqueza específica. El Índice de Simpson indica que existe un nivel bajo de dominancia para este estrato.

Tabla IV. 28 Índice de Shannon-Wiener del estrato Herbáceo de Pastizal Halófilo.

Índices de biodiversidad de Herbáceas de Pastizal Halófilo										
Especie	n	S	ni	N	PI	Log ₂ PI	(Pi(LnPi))	Shannon	Simpson	Margalef
<i>Aristida divaricata</i>	6	11	6	94	0.06	-3.96963	0.25338	2.94344	0.00343	2.20105
<i>Bothriochloa barbinodis</i>	6		6		0.06	-3.96963	0.25338		0.00343	
<i>Bouteloua curtipendula</i>	2		2		0.02	-5.55459	0.11818		0.00023	
<i>Bouteloua gracilis</i>	5		5		0.05	-4.23266	0.22514		0.00229	
<i>Dasyochloa pulchella</i>	5		5		0.05	-4.23266	0.22514		0.00229	
<i>Evolvulus alsinoides</i>	1		1		0.01	-6.55459	0.06973		0	
<i>Hibiscus denudatus</i>	8		8		0.09	-3.55459	0.30252		0.00641	
<i>Hilaria mutica</i>	34		34		0.36	-1.46713	0.53066		0.12835	
<i>Melinis repens</i>	11		11		0.12	-3.09516	0.3622		0.01258	
<i>Senna bauhinioides</i>	9		9		0.1	-3.38466	0.32406		0.00824	
<i>Thymophylla pentachaeta</i>	7		7		0.07	-3.74723	0.27905		0.0048	



Dominancia	0.17205
Diversidad	0.82795
IRS	5.8122639

Estrato suculentas

La vegetación de plantas suculentas de Matorral Desértico Micrófilo obtuvo un valor de índice de Shannon-Wiener de 1.06128 y un valor de 0.9618 en el índice de Margalef, lo que indica un nivel bajo en diversidad y un nivel bajo de riqueza específica. El índice de Simpson indica que existe más diversidad que dominancia.

Tabla IV. 29 Índice de Shannon-Wiener del estrato suculentas de Pastizal Halófilo.

Índices de biodiversidad de Suculentas Pastizal Halófilo										
Especie	n	S	ni	N	PI	Log ₂ PI	(Pi(LnPi))	Shannon	Simpson	Margalef
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	6	3	6	8	0.75	-0.41504	0.31128	1.06128	0.53571	0.9618
<i>Opuntia macrocentra</i>	1		1		0.13	-3	0.375		0	
<i>Opuntia phaeacantha</i>	1		1		0.13	-3	0.375		0	
								Dominancia	0.5371	
								Diversidad	0.4629	
								IRS	1.8618507	

Estrato arbóreo

Solo se encontraron dos especies arbóreas en el Pastizal Halófilo. Este estrato tuvo niveles muy bajos de biodiversidad y riqueza específica arrojando un valor en índice de Shannon de 0.59167 y un índice de Margalef de 5139. A su vez presentó un nivel alto de dominancia.

Tabla IV.30 Índice de Shannon-Wiener del estrato Arbóreo de Pastizal Halófilo.

Índices de biodiversidad de Arbóreo de Pastizal Halófilo										
Especie	n	S	ni	N	PI	Log ₂ PI	(Pi(LnPi))	Shannon	Simpson	Margalef
<i>Prosopis glandulosa</i>	6	2	6	7	0.86	-0.22239	0.19062	0.59167	0.71429	0.5139
<i>Rhus microphylla</i>	1		1		0.14	-2.80735	0.40105		0	
								Dominancia	0.71429	
								Diversidad	0.28571	
								IRS	1.3999916	



Convención sobre el Comercio Internacional de las Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. (CITES)

Apéndice I

Se incluyen las especies sobre las que se cierne el mayor grado de peligro entre las especies de fauna y de flora incluidas en los Apéndices de la CITES. Estas especies están en peligro de extinción y la CITES prohíbe el comercio internacional de especímenes de esas especies, salvo cuando la importación se realiza con fines no comerciales.

Apéndice II

Figuran especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio. En este Apéndice figuran también las llamadas "especies semejantes", es decir, especies cuyos especímenes objeto de comercio son semejantes a los de las especies incluidas por motivos de conservación.

Apéndice III

Figuran las especies incluidas a solicitud de una Parte que ya reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas. Sólo se autoriza el comercio internacional de especímenes de estas especies previa presentación de los permisos o certificados apropiados.

Red List (Lista Roja)

Lista Roja (también denominada en algunas ocasiones como Red List) de las Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). A evolucionado hasta convertirse en la fuente de información mas completa del mundo sobre el estado de conservación mundial de especies.

La Lista Roja de la UICN es un indicador crítico de la salud de la biodiversidad del mundo. es una herramienta poderosa para informar y catalizar acciones para la conservación de la biodiversidad y el cambio de políticas, fundamental para proteger los recursos naturales. Proporciona información sobre el rango, el tamaño de la población, el hábitat y la ecología, el uso y / o el comercio, las amenazas y las acciones de conservación que ayudarán a informar las decisiones de conservación necesarias. En la siguiente figura se explica detalladamente los estados de conservación de la Lista Roja de UICN.

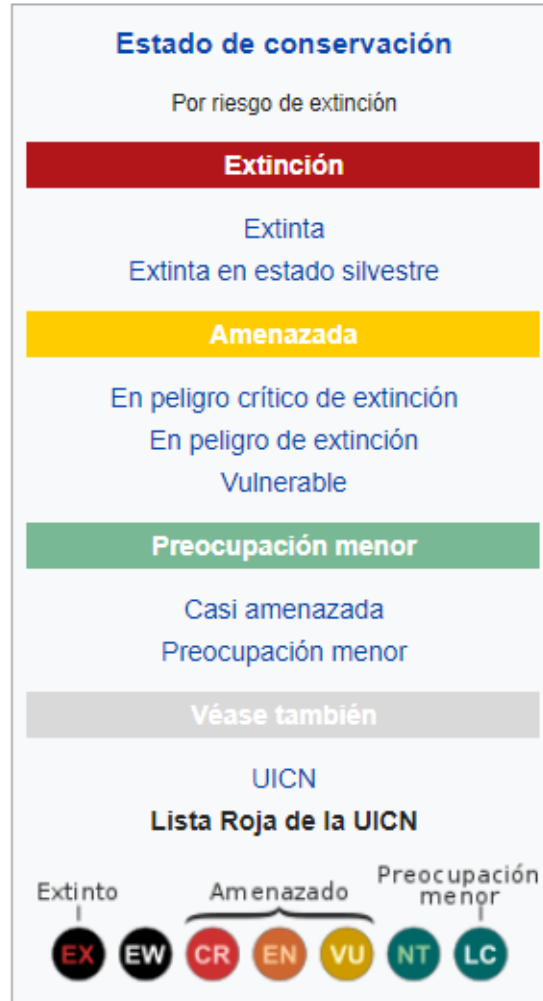


Figura IV.38 Estados de conservación de las especies de la Lista Roja de la UICN.

Especies protegidas y endemismo

En la siguiente tabla se muestra el estado de protección de las especies de flora en el SAR. Ninguna de las especies presentes es endémica. También se encuentran los estatus de protección de CITES y Red List, (Tabla IV.31 y 32).



Tabla IV.31 Especies registradas en el muestreo de vegetación que se encuentran contempladas en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora, y Red List en vegetación MDM en SAR

Listado de especies de Matorral Desértico Micrófilo en SAR									
No.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Prioritarias para la conservación SEMARNAT 2014	CITES	IUCN Red List
Estrato arbustivo									
1	Lamiales	Verbenaceae	<i>Aloysia wrightii</i>	oreganillo	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
2	Rosales	Rhamnaceae	<i>Condalia ericoides</i>	abrojo	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
3	Ephedrales	Ephedraceae	<i>Ephedra trifurca</i>	cola de zorra	No endémica	S/C	S/C	S/C	LC
4	Asterales	Asteraceae	<i>Flourensia cernua</i>	hojasén	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
5	Ericales	Fouquieriaceae	<i>Fouquieria splendens</i>	ocotillo	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
6	Zygophyllales	Krameriaceae	<i>Krameria lanceolata</i>	prairie bur	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
7		Zygophyllaceae	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
8	Fabales	Fabaceae	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	espino	No endémica	S/C	S/C	S/C	LC
9	Asterales	Asteraceae	<i>Parthenium incanum</i>	mariola	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
10	Fabales	Fabaceae	<i>Prosopis glandulosa</i>	mezquite dulce	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
11	Sapindales	Anacardiaceae	<i>Rhus microphylla</i>	agrillo	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
12	Fabales	Fabaceae	<i>Senna wislizeni</i>	carrozo	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
13			<i>Tecoma stans</i>	tronadora	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
14	Fabales	Fabaceae	<i>Vachellia constricta</i>	chaparro prieto	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
15	Rosales	Rhamnaceae	<i>Ziziphus obtusifolia</i>	garrapatilla	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
Estrato suculentas									
1	Caryophyllales	Cactaceae	<i>Coryphantha robustispina</i>	Biznaga partida de espinas gruesas	No endémica	S/C	S/C	S/C	LC
2			<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	No endémica	S/C	S/C	Apéndice II	LC
3			<i>Opuntia chlorotica</i>	nopal verdoso	No endémica	S/C	S/C	Apéndice II	LC
Estrato herbáceo									
1	Fabales	Fabaceae	<i>Dalea versicolor</i>	dalea bicolor	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
2	Poales	Poaceae	<i>Dasyochloa pulchella</i>	zacate borreguero	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
3	Poales	Poaceae	<i>Heteropogon contortus</i>	barba negra	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C



Listado de especies de Matorral Desértico Micrófilo en SAR									
No.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Prioritarias para la conservación SEMARNAT 2014	CITES	IUCN Red List
4	Poales	Poaceae	<i>Hilaria mutica</i>	toboso	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
5	Caryophyllales	Montiaceae	<i>Phemeranthus aurantiacus</i>	-	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
6	Fabales	Fabaceae	<i>Senna bauhinioides</i>	-	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
7	Malvales	Malvaceae	<i>Sida abutifolia</i>	malva	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C

A continuación, se presenta la lista de las especies del tipo de vegetación PH

Tabla IV.32 Especies registradas en el muestreo de vegetación que se encuentran contempladas en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora, y Red List en vegetación PH en SAR

Listado de especies de Pastizal Halófilo en SAR									
No.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Prioritarias para la conservación SEMARNAT 2014	CITES	IUCN Red List
Estrato arbóreo									
1	Fabales	Fabaceae	<i>Prosopis glandulosa</i>	mezquite dulce	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
2	Sapindales	Anacardiaceae	<i>Rhus microphylla</i>	agrillo	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
Estrato arbustivo									
1	Lamiales	Verbenaceae	<i>Aloysia gratissima</i>	vara dulce	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
2	Lamiales	Verbenaceae	<i>Aloysia wrightii</i>	oreganillo	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
3	Ephedrales	Ephedraceae	<i>Ephedra trifurca</i>	cola de zorra	No endémica	S/C	S/C	S/C	LC
4	Asterales	Asteraceae	<i>Flourensia cernua</i>	hojasén	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
5	Bassicales	Koberliniaceae	<i>Koerberlinia spinosa</i>	abrojo	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
6	Zygophyllales	Krameriaceae	<i>Krameria lanceolata</i>	prairie bur	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
7		Zygophyllaceae	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
8	Fabales	Fabaceae	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	espio	No endémica	S/C	S/C	S/C	LC
9	Fabales	Fabaceae	<i>Prosopis glandulosa</i>	mezquite dulce	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C



Listado de especies de Pastizal Halófilo en SAR									
No.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Prioritarias para la conservación SEMARNAT 2014	CITES	IUCN Red List
10	Sapindales	Anacardiaceae	<i>Rhus microphylla</i>	agrillo	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
11	Fabales	Fabaceae	<i>Senna wislizeni</i>	carrozo	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
12	Fabales	Fabaceae	<i>Vachellia constricta</i>	chaparro prieto	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
Estrato suculentas									
1	Caryophyllales	Cactaceae	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	No endémica	S/C	S/C	Apéndice II	LC
2			<i>Opuntia macrocentra</i>	nopal violáceo	No endémica	S/C	S/C	Apéndice II	LC
3			<i>Opuntia phaeacantha</i>	nopal de chihuahua	No endémica	S/C	S/C	Apéndice II	LC
Estrato herbáceo									
1	Poales	Poaceae	<i>Aristida divaricata</i>	tres basbas abierto	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
2	Poales	Poaceae	<i>Bothriochloa barbinodis</i>	cola de caballo	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
3	Poales	Poaceae	<i>Bouteloua curtipendula</i>	banderilla	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
4	Poales	Poaceae	<i>Bouteloua gracilis</i>	navajita	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
5	Poales	Poaceae	<i>Dasyochloa pulchella</i>	zacate borreguero	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
6	Solanales	Convolvulaceae	<i>Evolvulus alsinoides</i>	pico de pájaro	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
7	Poales	Poaceae	<i>Hilaria mutica</i>	toboso	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
8	Malvales	Malvaceae	<i>Hibiscus denudatus</i>	tulipán del desierto	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
9	Poales	Poaceae	<i>Melinis repens</i>	pasto africano rosado	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
10	Fabales	Fabaceae	<i>Senna bahinioides</i>		No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
11	Asterales	Asteraceae	<i>Thymophylla pentachaeta</i>	limoncillo	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C

IV.2.2.2 Vegetación en el área de cambio de uso de suelo

Dentro del área sujeta a cambio de uso de suelo se encuentran el Matorral Desértico Micrófilo (839,228.92m²) y Pastizal Halófilo (357,410.73 m²).

Tabla IV.33 Superficies de los tipos de vegetación del área CUSTF.

Tipo de Vegetación	Superficie (ha)	Proporción
Matorral Desértico Micrófilo	83.922892	70.13



Tipo de Vegetación	Superficie (ha)	Proporción
Pastizal Halófilo	35.741073	29.87
Total	119.663965	100.00

Matorral Desértico Micrófilo

Es el tipo de matorral formado por arbustos de hoja o foliolo pequeño. Se desarrolla principalmente sobre terrenos aluviales más o menos bien drenados, los terrenos planos y partes inferiores de los cerros; puede estar formado por asociaciones de especies sin espinas, con espinas o mezclados; asimismo pueden estar en su composición otras formas de vida, como cactáceas, izotes o gramíneas.

La distribución de este matorral se extiende a las zonas más secas de México, y en áreas en que la precipitación es inferior a 100 mm anuales, la vegetación llega a cubrir solo el 3% de la superficie, la altura varía de 0.5 a 1.5 m.

Pastizal Halófilo

Comunidad de gramíneas y gramínoideas que se desarrolla sobre suelos salino-sódicos, por lo que su presencia es independiente del clima; es frecuente en el fondo de las cuencas cerradas de zonas áridas y semiáridas; y en algunas áreas próximas a las costas afectadas por el mar o por lagunas costeras. Su distribución comprende todo el Altiplano, desde Chihuahua y Coahuila, hasta Jalisco, Michoacán, Valle de México, Puebla y Tlaxcala, así como de algunas porciones de planicies costeras de la parte norte del país.

Cuando los cloruros y los sulfatos son las sales predominantes, el pH del suelo donde se desarrollan estos pastizales se mantiene generalmente entre 7 y 8.5, en cambio, de ser los carbonatos los más abundantes, la reacción es fuertemente alcalina. Por lo general la precipitación media anual oscila de los 200mm a los 600mm en promedio. Estos suelos, por lo común, son de textura arcillosa y de drenaje deficiente y muchas veces están sujetos a inundaciones más o menos prolongadas. La humedad del suelo, así como el contenido de sales y su alcalinidad pueden tener una variación acentuada a lo largo del año y muchas veces también de un año a otro.

Entre las formas biológicas de las comunidades halófitas predominan las gramíneas rizomatosas y las plantas herbáceas suculentas. Los pastizales halófilos del Altiplano varían por lo común, de bajos a medianos (hasta 80 cm de alto) y, en general, son densos. Con el objetivo de estimular la aparición de retoños tiernos estos pastizales son quemados periódicamente. En Chihuahua y Coahuila, principalmente, ocupa grandes extensiones el pastizal de *Hilaria mutica* (toboso), de 40 a 70 cm de



altura. Desde luego que las gramíneas no son las únicas plantas que pueden crecer en tales condiciones, pero con frecuencia son las dominantes y las que definen la fisonomía de las comunidades vegetales que ahí habitan.

- b. Indicar nombre común y científico de las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, Identificar las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, especificando, nombre científico, nombre común, distribución y categoría de riesgo presentes en la subcuenca o SAR.

Se consideró realizar un muestreo aleatorio con **15 parcelas** circulares en la vegetación de Matorral Desértico Micrófilo, en cada sitio de muestreo se contempló obtener información sobre los tres estratos de vegetación (arbóreo, arbustivo y herbáceo.). Para el registro de individuos pertenecientes al estrato arbóreo se tomó en cuenta hacerlo en un rodal con un radio de 17.84 metros y una superficie de 1 000 m²; en el caso de individuos arbustivos se consideró delimitar un rodal dentro de la parcela circular del estrato arbóreo, este rodal con un radio de 11.28 metros y una superficie de 400 m²; y para el estrato herbáceo se consideró hacer un cuadrante de 1 m² dentro de los rodales antes mencionados. De modo que se evaluó obtener una superficie de muestreo de 23 000 m² para el estrato arbóreo, de 9200 m² para el estrato arbustivo y de 23 m² para el estrato herbáceo dentro de la vegetación de Matorral Desértico Micrófilo.

En la **Tabla IV.34** se muestran las coordenadas geográficas UTM (WGS 84 Z13N) de los sitios de muestreo que se realizaron dentro de MDM (Ver plano denominado como Unidades de Muestreo en el área sujeta a CUSTF).

Tabla IV.34 Sitios de Muestreo dentro de MDM

Unidades de Muestreo dentro del Matorral Desértico Micrófilo en CUSTF		
ID	X	Y
1	361027	3340309
2	361206	3339953
3	361146	3339795
4	360856	3339991
5	361413	3340551
6	361339	3340785
7	360972	3339722
8	360819	3340190
9	361685	3340580
10	361309	3340226
11	361147	3340379
12	361148	3340529
13	361000	3339910
14	361142	3340123



Unidades de Muestreo dentro del Matorral Desértico Micrófilo en CUSTF		
ID	X	Y
15	361540	3340310

Asimismo, se realizó un muestreo aleatorio en la vegetación de **Pastizal Halófilo** en **15** parcelas circulares, al igual que en el muestreo de MDM se consideró registrar información de los tres estratos de vegetación (arbóreo, arbustivo, suculentas y herbáceo). Se tomaron los mismos criterios para estos sitios de muestreo: para el estrato arbóreo un radio de 17.84 metros con una superficie de 1 000 m², para el estrato arbustivo y suculentas se delimito un rodal dentro de la parcela circular del estrato arbóreo, con un radio de 11.28 metros y una superficie de 400 m²; para el estrato herbáceo se hizo un cuadrante de 1 m² dentro de los rodales ya mencionados.

Se consideró tener para este tipo de vegetación una superficie de muestreo de 21 015 m² para el estrato arbóreo, de 15 000 m² para el estrato arbustivo y suculentas 6 000 m² y de 15 m² para el estrato herbáceo.

En la **Tabla IV.35** se muestran las coordenadas geográficas UTM (WGS 84, Zona 13N) de los sitios de muestreo que se realizaron dentro de la vegetación de Pastizal Halófilo (ver Plano denominado como Unidades de muestreo en el CUSTF).

Tabla IV.35 Coordenadas geográficas UTM (WGS 84, Zona 13N) en los sitios de muestreo de PH

Unidades de Muestreo dentro del Pastizal Halófilo en CUSTF		
ID	X	Y
1	361725	3340809
2	361625	3341083
3	361870	3340325
4	361835	3340625
5	361590	3341038
6	361499	3340944
7	361698	3340751
8	361796	3340744
9	361863	3340681
10	361796	3340542
11	361888	3340643
12	361799	3340450
13	361904	3340554
14	361793	3340352
15	361901	3340453



El Muestreo realizado para Matorral Desértico Micrófilo arrojó un total de 1529 individuos de estos no se observó ninguno con desarrollo arbóreo, con desarrollo arbustivo 1367 individuos, en el estrato suculento se presentaron 11 individuos y 151 individuos del estrato herbáceo, así mismo se verificó si las especies encontradas están contempladas en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010, observando que ninguna de las especies se encuentra enlistada en esta norma. En la tabla IV.43. Se describe la información obtenida del muestreo y verificación de las especies en la Norma.

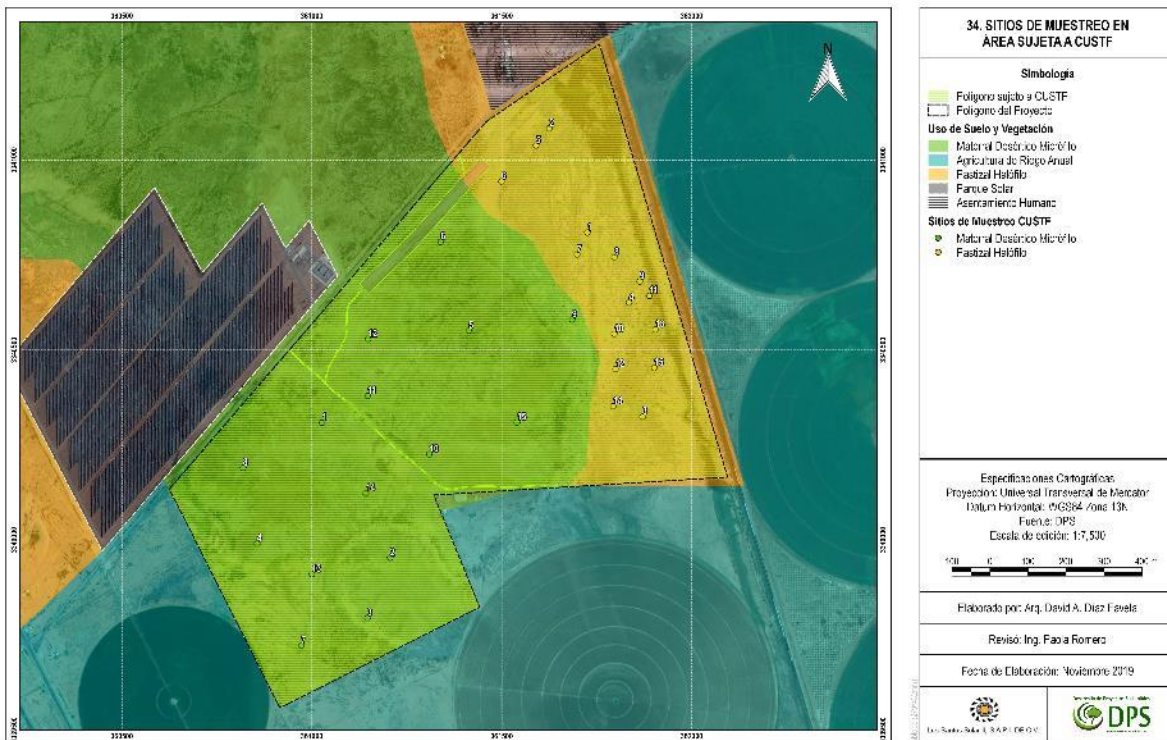


Figura IV.39 Sitios de muestreo que se realizaron en el Sistema Ambiental Regional.

Comprobación estadística de la veracidad del muestreo

Para comprobar que el muestreo de las especies florísticas es representativo se utilizaron los **modelos no paramétricos**. Estos modelos se estiman cuando no se tienen datos del número de individuos, ya que no hay manera de conocer cómo se comporta la distribución de individuos por especie (Álvarez, et al., 2006). Entre las ventajas del uso de los métodos no paramétricos está que estos estimadores tienen un sesgo menor que requieren menor cantidad de datos que los métodos paramétricos (Colwell & Coddington, 1994; Brose, 2002). En este sentido, se consideró utilizar los modelos no paramétricos Chao 1 y ACE.



Chao 1

Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo (singletons) y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras (doubletons) (Álvarez, et al., 2006). Este estimador se expresa de la siguiente forma (Paleontological Society y Palaeontological Association, 2018):

$$Chao1 = Sobs + \frac{f_1^2}{2 f_2}$$

Donde:

Sobs es el número de especies observadas en una muestra.

f_1 es el número de singletons, esto es el número de especies con una sola ocurrencia en la muestra.

f_2 es el número de doubletons, es decir el número de especies con exactamente dos ocurrencias en la muestra.

ACE

El Estimador de Cobertura Basado en Abundancia de especies (por su sigla en inglés ACE) se basa en el concepto de cobertura de la muestra, según el modelo, la cobertura de una muestra se interpreta como la proporción del número total de individuos en un conjunto que pertenece a las especies representadas en la muestra (Chao & Chiu, 2016).

Además, se determinó el Índice de completitud para cada uno de los estimadores. Este índice muestra la relación entre el número de especies conocidas y el número de especies estimadas (Halffter & Moreno, 2005). Y se interpreta como el nivel de conocimiento actual respecto a un valor “real” modelado por unidad de área analizada. (Colín, et al., 2006). Valor que va entre 0 y 1 para este índice, donde un valor muy cercano a la unidad determina que está bien representada la muestra (la cantidad de especies observadas es muy similar a las especies esperadas) y valores iguales o muy próximos a cero indica que las especies observadas no tienen similitud con las especies esperadas (no se encuentra representada el muestreo) (Londoño, 2012).

Se estima de la siguiente manera (Flores-Maldonado, et al., 2015):

$$IC = \frac{Sobs}{Sest}$$

Donde:

IC es el Índice de completitud

Sobs es el número de especies observadas

Sest es el número de especies estimadas por un modelo no paramétrico



También se evaluó el sesgo y la exactitud mediante la relación de las especies estimadas (S_{est}) y las especies observadas ($S_{observada}$). El sesgo indica la sobreestimación o la subestimación de la riqueza y la exactitud indica la cercanía de la riqueza estimada a la riqueza verdadera. Tanto el sesgo como la exactitud tienen valores de -1 a 1, y los valores cercanos a cero son los menos sesgados o los más exactos (Palmer, 1990; Brose, et al., 2003). Se emplearon las fórmulas siguientes (López-Gómez & Williams-Linera, 2006):

$$Sesgo = \frac{S_{est} - S_{obs}}{S_{obs}}$$

$$Exactitud = \left(\frac{S_{est} - S_{obs}}{S_{obs}} \right)^2$$

Se obtuvo los modelos no paramétricos para cada tipo de vegetación presente en el SAR mediante el software EstimateS versión 9.1.0.

Matorral Desértico Micrófilo (MDM) en CUSTF

En la **Tabla IV.36** se presentan los valores obtenidos de Chao 1 y ACE junto con los valores obtenidos de la evaluación de la eficacia de estos estimadores para Matorral Desértico Micrófilo (MDM).

Tabla IV.36 Estimación de modelos no paramétricos observadas en MDM.

Especies observadas	Modelos no paramétricos	Riqueza estimada	Representatividad	Índice de completitud	Exactitud	Sesgo
29	ACE	36	80.56	0.81	0.01	0.24
	Chao 1	42	69.05	0.69	0.02	0.45

Derivado del muestreo realizados para matorral desértico micrófilo se observó una riqueza de 29 especies y de acuerdo con la riqueza esperada por los estimadores ACE y Chao 1 se tiene una representatividad del 80.56 % y 69.05 % respectivamente. Londoño (2012) menciona que un porcentaje del 60% se tiene una muestra representativa. Los valores del Índice de Completitud al estar muy cercanos a la unidad determinan que está bien representada la muestra. Asimismo, los valores de sesgo y exactitud al ser valores muy cercanos a cero representa que la estimación de la riqueza tiene un bajo sesgo y una buena exactitud.

El Muestreo realizado para Matorral Desértico Micrófilo arrojó un total de 1,502 individuos de estos no se observó ninguno con desarrollo arbóreo, con desarrollo arbustivo 1,340 individuos, 151 individuos



del estrato herbáceo y 11 en el estrato de las suculentas. En la **Tabla IV.37** Se describe la información obtenida del muestreo.

Tabla IV.37 Especies identificadas en el Muestreo de MDM.

Especies en MDM			
Nombre científico	Nombre común	Estrato	Total
<i>Condalia ericoides</i>	abrojo	Arbustivo	1
<i>Dalea formosa</i>	-	Arbustivo	1
<i>Ephedra trifurca</i>	cola de zorra	Arbustivo	5
<i>Flourensia cernua</i>	hojasén	Arbustivo	72
<i>Krameria lanceolata</i>	mezquitillo	Arbustivo	61
<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	Arbustivo	342
<i>Prosopis glandulosa</i>	mezquite	Arbustivo	65
<i>Senna wislizeni</i>	retama	Arbustivo	5
<i>Vachellia constricta</i>	chaparro prieto	Arbustivo	788
<i>Ambrosia psyllostachya</i>	altamisa	Herbáceo	3
<i>Aristida divaricata</i>	tres barbas abierto	Herbáceo	23
<i>Bouteloua gracilis</i>	navajita	Herbáceo	7
<i>Conyza canadensis</i>	-	Herbáceo	1
<i>Cryptantha micrantha</i>	ojo de gato	Herbáceo	4
<i>Dasyochloa pulchella</i>	zacate borreguero	Herbáceo	24
<i>Enneapogon desvauxii</i>	pasto	Herbáceo	6
<i>Eriogonum wrightii</i>	-	Herbáceo	23
<i>Hilaria mutica</i>	zacate tobozo	Herbáceo	21
<i>Jatropha macrorhiza</i>	-	Herbáceo	3
<i>Portulaca pilosa</i>	chisme	Herbáceo	1
<i>Salsola kali</i>	rodadora	Herbáceo	10
<i>Sida abutifolia</i>	malva	Herbáceo	16
<i>Sporoboulus airoides</i>	zacate alcalino	Herbáceo	8
<i>Tribulus terrestris</i>	abrojo de flor amarilla	Herbáceo	1
<i>Coryphantha macromeris</i>	biznaga partida partida	Suculentas	1
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	Suculentas	6
<i>Opuntia macrocentra</i>	nopal violáceo	Suculentas	1
<i>Opuntia polyacantha</i>	biznaga partida partida	Suculentas	2
<i>Yucca elata</i>	cortadillo	Suculentas	1

**Pastizal halófilo (PH) en CUSTF**

En la **Tabla IV.38** se presentan los valores obtenidos de Chao 1 y ACE junto con los valores obtenidos de la evaluación de la eficacia de estos estimadores para Pastizal Halófilo (PH).

Tabla IV.38 Estimación de modelos no paramétricos en PH.

Especies observadas	Modelos no paramétricos	Riqueza estimada	Representatividad	Índice de completitud	Exactitud	Sesgo
12	ACE	14	85.71	0.86	0.01	0.17
	Chao 1	13	92.31	0.92	0.01	0.08

Para la vegetación de pastizal halófilo se observó una riqueza de 12 especies. Se tiene una representatividad para Chao 1 del 92.31 % y para ACE del 85.71 %, tomando en cuenta lo señalado por Londoño (2012) con un porcentaje del 60% se tiene una muestra representativa. Se tiene valores del Índice de Completitud muy cercanos a la unidad, de manera que la muestra está bien representada. Igualmente, los valores de sesgo y exactitud al estar muy aproximados al cero señalan que es mínimo el sesgo y una buena exactitud.

En el caso del muestreo realizado para la vegetación de Pastizal Halófilo se obtuvo un total de 388 individuos, de estos, 9 individuos en el estrato arbóreo, con desarrollo arbustivo 289 individuos, 80 individuos para el estrato herbáceo y para el estrato suculento 10 individuos. En la **Tabla IV.39** se describe la información obtenida del muestreo.

Tabla IV.39 Especies que se encontraron en el muestreo de PH.

Especies en PH			
Nombre científico	Nombre común	Estrato	Total
<i>Prosopis glandulosa</i>	mezquite	Arbóreo	9
<i>Prosopis glandulosa</i>	mezquite	Arbustivo	253
<i>Vachellia constricta</i>	chaparro prieto	Arbustivo	36
<i>Aristida adsencionis</i>	zacate tres barbas	Herbáceo	1
<i>Bouteloua gracilis</i>	zacate navajita	Herbáceo	5
<i>Hilaria mutica</i>	zacate toboso	Herbáceo	64
<i>Lasthenia gracilis</i>	-	Herbáceo	10
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	Suculentas	1
<i>Opuntia macrocentra</i>	nopal violáceo	Suculentas	2
<i>Opuntia orbiculata</i>	opuntia melena blanca	Suculentas	2
<i>Opuntia polyacantha</i>	nopal peludito	Suculentas	4
<i>Opuntia pottsii</i>	-	Suculentas	1



Especies de flora registradas durante el muestreo en CUSTF

En la siguiente tabla se presenta el listado de especies de vegetación que se encuentran en el área de cambio de uso de suelo.

Tabla IV.40 Listado de especies de vegetación en el CUSTF.

Listado de especies en el CUSTF						
No.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	MDM	PH
Estrato arbóreo						
1	Fabales	Fabaceae	<i>prosopis glandulosa</i>	mezquite dulce		*
Estrato arbustivo						
1	Asterales	Asteraceae	<i>flourensia cernua</i>	hojasén	*	
2	Ephedrales	Ephedraceae	<i>ephedra trifurca</i>	cola de zorra	*	
3	Fabales	Fabaceae	<i>dalea formosa</i>	featherplume	*	
4			<i>prosopis glandulosa</i>	mezquite dulce	*	*
5			<i>senna wislizeni</i>	carrozo	*	
6			<i>vachellia constricta</i>	chaparro prieto	*	*
7	Rosales	Rhamnaceae	<i>condalia ericoides</i>	abrojo	*	
8	Zygophyllales	Krameriaceae	<i>krameria lanceolata</i>	prairie bur	*	
9		Zygophyllaceae	<i>larrea tridentata</i>	gobernadora	*	
Estrato suculentas						
1	Asparagales	Asparagaceae	<i>yucca elata</i>	cortadillo	*	
2	Caryophyllales	Cactaceae	<i>coryphantha macromeris</i>	biznaga partida partida	*	
3			<i>cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	*	
4			<i>opuntia macrocentra</i>	nopal violáceo	*	*
5			<i>opuntia polyacantha</i>	nopal peludito	*	*
6			<i>opuntia orbiculata</i>	melená blanca	*	*
7			<i>opuntia pottsii</i>	nopal	*	*
Estrato herbáceo						
1	Asterales	Asteraceae	<i>ambrosia psilostachya</i>	altamisa	*	
2			<i>conyza canadensis</i>	calzadilla	*	
3			<i>lasthenia gracilis</i>	-		*
4	Boraginales	Boraginaceae	<i>cryptantha micrantha</i>	ojo de gato	*	
5	Caryophyllales	Amaranthaceae	<i>salsola kali</i>	rodadora	*	
6		Polygonaceae	<i>erigonum wrightii</i>	-	*	
7		Portulacaceae	<i>portulaca pilosa</i>	chisme	*	
8	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>jatropha macrorhiza</i>	-	*	
9	Malvales	Malvaceae	<i>sida abutilifolia</i>	malva	*	
10	Poales	Poaceae	<i>aristida divaricata</i>	tres barbas abierto	*	*
11			<i>bouteloua gracilis</i>	navajita	*	*



Listado de especies en el CUSTF						
No.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	MDM	PH
12			<i>dasyochloa pulchella</i>	zacate borreguero	*	
13			<i>enneapogon desvauxii</i>	pasto	*	
14			<i>hilaria mutica</i>	toboso	*	*
15			<i>sporobolus airoides</i>	zacate alcalino	*	
16	Zygophyllales	Zygophyllaceae	<i>tribulus terrestris</i>	abrojo de flor amarilla	*	

Análisis de diversidad de la vegetación (CUSTF) Índices utilizados

Índice de Valor de Importancia

Los datos obtenidos del muestreo realizado en campo dentro del área de estudio (subcuenca), fueron capturados en hojas de cálculo de Excel, donde mediante tablas dinámicas se obtuvieron los datos de una forma sintetizada, que nos permitieron hacer cálculos del valor de importancia y los diferentes índices que se presentan en este apartado.

Una vez obtenido los resultados del muestreo, la metodología utilizada para la obtención del valor de importancia fue en base a los siguientes parámetros:

Densidad: Número de individuos expresado por unidad de área.

Densidad relativa: Se refiere al número de individuos de una especie expresado como una proporción de la densidad total de todas las especies. Dado que algunas veces se presentan problemas en la determinación de los individuos, sobre todo en el estrato herbáceo, en donde algunos individuos crecen en agrupaciones (clon) o se reproducen vegetativamente en forma de rizomas o estolones, y el concepto de individuo causa dudas, entonces, se procedió a contar los retoños (ápices) o los tallos individuales; si los vegetales crecen en forma de clones (caso particular de las gramíneas), se contó todo el clon (macollo) como una unidad y fue tratado como un individuo.

Frecuencia: Número de veces que una especie ocurre en las distintas muestras.

Frecuencia relativa: Se refiere a la aparición de una especie, expresada como una proporción de la frecuencia total de todas las especies.

Dominancia: Proporción de terreno ocupado por una proyección vertical del contorno de las partes aéreas del vegetal hacia el suelo (dominancia en estructura vertical), otra forma de expresarla, es



también por el área cubierta por la extensión foliar del vegetal (Cobertura, dominancia en estructura horizontal).

Dominancia relativa: Es la proporción de la dominancia de una especie comparada con la dominancia total de todas las especies.

Valor de Importancia: Parámetro que estima el aporte o significación ecológica de cada especie en la comunidad, el valor máximo es 300%, mientras más se acerque una especie a este valor, mayor será su importancia ecológica y dominio florístico sobre las demás especies presentes y es igual a la suma de la dominancia la abundancia y la frecuencia (House, *et al.*, 2006).

Este índice se calculó de la siguiente manera

IVI= Dominancia Relativa + Densidad Relativa + Frecuencia Relativa

La dominancia (estimador de biomasa: área basal, cobertura) relativa se obtuvo de la siguiente manera:

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia absoluta por especie}}{\text{Dominancia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

El cálculo de la Dominancia absoluta se realiza de la siguiente manera: Dominancia Absoluta = (A.B. media de la especie) *(Número de individuos de la misma especie) Dónde: A.B.= Área Basal El área basal del estrato arbóreo se obtiene de la siguiente forma:

$$A.B = \pi * \left(\frac{DAP}{2}\right)^2$$

Dónde: DAP: Diámetro a la Altura del Pecho Para el caso del estrato arbustivo se sustituyó el DAP por el diámetro de copa al igual que en el estrato herbáceo. La Densidad Relativa se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad absoluta por cada especie}}{\text{Densidad absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Donde:



$$\text{Densidad absoluta} = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

Para obtener la frecuencia relativa se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia absoluta por especie}}{\text{Frecuencia absoluta por cada especie}} \times 100$$

Donde:

Frecuencia absoluta= Número de veces que aparece una especie en total de unidades de muestreo que se realizaron

Matorral Desértico Micrófilo

Estrato arbustivo

Dentro de la vegetación arbustiva de matorral desértico micrófilo en el CUSTF las especies con mayor importancia ecológica son el chaparro prieto (*Vachellia constricta*) con un valor IVI de 183.4213, la gobernadora (*Larrea tridentata*) con un valor de IVI de 47.621 y el mezquite (*Prosopis glandulosa*) con un valor de IVI de 26.4893.

Tabla IV.41 Índice de valor de importancia del estrato arbustivo de matorral desértico micrófilo.

Índice de Valor de Importancia de Arbustivas de Matorral Desértico Micrófilo							
Especies	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Dominancia absoluta m ²	Dominancia relativa	IVI
<i>Condalia ericoides</i>	1	0.075528701	1	2.5	2.5447	0.03837666	2.61390536
<i>Dalea formosa</i>	1	0.075528701	1	2.5	0.1963	0.0029604	2.5784891
<i>Ephedra trifurca</i>	5	0.377643505	2	5	0.2058	0.00310367	5.38074718
<i>Flourensia cernua</i>	72	5.438066465	3	7.5	15.8553	0.23911405	13.1771805
<i>Krameria lanceolata</i>	42	3.172205438	4	10	5.1753	0.07804879	13.2502542
<i>Larrea tridentata</i>	341	25.75528701	8	20	126.4431	1.90689053	47.6621775
<i>Prosopis glandulosa</i>	65	4.909365559	8	20	104.7667	1.57998837	26.4893539
<i>Senna wislizeni</i>	5	0.377643505	2	5	3.2438	0.0489198	5.42656331
<i>Vachellia constricta</i>	792	59.81873112	11	27.5	6,372.42	96.1025977	183.421329
Total	1,324	100	40	100	6630.8526	100	300

Estrato suculentas

En la siguiente tabla, se muestra el estrato suculentas en el área de CUSTF, la especie que mostro mayor índice de importancia y mayor frecuencia es la especie *Cylindropuntia leptocaulis* “tasajillo” con 172.8993, mientras que la especie con menor valor de importancia es *Opuntia macrocentra* (nopal



violáceo) con 23.0576. Las especies que mostraron la misma frecuencia absoluta son las especies: *Coryphantha macromeris*, *Opuntia macrocentra* y *Yucca elata*.

Tabla IV.42 Índice de valor de importancia del estrato suculentas de matorral desértico micrófilo.

Índice de Valor de Importancia de Suculentas de Matorral Desértico Micrófilo							
Especies	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Dominancia absoluta m ²	Dominancia relativa	IVI
<i>Coryphantha macromeris</i>	1	9.09090909	1	12.5	0.0804	3.1032886	24.694198
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	6	54.5454545	3	37.5	2.0947	80.851474	172.89693
<i>Opuntia macrocentra</i>	1	9.09090909	1	12.5	0.038	1.4667284	23.057638
<i>Opuntia polyacantha</i>	2	18.1818182	2	25	0.0459	1.7716535	44.953472
<i>Yucca elata</i>	1	9.09090909	1	12.5	0.3318	12.806855	34.397764
Total	11	100	8	100	2.5908	100	300

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo, la especie que mostro mayor frecuencia es la especie *Dasyochloa pulchella*, mientras que la especie que presento mayor índice de valor de importancia es la especie “*Hilaria mutica*” (toboso) con 48.518213. Por otro lado, la especie que presento menor valor de índice de importancia es la especie *Portulaca pilosa* con 4.4222883.

Tabla IV.43 Índice de valor de importancia del estrato herbáceo de matorral desértico micrófilo.

Índice de Valor de Importancia de Herbáceas de Matorral Desértico Micrófilo							
Especies	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Dominancia absoluta m ²	Dominancia relativa	IVI
<i>Ambrosia psyllostachya</i>	3	1.98675497	1	3.5714286	0.0011	0.1037344	5.661918
<i>Aristida divaricata</i>	23	15.2317881	4	14.285714	0.1426	13.447756	42.965258
<i>Bouteloua gracilis</i>	7	4.63576159	1	3.5714286	0.1596	15.050924	23.258114
<i>Conyza canadensis</i>	1	0.66225166	1	3.5714286	0.0064	0.6035458	4.8372261
<i>Cryptantha micrantha</i>	4	2.64900662	1	3.5714286	0.0122	1.1505092	7.3709444
<i>Dasyochloa pulchella</i>	24	15.8940397	7	25	0.0648	6.1109015	47.004941
<i>Enneapogon desvauxii</i>	6	3.97350993	1	3.5714286	0.0124	1.16937	8.7143086
<i>Eriogonum wrightii</i>	23	15.2317881	3	10.714286	0.0209	1.9709544	27.917028
<i>Hilaria mutica</i>	21	13.9072848	3	10.714286	0.2534	23.896643	48.518213
<i>Jatropha macrorhiza</i>	3	1.98675497	1	3.5714286	0.1613	15.211241	20.769425
<i>Portulaca pilosa</i>	1	0.66225166	1	3.5714286	0.002	0.1886081	4.4222883
<i>Salsola kali</i>	10	6.62251656	1	3.5714286	0.0519	4.8943795	15.088325



Índice de Valor de Importancia de Herbáceas de Matorral Desértico Micrófilo							
Especies	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Dominancia absoluta m ²	Dominancia relativa	IVI
<i>Sida abutifolia</i>	16	10.5960265	1	3.5714286	0.0069	0.6506978	14.818153
<i>Sporoboulus airoides</i>	8	5.29801325	1	3.5714286	0.1335	12.589589	21.459031
<i>Tribulus terrestris</i>	1	0.66225166	1	3.5714286	0.0314	2.9611467	7.194827
Total	151	100	28	100	1.0604	100	300

Pastizal Halófilo

El índice de valor de importancia para pastizal halófilo se presenta a continuación:

Estrato arbustivo

En pastizal halófilo, en el estrato arbustivo se presentaron únicamente dos especies. Las cuales, la especie *Prosopis glandulosa* (mezquite) presento mayor índice de importancia con 243.46433 y una frecuencia de 15. La especie *Vachellia constricta* presento un índice de valor de importancia de 56.535664.

Tabla IV.44 Índice de valor de importancia del estrato arbustivo de pastizal halófilo.

Índice de Valor de Importancia de Arbustivas Pastizal Halófilo							
Especies	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Dominancia absoluta m ²	Dominancia relativa	IVI
<i>Prosopis glandulosa</i>	253	87.543253	15	60.000000	389.08450	95.921084	243.46433
<i>Vachellia constricta</i>	36	12.456747	10	40.000000	16.545300	4.078916	56.535664
Total	289	100	25	100	405.629800	100	300

Estrato suculentas

En el estrato suculentas, las especies que presentaron mayor frecuencia fueron *Opuntia macrocentra* y *Opuntia orbiculata*. La especie que presento mayor dominancia absoluta y el mayor índice de valor de importancia es la *Opuntia pottsii* con un valor de 85.412292 y la especie que tiene el menor valor de índice de importancia es la *Opuntia orbiculata* con 49.914905.

Tabla IV.45 Índice de valor de importancia del estrato suculentas de pastizal halófilo.

Índice de Valor de Importancia de Suculentas Pastizal Halófilo							
Especies	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Dominancia absoluta m ²	Dominancia relativa	IVI
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	1	10.00000	1	14.285714	1.038700	33.625769	57.911483



Índice de Valor de Importancia de Suculentas Pastizal Halófilo							
Especies	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Dominancia absoluta m ²	Dominancia relativa	IVI
<i>Opuntia macrocentra</i>	2	20.00000	2	28.571429	0.107500	3.480091	52.051519
<i>Opuntia orbiculata</i>	2	20.00000	2	28.571429	0.041500	1.343477	49.914905
<i>Opuntia polyacantha</i>	4	40.00000	1	14.285714	0.013100	0.424085	54.709800
<i>Opuntia pottsii</i>	1	10.00000	1	14.285714	1.888200	61.126578	85.412292
Total	10	100	7	100	3.089	100	300

Estrato herbáceo

En el área de CUSTF el índice de mayor valor y mayor frecuencia absoluta es la especie *Hilaria mutica* con 251.470931 y por otra parte, la especie que presento menor valor es la especie *Aristida adscensionis* con 6.583757.

Tabla IV.46 Índice de valor de importancia del estrato herbáceo de pastizal halófilo.

Índice de Valor de Importancia de Herbáceas Pastizal Halófilo							
Especies	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Dominancia absoluta m ²	Dominancia relativa	IVI
<i>Aristida adscensionis</i>	1	1.250000	1	5.263158	0.002000	0.070599	6.583757
<i>Bouteloua gracilis</i>	5	6.250000	2	10.526316	0.036400	1.284902	18.061218
<i>Hilaria mutica</i>	64	80.000000	14	73.684211	2.770200	97.786720	251.470931
<i>Lasthenia gracilis</i>	10	12.500000	2	10.526316	0.024300	0.857778	23.884094
Total	80	100	19	100	2.832900	100	300

Índice de Shannon-Wiener

Este índice se usa para medir diversidad específica y se representa normalmente como H' expresado por un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas varía entre 0.5 y 5, aún que su valor normal está entre 2 y 3, valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 se consideran altos. Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los menores las zonas desérticas. La fórmula del Índice de Shannon-Wiener es siguiente.

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Donde:

S= Número de especies (riqueza de las especies)



Pi= Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i):

$$\frac{n_i}{N}$$

ni= Número de individuos de cada especie.

N= Número total de individuos de todas las especies.

Índice de Simpson

El índice de Simpson se deriva de la teoría de probabilidades, y mide la probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie en dos 'extracciones' sucesivas al azar sin 'reposición'. En principio esto constituye una propiedad opuesta a la diversidad, se plantea entonces el problema de elegir una transformación apropiada para obtener una cifra correlacionada positivamente con la diversidad:

$$Si_D = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2 = 1 - D_{Si}$$

SiD = índice de diversidad de Simpson que indica la probabilidad de encontrar dos individuos de especies diferentes en dos 'extracciones' sucesivas al azar sin 'reposición'. Este índice le da un peso mayor a las especies abundantes subestimando las especies raras, tomando valores entre '0' (baja diversidad) hasta un máximo de [1 - 1/S].

Los valores varían entre 0 y 1. Valores de D cercanos con valor de 1 o cercanos a 1 indican niveles altos de dominancia.

Índice de Margalef

Es una medida utilizada para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.

El índice de Margalef tiene la siguiente expresión

$$I = \frac{(S - 1)}{\ln N}$$

Donde:



I es la biodiversidad

S es el número de especies presentes,

N es el número total de individuos encontrados (pertenecientes a todas las especies).

Ln denota el logaritmo neperiano de un número.

Valores inferiores a 2.0 son considerados como relacionados con zonas de baja biodiversidad. Valores superiores a 5.0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad

Matorral Desértico Micrófilo

Estrato arbustivo

Para el estrato arbustivo del área de CUSTF el índice de Shannon presenta un valor de 1.62379, lo que se considera bajo. El índice de Margalef mostró un resultado de 1.11301 lo que muestra que la comunidad presenta un valor bajo de riqueza específica. Por su parte, el índice de Simpson denota una comunidad más equitativa que dominante (**Tabla IV.47**).

Tabla IV.47 Índices de biodiversidad del estrato arbustivo de MDM.

Índices de biodiversidad del estrato arbustivo de MDM										
Especie	n	S	ni	N	PI	Log ₂ PI	(Pi(LnPi))	Shannon	Simpson	Margalef
<i>Condalia ericoides</i>	1	9	1	1,324	0.000755	-10.370687	0.00783	1.62379	0.00000	1.11301
<i>Dalea formosa</i>	1		1		0.000755	-10.370687	0.00783		0.00000	
<i>Ephedra trifurca</i>	5		5		0.003776	-8.048759	0.03040		0.00001	
<i>Flourensia cernua</i>	72		72		0.054381	-4.200762	0.22844		0.00292	
<i>Krameria lanceolata</i>	42		42		0.031722	-4.978370	0.15792		0.00098	
<i>Larrea tridentata</i>	341		341		0.257553	-1.957059	0.50405		0.06619	
<i>Prosopis glandulosa</i>	65		65		0.049094	-4.348320	0.21347		0.00237	
<i>Senna wislizeni</i>	5		5		0.003776	-8.048759	0.03040		0.00001	
<i>Vachellia constricta</i>	792		792		0.598187	-0.741331	0.44345		0.35765	
								Dominancia	0.43013	
								Diversidad	0.56987	
								IRS	2.32485	

Estrato herbáceo

Para el estrato herbáceo del área de CUSTF el índice de Shannon presenta un valor de 3.36919, lo que se considera alto. El índice de Margalef mostró un resultado de 2.79036 lo que muestra que la comunidad presenta un valor normal de riqueza específica.



Tabla IV.48 Índices de biodiversidad del estrato herbáceo de MDM.

Índices de biodiversidad de Herbáceas de Matorral desértico Micrófilo										
Especie	n	S	ni	N	PI	Log ₂ PI	(Pi(LnPi))	Shannon	Simpson	Margalef
<i>Ambrosia psilostachya</i>	3	15	3	151	0.02	-5.65344	0.11232	3.36919	0.00026	2.79036
<i>Aristida divaricata</i>	23		23		0.15	-2.71484	0.41352		0.02234	
<i>Bouteloua gracilis</i>	7		7		0.05	-4.43105	0.20541		0.00185	
<i>Conyza canadensis</i>	1		1		0.01	-7.2384	0.04794		0	
<i>Cryptantha micrantha</i>	4		4		0.03	-5.2384	0.13877		0.00053	
<i>Dasyochloa pulchella</i>	24		24		0.16	-2.65344	0.42174		0.02437	
<i>Enneapogon desvauxii</i>	6		6		0.04	-4.65344	0.1849		0.00132	
<i>Eriogonum wrightii</i>	23		23		0.15	-2.71484	0.41352		0.02234	
<i>Hilaria mutica</i>	21		21		0.14	-2.84609	0.39581		0.01854	
<i>Jatropha macrorhiza</i>	3		3		0.02	-5.65344	0.11232		0.00026	
<i>Portulaca pilosa</i>	1		1		0.01	-7.2384	0.04794		0	
<i>Salsola kali</i>	10		10		0.07	-3.91648	0.25937		0.00397	
<i>Sida abutifolia</i>	16		16		0.11	-3.2384	0.34314		0.0106	
<i>Sporobolus airoides</i>	8		8		0.05	-4.2384	0.22455		0.00247	
<i>Tribulus terrestris</i>	1	1	0.01	-7.2384	0.04794	0				
									Dominancia	0.10885
									Diversidad	0.89115
									IRS	1.1221455

Estrato suculentas

Para el estrato suculentas del área de CUSTF el índice de Shannon presenta un valor de 1.86762, lo que se considera bajo. El índice de Margalef mostró un resultado de 1.66813 lo que muestra que la comunidad presenta un valor bajo de riqueza específica.

Tabla IV.49 Índices de biodiversidad del estrato suculentas de MDM.

Índices de biodiversidad de Suculentas de Matorral Desértico Micrófilo										
Especie	n	S	ni	N	PI	Log ₂ PI	(Pi(LnPi))	Shannon	Simpson	Margalef
<i>Coryphantha macromeris</i>	1	5	1	11	0.09	-3.45943	0.31449	1.86762	0	1.66813



Índices de biodiversidad de Suculentas de Matorral Desértico Micrófilo										
Especie	n	S	ni	N	PI	Log ₂ PI	(Pi(LnPi))	Shannon	Simpson	Margalef
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	6		6		0.55	-0.87447	0.47698		0.27273	
<i>Opuntia macrocentra</i>	1		1		0.09	-3.45943	0.31449		0	
<i>Opuntia polyacantha</i>	2		2		0.18	-2.45943	0.44717		0.01818	
<i>Yucca elata</i>	1		1		0.09	-3.45943	0.31449		0	
									Dominancia	0.29091
									Diversidad	0.70909
									IRS	1.4102582

Pastizal halófilo

Estrato arbustivo

Para el estrato arbustivo del área de CUSTF en pastizal halófilo, el índice de Shannon presenta un valor de 0.54235, que se considera muy bajo. El índice de Margalef mostró un resultado de 0.17648 lo que muestra que la comunidad presenta un valor muy bajo de riqueza específica. Por su parte el índice de Simpson demuestra que en la comunidad predomina la dominancia, por la especie *Prosopis glandulosa* (Tabla IV.50).

Tabla IV.50 Índices de biodiversidad del estrato arbustivo de PH.

Índices de biodiversidad del estrato arbustivo de Pastizal Halófilo										
Especie	n	S	ni	N	PI	Log ₂ PI	(Pi(LnPi))	Shannon	Simpson	Margalef
<i>Prosopis glandulosa</i>	253	2	253	289	0.875433	-0.191932	0.16802	0.54235	0.76600	0.17648
<i>Vachellia constricta</i>	36		36		0.124567	-3.005001	0.37433		0.01514	
									Dominancia	0.78114
									Diversidad	0.21886
									IRS	1.28018

Estrato suculentas

Para el estrato arbustivo del área de CUSTF el índice de Shannon presenta un valor de 2.12193, clasificado como un valor medio. El índice de Simpson denota que la comunidad tiende a ser ligeramente más equitativa. El índice de Margalef mostró un resultado de 1.73718 lo que muestra que la comunidad presenta un valor bajo de riqueza específica. (Tabla IV.51).



Tabla IV.51 Índices de biodiversidad del estrato suculentas de PH.

Índices de biodiversidad del estrato suculentas de Pastizal Halófilo										
Especie	n	S	ni	N	PI	Log ₂ PI	(Pi(LnPi))	Shannon	Simpson	Margalef
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	1	5	1	10	0.100000	-3.321928	0.33219	2.12193	0.000000	1.73718
<i>Opuntia macrocentra</i>	2		2		0.200000	-2.321928	0.46439		0.022220	
<i>Opuntia orbiculata</i>	2		2		0.200000	-2.321928	0.33219		0.000000	
<i>Opuntia polyacantha</i>	4		4		0.400000	-1.321928	0.52877		0.133330	
<i>Opuntia pottsii</i>	1		1		0.100000	-3.321928	0.46439		0.022220	
Dominancia									0.17777	
Diversidad									0.82223	
IRS									5.625246	

Estrato herbáceo

En el caso del estrato herbáceo, el índice de Margalef resultó más bajo que en los estratos anteriores, con un valor de 0.68461, que es un resultado muy bajo de riqueza específica. El índice de Simpson demuestra que la comunidad es más dominante que equitativa, pues predomina la especie *Hilaria mutica*. El índice de Shannon resultó también muy bajo, con un valor de 0.961560.

Tabla IV.52 Índices de biodiversidad del estrato herbáceo de PH.

Índices de biodiversidad del estrato herbáceo de Pastizal Halófilo										
Especie	n	S	ni	N	PI	Log ₂ PI	(Pi(LnPi))	Shannon	Simpson	Margalef
<i>Aristida adscensionis</i>	1	4	1	80	0.01250	-6.321928	0.07902	0.961560	0.000000	0.68461
<i>Bouteloua gracilis</i>	5		5		0.06250	-4.000000	0.25000		0.003160	
<i>Hilaria mutica</i>	64		64		0.80000	-0.321928	0.25754		0.637970	
<i>Lasthenia gracilis</i>	10		10		0.12500	-3.000000	0.37500		0.014240	
Dominancia									0.655370	
Diversidad									0.34463	
IRS									1.525856	

Especies protegidas y endemismo en CUSTF.

En las siguientes tablas se describen la categoría en la que se encuentran las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, también se describen los estatus de protección de CITES y Red List, de las especies registradas. Se presentaron dos especies endémicas dentro del CUSTF.



Tabla IV.53 Especies registradas en el muestreo de vegetación que se encuentran contempladas en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el tipo de vegetación MDM en CUSTF

Listado de especies de Matorral Desértico Micrófilo en el CUSTF									
No.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Prioritarias para la conservación SEMARNAT 2012	CITES	IUCN Red List
Estrato arbustivo									
1	Asterales	Asteraceae	<i>Flourensia cernua</i>	hojasén	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
2	Ephedrales	Ephedraceae	<i>Ephedra trifurca</i>	cola de zorra	No endémica	S/C	S/C	S/C	LC
3	Fabales	Fabaceae	<i>Dalea formosa</i>	featherplume	No endémica	S/C	S/C	S/C	LC
4			<i>Prosopis glandulosa</i>	mezquite dulce	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
5			<i>Senna wislizeni</i>	carrozo	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
6			<i>Vachellia constricta</i>	chaparrio prieto	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
7	Rosales	Rhamnaceae	<i>Condalia ericoides</i>	abrojo	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
8	Zygophyllales	Krameriaceae	<i>Krameria lanceolata</i>	prairie bur	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
9		Zygophyllaceae	<i>Larrea tridentata</i>	gobernadora	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
Estrato suculentas									
1	Asparagales	Asparagaceae	<i>Yucca elata</i>	cortadillo	Endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
2	Caryophyllales	Cactaceae	<i>Coryphantha macromeris</i>	biznaga partida partida	No endémica	S/C	S/C	Apendice II	LC
3			<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	No endémica	S/C	S/C	Apendice II	LC
4			<i>Opuntia macrocentra</i>	nopal violáceo	No endémica	S/C	S/C	Apendice II	LC
5			<i>Opuntia polyacantha</i>	nopal peludito	No endémica	S/C	S/C	Apendice II	LC
Estrato herbáceo									
1	Asterales	Asteraceae	<i>Ambrosia psilostachya</i>	altamisa	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
2	Asterales	Asteraceae	<i>Conyza canadensis</i>	calzadilla	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
3	Boraginales	Boraginaceae	<i>Cryptantha micrantha</i>	ojo de gato	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
4	Caryophyllales	Amaranthaceae	<i>Salsola kali</i>	rodadora	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
5		Polygonaceae	<i>Eriogonum wrightii</i>	-	No endémica				
6		Portulacaceae	<i>Portulaca pilosa</i>	chisme	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C



Listado de especies de Matorral Desértico Micrófilo en el CUSTF									
No.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Prioritarias para la conservación SEMARNAT 2012	CITES	IUCN Red List
7	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Jatropha macrorhiza</i>	-	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
8	Malvales	Malvaceae	<i>Sida abutifolia</i>	malva	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
9	Poales	Poaceae	<i>Aristida divaricata</i>	tres barbas abierto	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
10			<i>Bouteloua gracilis</i>	navajita	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
11			<i>Dasyochloa pulchella</i>	zacate borreguero	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
12			<i>Enneapogon desvauxii</i>	pasto	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
13			<i>Hilaria mutica</i>	toboso	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
14			<i>Sporobolus airoides</i>	zacate alcalino	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
15			Zygophyllales	Zygophyllaceae	<i>Tribulus terrestris</i>	abrojo de flor amarilla	No endémica	S/C	S/C

A continuación, se presenta la lista del tipo de vegetación Pastizal halófilo.

Tabla IV.54 Especies registradas en el muestreo de vegetación que se encuentran contempladas en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el tipo de vegetación PH en CUSTF

Listado de especies de pastizal halófilo en el CUSTF									
No.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Prioritarias para la conservación SEMARNAT 2012	CITES	IUCN Red List
Estrato arbóreo									
1	Fabales	Fabaceae	<i>Prosopis glandulosa</i>	mezquite dulce	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
Estrato arbustivo									
1	Fabales	Fabaceae	<i>Prosopis glandulosa</i>	mezquite dulce	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
2			<i>Vachellia constricta</i>	chaparro prieto	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
Estrato suculentas									
1	Caryophyllales	Cactaceae	<i>Opuntia macrocentra</i>	nopal violáceo	No endémica	S/C	S/C	Apéndice II	LC
2			<i>Opuntia polyacantha</i>	nopal peludito	No endémica	S/C	S/C	Apéndice II	LC



Listado de especies de pastizal halófilo en el CUSTF									
No.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Endemismo	Categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Prioritarias para la conservación SEMARNAT 2012	CITES	IUCN Red List
3			<i>Opuntia orbiculata</i>	melena blanca	Endémica	S/C	S/C	Apéndice II	LC
4			<i>Opuntia pottsii</i>	nopal	No endémica	S/C	S/C	Apéndice II	LC
5			<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	tasajillo	No endémica	S/C	S/C	Apéndice II	LC
Estrato herbáceo									
1	Asterales	Asteraceae	<i>Lasthenia gracilis</i>	-	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
2			<i>Bouteloua gracilis</i>	navajita	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
3	Poales	Poaceae	<i>Hilaria mutica</i>	toboso	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C
4			<i>Aristida divaricata</i>	tres barbas abierto	No endémica	S/C	S/C	S/C	S/C

IV.2.2.2.3 Fauna en el Sistema Ambiental

Especies de fauna registradas durante el muestreo

De acuerdo con la clasificación hecha por Morafka (1977), en la cual tomo como referencia a la herpetofana para definir los límites del desierto Chihuahuense. El SAR, se ubica en la parte Norte del Desierto Chihuahuense en la división Trans-Pecos, por lo que la revisión bibliográfica de la fauna hace referencia a la existente en el desierto Chihuahuense.

Fauna de vertebrados

Se procedió a la revisión de la literatura en cuanto a la fauna de vertebrados para la región, se encontró que se reportan 252 especies, 26 órdenes, 75 familias y 167 géneros, de las cuales las especies más diversas son las aves con el 41.27%, seguida en forma descendente los reptiles con el 17.73%, mamíferos 16.53% y los anfibios 4.58%. Del total se consideran 62 especies con estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (**Figura IV.40**), 4 especies exóticas y 30 aparecen en el apéndice de CITES (**Tabla IV.55**).



Tabla IV.55 Composición taxonómica de la fauna de vertebrados de la región según lo descrito en la revisión de literatura, por orden de presencia de especies.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOM-059-SEMARNAT-2010			CITES			ENDÉMICA	EXÓTICA
					A	P	Pr	I	II	III		
Aves	16	37	78	104	10	2	13	2	24	0	4	4
Mamíferos	6	15	40	64	6	0	0	0	0	0	0	0
Reptiles	2	16	35	55	9	2	12	2	2	0	4	0
Anfibios	2	7	14	29	2	0	6	0	0	0	4	0
Total	26	75	167	252	27	4	31	4	26	0	12	4

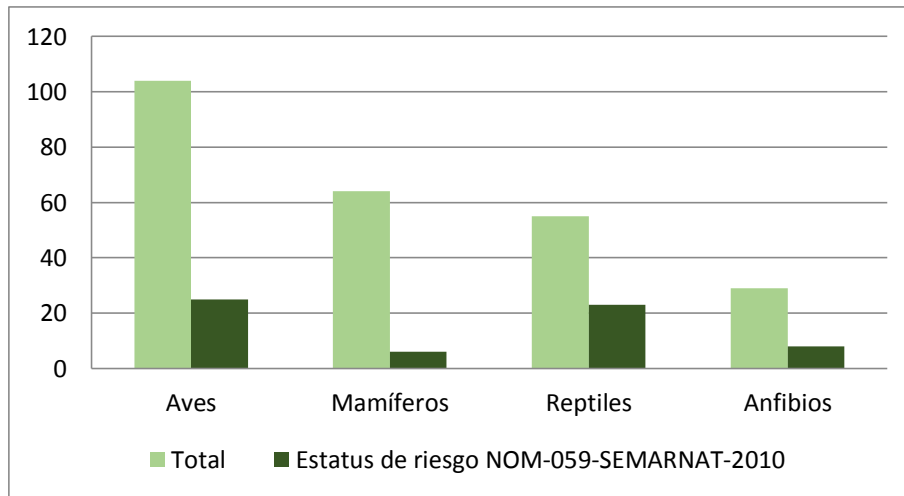


Figura IV.40 Número de especies reportadas en la región de acuerdo a la revisión de la bibliografía y aquellas con algún estatus en la NOM-059-SEMARNAT 2010.

- a. Indicar nombre común y científico de las especies reportadas en el SAR.

El SAR abarca una superficie total de 14365.8775 Has con diferentes usos de suelo y vegetación; matorral desértico micrófilo es el más abundante con un 67.42%, pastizal halófilo en segunda instancia con 12.79%, agricultura de riego anual 11.30, pastizal inducido 1.19% vegetación secundaria de pastizal halófilo 1.44%, asentamientos humanos .20%, parque solar 5.67%. Los muestreos se



realizaron durante el mes de septiembre, el diseño del muestreo, intensidad del muestreo, las técnicas usadas se describen de acuerdo a cada uno de los grupos taxonómicos:

Aves.- Se realizó un muestreo aleatorio mediante 3 transectos en cuadrantes de 1,029 m x 80 m, es decir de 82,320 m² cada uno y en total 246,960 m² (24.96 has), esto representa una intensidad de muestreo de .17 % respecto a la superficie total del SAR.

Mamíferos.- Se realizó un muestreo aleatorio inmerso dentro de los mismos 3 transectos pero en cuadrantes de 1029 m x 40 m, es decir de 41,160 m² cada uno y en total 123,480 m² (12.348 has), esto representa una intensidad de muestreo de 0.086 % respecto a la superficie total del SAR.

Cabe mencionar que los mamíferos como coyotes, conejos y liebres son de rápido desplazamiento y el primero de ellos abarca un territorio de desplazamiento muy grande.

Reptiles y Anfibios.- Se realizó un muestreo aleatorio inmerso dentro de los mismos 3 transectos pero en cuadrantes de 1,029 m x 20 m, es decir de 20,580 m² cada uno y en total 61,740 m² (6.174 has), esto representa una intensidad de muestreo de 0.004% % respecto a la superficie total del SAR.

MÉTODOS

Aves: El inventario de aves se realizó mediante observaciones directas con binoculares marca Jason con un zoom de 8X21, con periodos de observación concentrados en la mañana de 6:00 a 8:00 am y en la tarde de 5:00 a 7:00 pm.

Mamíferos: Los muestreos de mamíferos de talla mediana y pequeña se llevaron a cabo por medio de observaciones directas, búsqueda de huellas sobre caminos, alrededor de isletas de vegetación y algunas charcas temporales.

Anfibios y reptiles: La diversidad de la herpetofauna se evaluó por medio de métodos estándares como transectos visuales diurnos (6:00 a 8:00 am) y nocturnos (5:00 a 7:00 pm), y captura de reptiles con ganchos herpetológicos y bandas elásticas. Y se procedió a identificar la especie.

Encontrando lo que a continuación se describe:

IV.56 Especies de Aves encontradas en el muestreo aleatorio del SAR

Aves				
Familia	Nombre Científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Individuos
Accipitridae	<i>Buteo swainsonii</i>	gavilán de swainson	Pr	1



Aves				
Familia	Nombre Científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Individuos
Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	chotacabras menor	N/A	2
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	zopilote aura	N/A	4
Strigidae	<i>Athene cunicularia hypugaea</i>	tecolote llanera	Pr	1
Emberizidae	<i>Spizella passerina</i>	gorrión ceja blanca	N/A	5
Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	correcominos norteño	N/A	1
TOTAL				14

IV.57 Especies de mamíferos encontradas en el muestreo aleatorio del SAR.

Mamíferos				
Familia	Nombre Científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Individuos
Leporidae	<i>Sylvilagus audubonii</i>	conejo del desierto	N/A	5
Sciuridae	<i>Xerospermophilus spilosoma</i>	ardilla moteada	N/A	3
Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	liebre cola negra	N/A	5
TOTAL				13

IV.58 Especies de reptiles encontrada en el muestreo aleatorio del SAR.

Reptiles				
Familia	Nombre Científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Individuos
Teiidae	<i>Cnemidophorus uniparens</i>	huico de la pradera del desierto	N/A	6
Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma cornutum</i>	camaleón texano	N/A	1
Teiidae	<i>Aspidozelis exsanguis</i>	huico	N/A	5
TOTAL				12

Fauna resultante del muestreo

De acuerdo a los resultados del muestreo de fauna se encontró que son 39 individuos en 12 especies y 10 familias, de las cuales la con más individuos son las Aves con el 35.89%, seguido en forma descendente mamíferos con el 33.33% y al final los reptiles con el 30.76%.



Del total se consideran dos especies con Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 *Buteo swainsonii* y *Athene cunicularia hypugaea*.

Cabe mencionar que la NOM-059-SEMARNAT-2010 identifica dos subespecies de *Lepus californicus* (*Lepus c. magdalenae* y *Lepus c. sheldoni*) sujetas a protección especial y con endemismo, dichas especies se localizan en islas de Baja California Sur: *Lepus californicus magdalenae* en la Isla Magdalena e Isla Margarita, en el Océano Pacífico (Nelson 1909; Best 1996) y *Lepus californicus sheldoni* en la Isla Carmen, en el Golfo de California (Flux y Angermann, 1990); Cervantes y Castañeda (2012) mencionan que las áreas de distribución de estas especies de liebres son alopátricas (aisladas espacialmente), ya que se encuentran separadas por un canal de mar de aproximadamente 5 km. Es por esto que la especie de *Lepus californicus* que se registró durante el transecto del SAR no presenta alguna categoría de riesgo pues el área de estudio se ubica en el municipio de Juárez, Chihuahua.

Fauna silvestre CUSTF

De acuerdo con la clasificación hecha por Morafka (1977), en la cual tomo como referencia a la herpetofauna para definir los límites del desierto Chihuahuense. El CUSTF, se ubica en la parte Norte del Desierto Chihuahuense en la división Trans-Pecos, por lo que la revisión bibliográfica de la fauna hace referencia a la existente en el desierto Chihuahuense.

Fauna de vertebrados

Se procedió a la revisión de la literatura en cuanto a la fauna de vertebrados para la región, se encontró que se reportan 252 especies, 26 órdenes, 75 familias y 167 géneros, de las cuales las especies más diversas es la clase de las aves con el 41.27%, seguida en forma descendente los reptiles con el 17.73%, mamíferos 16.53% y los anfibios 4.58%. Del total se consideran 62 especies con estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (**Figura IV.41**), 4 especies exóticas y 30 aparecen en el apéndice de CITES (**Tabla IV.59**).



Tabla IV.59 Composición taxonómica de la fauna de vertebrados de la región según lo descrito en la revisión de literatura, por orden de presencia de especies.

Clase	Orden	Familia	Género	Especie	Nom-059-semarnat-2010			Cites			Endémica	Exótica
					A	P	Pr	I	II	III		
Aves	16	37	78	104	10	2	13	2	24	0	4	4
Mamíferos	6	15	40	64	6	0	0	0	0	0	0	0
Reptiles	2	16	35	55	9	2	12	2	2	0	4	0
Anfibios	2	7	14	29	2	0	6	0	0	0	4	0
Total	26	75	167	252	27	4	31	4	26	0	12	4

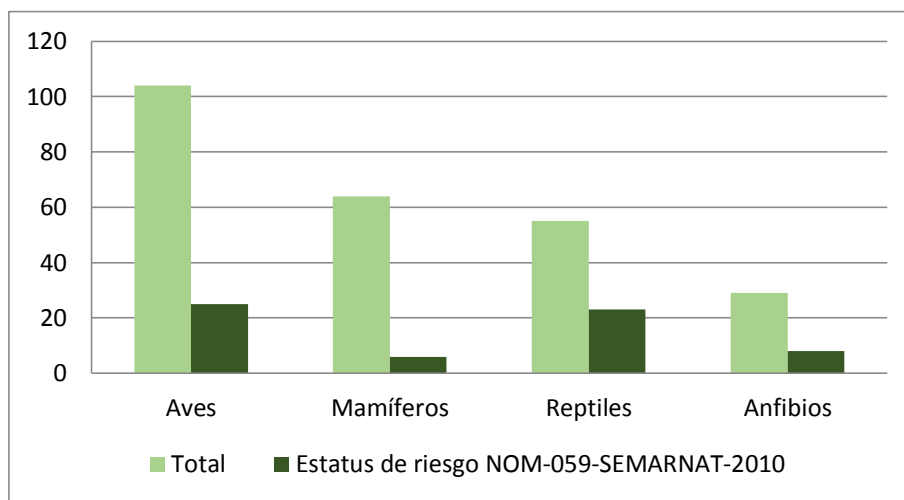


Figura IV.41 Número de especies reportadas en la región de acuerdo a la revisión de la bibliografía y aquellas con algún estatus en la NOM-059-SEMARNAT 2010.

b. Indicar nombre común y científico de las especies reportadas en el CUSTF.

Los muestreos se realizaron durante el mes de septiembre, el diseño del muestreo, intensidad del muestreo, las técnicas usadas se describen de acuerdo a cada uno de los grupos taxonómicos:

Aves.- Se realizó un muestreo aleatorio mediante 3 transectos en cuadrantes de 1,029 m x 80 m, es decir de 82,320 m² cada uno y en total 246,960 m² (24.96 has). Esto representa una intensidad de



muestreo de 0.17 % respecto a la superficie total del SAR, pero representa el **20.85% respecto a la superficie del CUSTF** (119.663965 has).

Mamíferos.- Se realizó un muestreo aleatorio inmerso dentro de los mismos 3 transectos pero en cuadrantes de 1029 m x 40 m, es decir de 41,160 m² cada uno y en total 123,480 m² (12.348 has), esto representa una intensidad de muestreo de 0.085 % respecto a la superficie total del SAR, **pero representa el 10.31 % respecto a la superficie del CUSTF** (119.663965 has). Cabe mencionar que los mamíferos como coyotes, conejos y liebres son de rápido desplazamiento y el primero de ellos abarca un territorio de desplazamiento muy grande.

Reptiles y Anfibios.- Se realizó un muestreo aleatorio inmerso dentro de los mismos 3 transectos pero en cuadrantes de 1,029 m x 20 m, es decir de 20,580 m² cada uno y en total 61,740 m² (6.174 has), esto representa una intensidad de muestreo de 0.004% % respecto a la superficie total del SAR, **pero representa el 5.15 % respecto a la superficie del CUSTF** (119.663965 has).

MÉTODOS

Aves: El inventario de aves se realizó mediante observaciones directas con binoculares marca Jason con un zoom de 8X21, con periodos de observación concentrados en la mañana de 6:00 a 8:00 am y en la tarde de 5:00 a 7:00 pm.

Mamíferos: Los muestreos de mamíferos de talla mediana y pequeña se llevaron a cabo por medio de observaciones directas, búsqueda de huellas sobre caminos, alrededor de isletas de vegetación y algunas charcas temporales.

Anfibios y reptiles: La diversidad de la herpetofauna se evaluó por medio de métodos estándares como transectos visuales diurnos (6:00 a 8:00 am) y nocturnos (5:00 a 7:00 pm), y captura de reptiles con ganchos herpetológicos y bandas elásticas. Y se procedió a identificar la especie.

Encontrando lo que a continuación se describe:

IV.60 Especies de Aves encontradas en el muestreo aleatorio del CUSTF

Aves				
Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Individuos
Strigidae	<i>Athene cunicularia hypugaea</i>	tecolote llanera	Pr	2
Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	alcaudón verdugo	N/A	1



Aves				
Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Individuos
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	zopilote aura	N/A	1
Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	correcaminos norteño	N/A	1
Emberizidae	<i>Spizella passerina</i>	gorrión ceja blanca	N/A	13
TOTAL				18

IV.61 Especies de Mamíferos encontradas en el muestreo aleatorio del CUSTF

Mamíferos				
Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus nom-059-semarnat-2010	Individuos
Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	liebre cola negra	N/A	22
Leporidae	<i>Sylvilagus audubonii</i>	conejo del desierto	N/A	8
TOTAL				30

IV.62 Especies de Reptiles encontradas en el muestreo aleatorio del CUSTF

Reptiles				
Familia	Nombre Científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Individuos
Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma modestum</i>	lagartija cornuda cola redonda	N/A	1
Phrynosomatidae	<i>Holbrookia maculata aproximans</i>	lagartija sorda menor	N/A	1
TOTAL				2

Fauna resultante del muestreo

De acuerdo a los resultados del muestreo de fauna se encontró que son 50 individuos en 9 especies y 7 familias, de las cuales la con más individuos son los mamíferos con el 60%, seguido en forma descendente aves con el 36% y al final los reptiles con el 4%

En el área de CUSTF (119.663965 ha) se encontró la especie *Athene cunicularia hypugaea* en la categoría de Protección especial la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Sin embargo, la NOM-059-SEMARNAT-2010 identifica dos subespecies de *Lepus californicus* (*Lepus c. magdalanae* y *Lepus c. sheldoni*) sujetas a protección especial y con endemismo, dichas especies se localizan en islas de Baja California Sur: *Lepus californicus magdalanae* en la Isla Magdalena e Isla Margarita, en el Océano Pacífico (Nelson 1909; Best 1996) y *Lepus californicus sheldoni* en la Isla



Carmen, en el Golfo de California (Flux y Angermann, 1990); Cervantes y Castañeda (2012) mencionan que las áreas de distribución de estas especies de liebres son alopátricas (aisladas espacialmente), ya que se encuentran separadas por un canal de mar de aproximadamente 5 km. Es por esto que la especie de *Lepus californicus* que se registró durante el transecto del CUSTF no presenta alguna categoría de riesgo pues el área de estudio se ubica en el municipio de Juárez, Chihuahua.

Rutas migratorias.

Herpetofauna

No se encontró en la literatura consultada rutas migratorias para la herpetofauna.

Mamíferos.

No se encontró en la literatura citada rutas migratorias para los mamíferos, únicamente existen desplazamientos de algunos mamíferos al interior de la región por sus hábitos alimenticios, por ejemplo, el coyote.

Aves

La migración de las aves es uno de los ciclos naturales en la que cada año millones de aves realizan espectaculares viajes de miles de kilómetros, siguiendo rutas precisas utilizadas por varios órdenes que siguen alguna característica importante de la superficie terrestre, como la costa (pacífico o gofo), alguna cadena montañosa (sierra madre occidental, sierra madre occidental), cuenca de un gran río (Bravo, Conchos), rutas que proporcionan condiciones favorables y escasos los disturbios atmosféricos que las desvíen. Se estima que **más de 200 especies** de aves migratorias de larga distancia **ocurren en México**. Para estas aves migratorias, México es de vital importancia para lograr cumplir sus ciclos naturales, a lo largo del país existen rutas migratorias que en algunos puntos de estos corredores migratorios se crean grandes concentraciones de millones de aves. Algunos de estos **corredores** han sido **catalogados de importancia hemisférica o mundial**; por donde millones de aves acuáticas, rapaces y paserinas pasan cada año durante su migración. Las aves migratorias en su travesía por México buscan en diferentes ambientes naturales y transformados, sitios de estancia y parada que les proporcione refugio, alimentación y descanso. Por lo que la conservación y manejo sustentable de estos ambientes prioritarios para las aves migratorias en México contribuirá a que el fenómeno de la migración de aves siga siendo uno de los maravillosos ciclos y espectáculos de la naturaleza.



Las aves migratorias de Estados Unidos y Canadá invernan generalmente en México y América Central y llegan a su destino siguiendo las rutas que dependen de su lugar de origen: las del este lo hacen a través del Golfo de México o siguiendo la cuenca del río Mississippi, las del oeste a través de las Montañas Rocosas y las montañas de México, y las del Pacífico utilizan la costa o el mar abierto. La ruta hacia el sur de larga distancia para aves terrestres migratorias del área del pacífico se extiende principalmente por el interior de California a la desembocadura del río Colorado y luego a los lugares de invierno en el oeste de México. Las rutas por las que las aves regresan al norte en primavera no son tan conocidas.

Ruta migratoria Central

La ruta central norteamericana es una ruta de migración de aves que generalmente sigue las grandes llanuras que es una alta y amplia meseta, y cubre el estado mexicano de Coahuila, los estadounidenses de Nuevo México, Texas, Oklahoma, Colorado, Kansas, Nebraska, Wyoming, Montana, Dakota del Sur y Dakota del Norte. En Canadá, se extiende por las provincias de Alberta, Saskatchewan y Manitoba. Los puntos finales de la ruta incluyendo el centro de Canadá y la región del Golfo de México; la ruta de migración tiende a estrecharse considerablemente en los valles de los ríos Platte y Misuri en Nebraska central y oriental que es la causa del alto número de especies de aves que pueden encontrarse allí. La Ruta Migratoria Central es relativamente sencilla, ya que la mayoría de las aves que la utilizan hacen viajes directos de norte hasta los lugares de invierno en el Sur. La ruta de vuelo usada por las aves se establece típicamente porque no hay montañas o serranías de colinas que bloqueen esta senda en todo su trayecto. Buenas fuentes de agua, alimento y cubierta boscosa para protección existen a todo lo largo de la misma. Las otras rutas de vuelo migratorio principales para aves norteamericanas son las de la Costa Atlántica, del Misisipí, y del pacífico. La Ruta Central se junta con la Ruta del Misisipi entre Misuri y el Golfo de México (**Figura IV.42**).

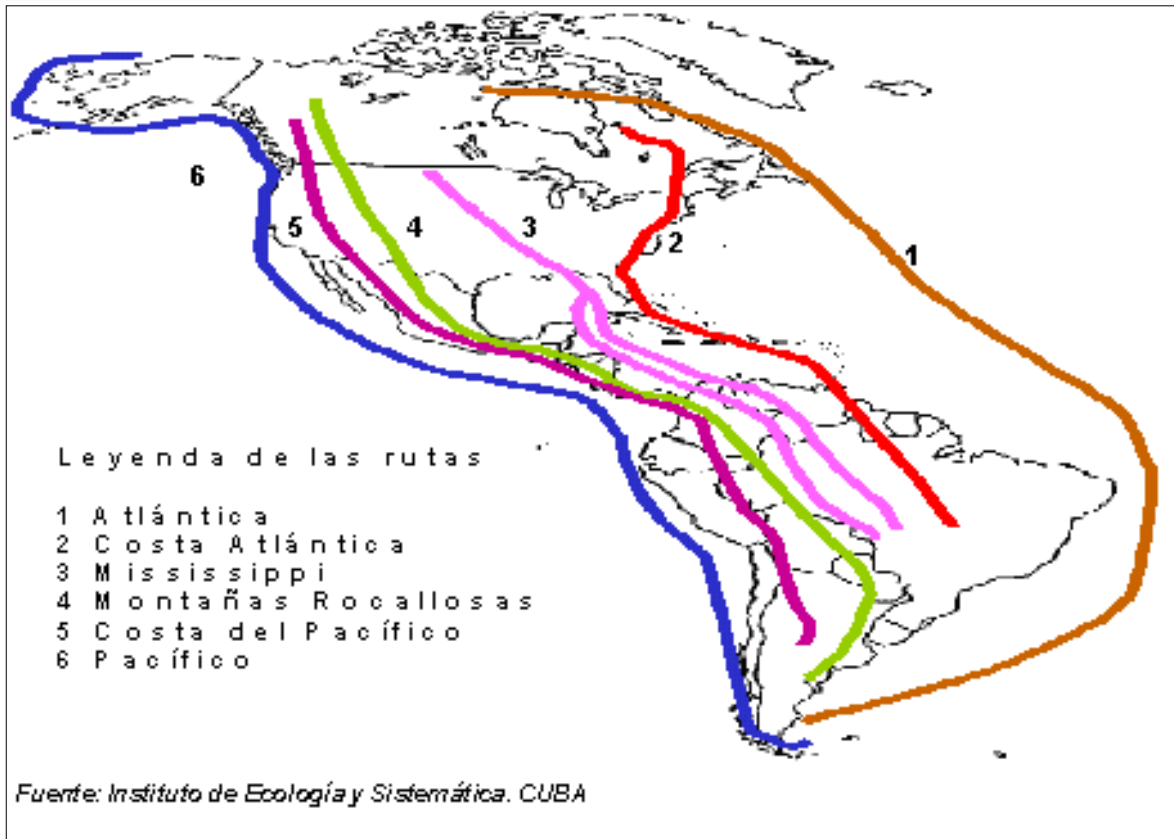


Figura IV.42 Principales rutas de migración usadas por las aves de América del Norte a sus sitios de invierno en México, América Central y América del Sur.

Especies relevantes.

Para considerar una especie relevante hay que tomar en cuenta varias características, como estar incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, si está alguna de ellas considerada como endémica y si existen poblaciones pequeñas que por su fragilidad estén en peligro de disminuir drásticamente estas poblaciones. Dentro del CUSTF se encontró una especie de ave, considerados en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, con estatus sujeto a protección ambiental (Pr) y no endémica.

Con base en los criterios anteriores, las especies relevantes son las siguientes:

Tecolote llanero (*Athene cunicularia*). Sexos similares. Cabeza espalda y color café pálido con puntos y manchas blancas. El disco facial café claro. Cejas blancas. Cuello ancho con collar blanco. Pecho café con motas blancas. Abdomen blanco con barras horizontales color café. Su distribución va desde Canadá a México. Existen poblaciones residentes en Sudamérica. Su comportamiento es activo durante el día y la noche (UASLP, 2009).



- a. Estimar a nivel microcuencia los parámetros de biodiversidad, riqueza específica y/o los parámetros que se considere pertinentes relacionados a la flora (arbórea, arbustiva y herbácea) y fauna.

Los índices de diversidad incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equitatividad. En algunos casos un valor dado de un índice de diversidad puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitatividad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitatividad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitatividad). Algunos de los índices de diversidad más ampliamente utilizados son el índice de Shannon-Wiener (H’).

Índice de Shannon-Wiener.

Este índice se usa para medir diversidad específica y se representa normalmente como H’ expresado por un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas varía entre 0.5 y 5, aún que su valor normal esta entre 2 y 3, valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 se consideran altos. Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los menores las zonas desérticas. La fórmula del Índice de Shannon-Wiener es la siguiente.

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Donde:

S= Número de especies (riqueza de las especies)

P_i= Proporción de individuos de la especie *i* respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie *i*):

$$\frac{n_i}{N}$$

n_i= Número de individuos de cada especie.

N= Número total de individuos de todas las especies.

Los índices de Shannon-Wiener para fauna en el CUSTF se presentan a continuación:



Tabla IV. 63 Índice Shannon-Wiener para Aves en el CUSTF.

Aves					
Nombre Científico	Abundancia absoluta	Abundancia Relativa	(Ln(Pi))	(Pi(LnPi))	Shannon Wiener
<i>Athene cunicularia</i>	2	0.11111111	-2.19722458	0.24413606	0.96089198
<i>Lanius ludovicianus</i>	1	0.05555556	-2.89037176	0.16057621	
<i>Cathartes aura</i>	1	0.05555556	-2.89037176	0.16057621	
<i>Geococcyx californianus</i>	1	0.05555556	-2.89037176	0.16057621	
<i>Spizella passerina</i>	13	0.72222222	-0.3254224	0.23502729	
Total	18				

Dentro del CUSTF para Aves se obtuvo un valor de Índice de Shannon-Wiener de 0.96 lo cual indica que la diversidad en esta comunidad es baja ya que los valores inferiores a 2 para este índice se consideran bajo.

Tabla IV. 64 Índice Shannon-Wiener para Mamíferos en el CUSTF.

Mamíferos					
Nombre Científico	Abundancia absoluta	Abundancia Relativa	(Ln(Pi))	(Pi(LnPi))	Shannon Wiener
<i>Lepus californicus</i>	22	0.73333333	-0.31015493	0.22744695	0.57991517
<i>Sylvilagus audubonii</i>	8	0.26666667	-1.32175584	0.35246822	
Total	30				

Dentro del CUSTF para mamíferos se obtuvo un valor de Índice de Shannon-Wiener de 0.57 lo cual indica que la diversidad en esta comunidad es baja ya que los valores inferiores a 2 para este índice se consideran bajo.

Tabla IV.65 Índice Shannon-Wiener para Reptiles en el CUSTF.

Reptiles					
Nombre Científico	Abundancia absoluta	Abundancia Relativa	(Ln(Pi))	(Pi(LnPi))	Shannon Wiener
<i>Phrynosoma modestum</i>	1	0.5	-0.69314718	0.34657359	0.69314718
<i>Holbrookia maculata aproximans</i>	1	0.5	-0.69314718	0.34657359	
Total	2				



Dentro del CUSTF para reptiles se obtuvo un valor de Índice de Shannon-Wiener de 0.69 lo cual indica que la diversidad en esta comunidad es baja ya que los valores inferiores a 2 para este índice se consideran bajo.

IV.2.2.3 Medio Socioeconómico

En este capítulo se expone la dinámica de la población del municipio de Ahumada, debido a que esta será la región beneficiada con la instalación del parque solar Los Santos Solar II. El Municipio de Ahumada colinda al norte con los municipios de Ascensión, Juárez y Guadalupe; al este con los municipios de Guadalupe y Coyame del Sotol; al sur con los municipios de Aldama, Chihuahua y Buenaventura y al oeste con los municipios de Buenaventura y Ascensión. Sus coordenadas geográficas entre los paralelos 29° 39' y 31° 12' de latitud norte; los meridianos 105° 33' y 107° 13' de longitud oeste; altitud entre 1100m y 2500m. Ahumada ocupa el 6.9% de la superficie del estado.

Demografía

La población total de Ahumada, en la encuesta Intercensal 2015, era de 12,568 habitantes. En el 2010 el municipio tenía una densidad de población de 0.7 hab/km² y cuenta en total con 135 localidades, en la **Tabla IV.66** se muestra las tres localidades con mayor población, siendo Miguel Ahumada la que tiene más habitantes (INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010).

Tabla IV.66 Localidades con mayor población en el municipio de Ahumada, Chihuahua, 2010.

Localidad	Habitantes
Miguel Ahumada	8575
Ojo Caliente (Colonia Seca)	514
Colonia Valle de la Esperanza	292

La **Tabla IV.67** muestra la dinámica del crecimiento poblacional de Ahumada en el cual se aprecia un descenso en el año 2000. El único año donde se presentó aumento en la población fue en 1995, por otra parte, en el conteo del 2005 y en el censo del 2010 la población disminuyó, por lo anterior se puede concluir que Ahumada es un municipio pocos habitantes a pesar de ser el de mayor extensión territorial.

Por otro lado, las localidades Miguel Ahumada (Municipio de Ahumada), Benito Juárez, Constitución, y Flores Magón, estas últimas tres pertenecientes al Municipio de San Buenaventura, son las localidades más cercanas al proyecto y se encuentran a una distancia aproximada de 41 a 46 Km.



Tabla IV.67 Indicadores de población 1990-2010 municipio de Ahumada, Chihuahua

Año	Población	Densidad De Población Del Municipio (Hab/Km ²)	% Población Con Respecto Al Estado
1990	11 871	No disponible	0.49
1995	12 694	0.75	0.45
2000	11 901	0.7	0.39
2005	11 727	0.69	0.36
2010	11 457	0.68	0.34

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INEGI Censo de Población y Vivienda 2010
INEGI II Conteo de población y Vivienda 2005
INEGI XII Censo General de Población y Vivienda 2000
INEGI Conteo de Población y Vivienda 1995
INEGI XI Censo General de Población y Vivienda 1990
SNIM Sistema Nacional De Información Municipal www.snim.rami.gob.mx

Basándonos en estos datos, se realizó la proyección de la población del Municipio de Ahumada hasta el año 2035 aplicando métodos matemáticos y gráficos según Olavarrieta, (2004), los cuales se presentan a continuación:

El método **aritmético** supone que el incremento es constante anualmente y consiste en obtener el promedio anual en años anteriores, aplicándolo a años futuros.

$$Pf = Pa + \frac{Pa - Po}{n} * N$$

Donde:

P_f = Población futura

P_a = Población actual

P_o = Población inicial

N = Periodo de diseño

n = Diferencia de años entre el inicial y el actual

El método **geométrico** por porcentajes consiste en determinar el porcentaje anual promedio de los años anteriores y aplicarlo al futuro.

$$Pf = Pa + \frac{Pa(\%Pr)N}{100}$$

Donde:

P_f = Población futura

P_a = Población actual



$\%P_r$ = Porcentaje de incremento anual promedio

N = Número de años para los que se va a calcular la población

El método de **Malthus** considera el porcentaje de crecimiento decenal histórico.

$$Pf = Pa(1 + \Delta)^X$$

Donde:

P_f = Población futura

P_a = Población actual

D = Incremento decenal / población inicial de la década

X = Número de periodos decenales a partir del año actual

El método **geométrico por incremento** medio total supone que la población tendrá un incremento análogo al que sigue un capital inicial, incrementado en sus intereses, en donde el rédito es el factor de crecimiento.

$$Pf = Pa(1 + r)^N$$

Donde:

P_f = Población futura

P_a = Población actual

r = Tasa o factor de crecimiento

N = Número de años para los que se va a calcular la población

El método de extensión gráfica consiste en elaborar una gráfica con los datos obtenidos de los censos, en un sistema de ejes en donde la abscisa indica los años y la ordenada el número de habitantes, después se traza una curva media entre los puntos, prologándose hasta el año que se va a calcular la población.

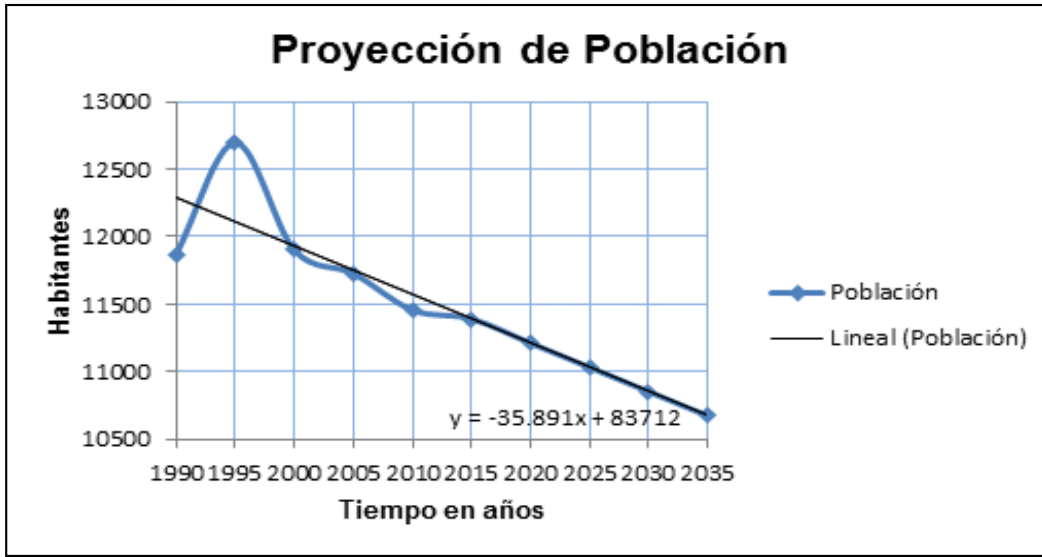


Figura IV.43 Proyección de población, método extensión gráfica

A continuación, en la **Tabla IV.68** se muestran las proyecciones obtenidas de cada método descrito anteriormente, así como la proyección realizada por CONAPO. Los resultados obtenidos de los métodos utilizados muestran una clara tendencia a la disminución de la población, no siendo el caso de los resultados de CONAPO, por lo cual se sugiere utilizar la proyección del método de extensión de grafica debido a que en el cálculo se utiliza un incremento medio anual.

Tabla IV.68 Proyección de población de 2015 a 2035 del municipio Ahumada, Chihuahua

Año	Método aritmético habitantes	Método geométrico habitantes	Método de Malthus habitantes	Método de extensión gráfica habitantes	CONAPO* 2010-2013 habitantes
2015	11 187	11 369	11 023	11 392	11 964
2020	10 917	11 281	10 605	11 212	12 400
2025	10 647	11 194	10 203	11 033	12 908
2030	10 377	11 108	9 817	10 853	13 414
2035	10 107	11 023	9 445	10 674	No disponible

Fuente: Proyección de la población de los municipios a mitad de año por sexo y grupos de edad, 2010-2030, CONAPO

Como información adicional, la relación hombres-mujeres en el municipio de Ahumada es de 104 hombres por cada 100 mujeres, la cantidad de hombres siempre ha sido ligeramente mayor, como se muestra en la Tabla IV.75 (INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010).



Tabla IV.69 Población de 1990 a 2010 de hombres y mujeres del municipio del Ahumada, Chihuahua

Año	1990	1995	2000	2005	2010
Hombres	6 208	6 590	6 176	5 988	5 862
Mujeres	5 663	6 104	5 725	5 739	5 605
Total	11 871	12 694	11 901	11 727	11 457

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI Censo de población y Vivienda 2010, SNM Sistema Nacional de Información Municipal www.snim.rami.gob.mx

Natalidad

En la figura IV.39 se observa que las mujeres de 15 a 19 años tienen en promedio 0.3 hijos nacidos vivos, mientras que, en mujeres de 45 a 49 años, el promedio es de 3.6 hijos nacidos vivos. (INEGI, Censo de Población y vivienda 2010). Como se puede apreciar en la tabla IV.76 el promedio de hijos nacidos de 1990 al 2010 ha ido disminuyendo factor que va a la par con el hecho de que de la población no ha aumentado según datos del censo del año 2000.

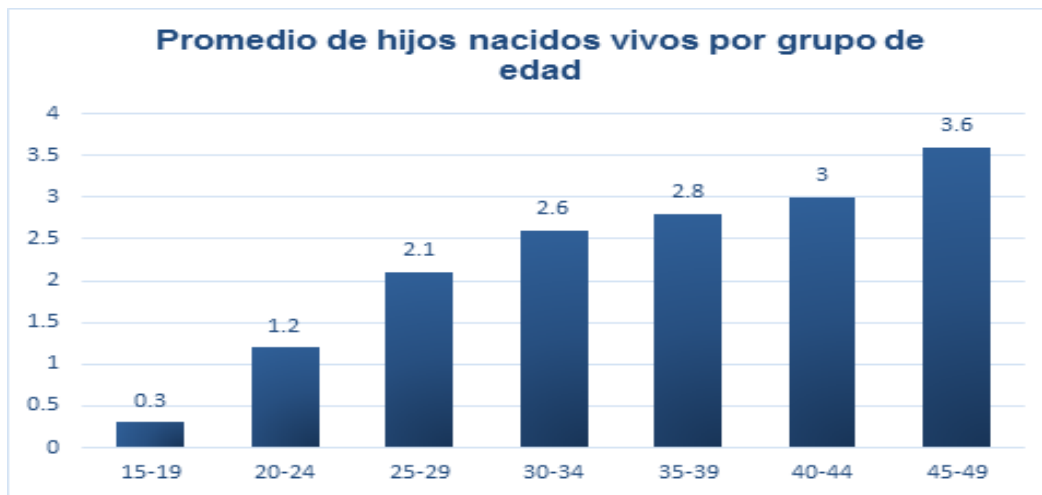


Figura IV.44 Hijos nacidos vivos por grupo de edad, Ahumada 2010

Tabla IV.70 Promedio de hijos nacidos vivos de 1990 al 2010 en el municipio de Ahumada Chihuahua

Año	1990	2000	2010
Promedio	3.02	2.87	2.56

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI
Censo de Población y Vivienda 2010
SNIM Sistema de Información Municipal
www.snim.rami.gob.mx

**a) Localidades indígenas**

En el Estado de Chihuahua conviven cuatro grupos étnicos que habitan estos territorios desde tiempos inmemoriales. Aproximadamente 110 mil personas pertenecen a algún grupo étnico, de las cuales el 90 por ciento son tarahumares o “rarámuri”, el 8 son tepehuanos u “ódames”, el 1 son guarojios o “makuráwe” y el 1 restante pertenecen al pueblo pima, oichkama u “o’oba”. El 85 por ciento de la población indígena de la entidad se localiza en 23 municipios serranos, de los cuales destacan por su población originaria: Guachochi, Balleza, Bocoyna, Batopilas, Guadalupe y Calvo, Urique, Guazapares y Morelos (Gobierno del Estado, 2010).

Cabe mencionar que el Municipio de Ahumada se considera un municipio con población indígena dispersa, teniendo una población indígena para el 2010 de 70 habitantes (CONAPO). En la **Tabla IV.71** se presentan las localidades que cuentan con población indígena para este municipio.

Tabla IV.71 Población indígena en el Municipio de Ahumada, Chihuahua (2010).

Municipio	Localidad	Población total	Población indígena	Tipo de localidad	Distancia aproximada en relación al SAR (km)
Ahumada	Miguel Ahumada	8,575	36	Loc. con menos de 40%	40
	Las playas	214	6	Loc. con menos de 40%	33.98
	Las Tunas	13	6	Loc. de 40% y más	84.05
	Colonia agrícola el Llano	127	6	Loc. con menos de 40%	69.65
	Rancho tres José	4	4	Loc. de 40% y más	71.56
	Valle alegre	1	1	Loc. de 40% y más	50.47
	Los Ortiz	5	5	Loc. de 40% y más	30.42
	San Lorencito	184	2	Loc. con menos de 40%	33.54
	Las Manzanas	3	3	Loc. de 40% y más	30.31
	Rancho BB	2	1	Loc. de 40% y más	37.51

Fuente: Catálogo de Localidades Indígenas 2010, con datos derivados del Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI y CDI)

b) Sitios arqueológicos

Dentro de las zonas arqueológicas del Estado de Chihuahua, se encuentran: Las cuarenta Casas, Cueva de la Olla, Cueva Grande, Huápoca y Paquimé.

Como se puede apreciar en la **Figura IV.45** el SAR así como el área del proyecto no se encuentran en ninguna zona arqueológica.

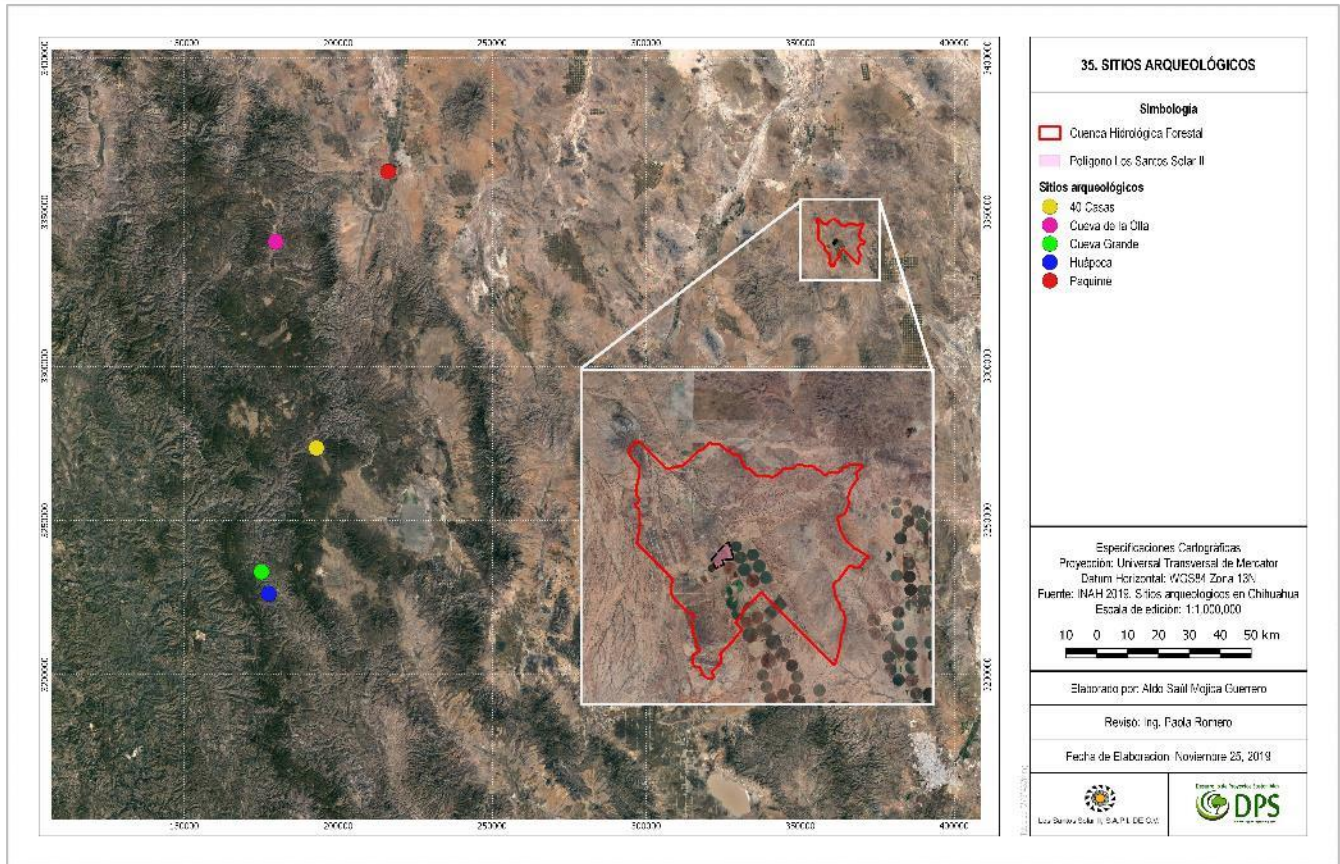


Figura IV.45 Rasgos arqueológicos en el Estado de Chihuahua (INEGI,2010)

Mortalidad

En la **Figura IV.46** se muestra que el grupo de mujeres de 15 a 19 años tienen dos fallecimientos por cada 100 hijos que nacen vivos. Siendo mayor en las mujeres de edades de 45 a 49 años con siete fallecimientos por cada 100 hijos de que nacen vivos.

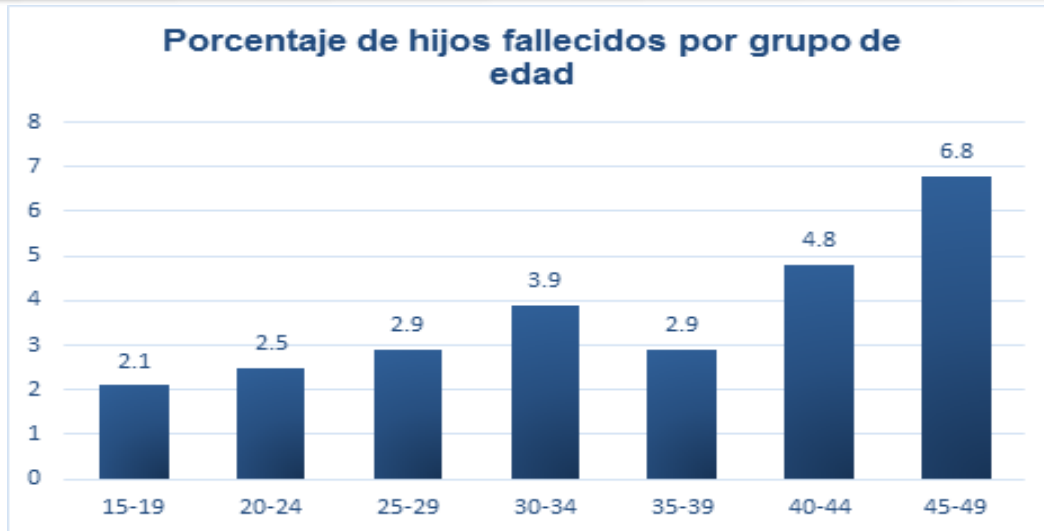


Figura IV.46 Hijos fallecidos por grupo de edad, Ahumada 2010. Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI Censo de Población y Vivienda 2010

Migración

La migración es un fenómeno que influye en la distribución de la población, el estado de Chihuahua tiene un índice de intensidad migratoria media. El municipio de Ahumada tiene un índice de intensidad migratoria de -0.49% considerando bajo según la COESPO, 2007, lo cual indica que la migración en el municipio es mínima. En la **Tabla IV.72** se muestran las fluctuaciones de población respecto a la migración en las últimas dos décadas.

Tabla IV.72 Población de 5 años y más no nacida en el municipio de Ahumada

Descripción	1990	2000	2010
Población no nacida en el municipio de Ahumada	1407	1016	1199

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. SNIM Sistema Nacional de Información Municipal www.snim.rami.gob.mx

Base económica

Ahumada es un punto geográfico importante en el estado que se encuentra entre Ciudad Juárez y la Capital del Estado, conectado principalmente por la carretera y el ferrocarril constituye un lugar visitado por turistas de este país y de Estados Unidos, siendo el principal atractivo el asadero lo cual es aprovechado para el comercio. Las principales actividades en los ejidos y colonias de Ahumada son la agricultura y la ganadería. La producción agrícola se basa en los cultivos de alfalfa, algodón y forrajes para ganado. La ganadería es el sector con mayor fuerza económica, sin embargo datos del INEGI del 2010 el sector primario ha ido disminuyendo su porcentaje de participación con el consecuente aumento



de los otros sectores económicos, los cuales son escasos, por lo que, se depende considerablemente de los programas de ayuda gubernamental (Plan Municipal de Desarrollo, Ahumada 2013-2016).

En la **Figura IV.42** se muestra la población no económicamente activa según la actividad que realizan.

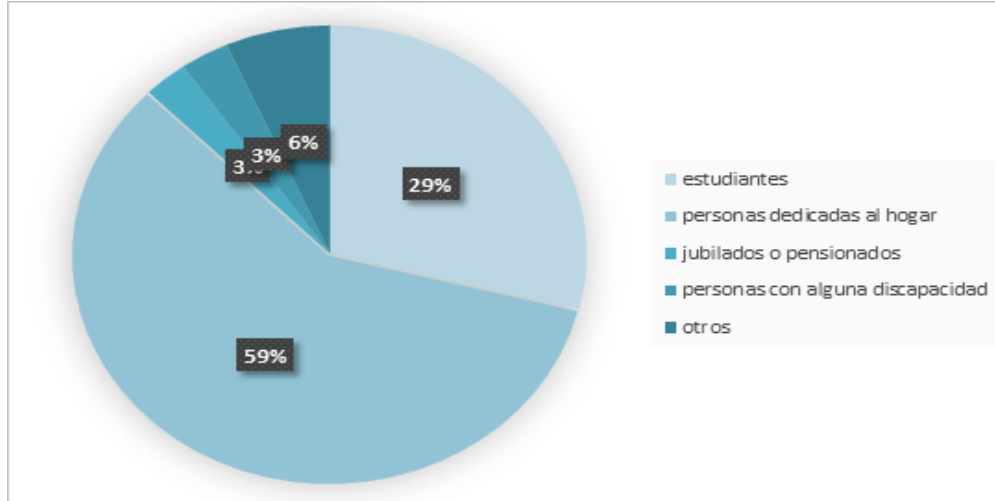


Figura IV.47 Población de 12 años o más no económicamente activa según tipo de actividad en el 2010

Por cada 100 personas en edad productiva (de 15 a 64 años) hay 59 en edad de dependencia económica, menores de 15 años y mayores de 64 años (INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010). En el 2010 la población económicamente activa del municipio representaba un 39.0% de la población total. En la siguiente **Tabla IV.73** se muestra la población económicamente activa por género en el año 2010.

Tabla IV.73 Población económicamente activa en el municipio de Ahumada, Chihuahua, 2010

Indicadores de participación económica	Total	Hombres	Mujeres
Población económicamente Activa (PEA)	4 487	3 310	1 177
Ocupada	4 316	3 168	1 148
Desocupada	171	142	29
Población no económicamente Activa	3 916	942	2 974

Dentro del municipio de Ahumada en el año 2010 el 43.65 % de la población económicamente ocupada se dedican al comercio; mientras que el sector con mayor actividad es el secundario referente a minería, industria manufacturera y la construcción, como se puede observar en las **Tablas IV.74** y **IV.75**.



Tabla IV.74 Población económicamente ocupada por división ocupacional en el municipio de Ahumada, Chihuahua al 2010

Población ocupada	División ocupacional ¹ (%)				
	Profesionistas, técnicos y administrativos ²	Trabajadores agropecuarios	Trabajadores en la industria ³	Comerciantes y trabajadores en servicios diversos ⁴	No especificado
4 692	16.11	13.64	26.34	43.65	0.26

Fuente Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010

¹Corresponde al primer nivel de agrupaciones de la Clasificación Única de Ocupaciones (CUO,2010)²Funcionarios, directores y jefes, profesionistas y técnicos y trabajadores auxiliares en actividades administrativas³Mecánicos y trabajadores industriales, operadores de maquinaria industrial, ensambladores, choferes y conductores de transporte⁴Comerciantes, empleados y agentes de ventas, trabajadores en servicios personales, vigilancia y fuerzas armadas, y trabajadores en actividades elementales y de apoyo.

Tabla IV.75 Población activa ocupada por sector de actividad en el municipio de Ahumada, Chihuahua al 2010

Población ocupada	Sector de actividad económica (%)				
	Primario ¹	Secundario ²	Comercio	Servicios ³	No especificado
4692	24.98	30.43	14.75	29.67	0.17

¹Agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca.²Minería, extracción de petróleo, gas, industria manufacturera, electricidad, agua y construcción.³Transporte, gobierno y otros servicios.

Indicadores de desarrollo humano

En Ahumada hay un total de 3 314 viviendas particulares habitadas con un promedio de 3.7 ocupantes por vivienda, la capacidad de servicios básicos y bienes materiales (INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2010). Además, en la tabla IV.82 se puede apreciar que la cobertura de agua entubada y energía eléctrica casi abarca el 100% de las viviendas lo que nos muestra que la mayoría de la población tiene acceso a servicios básicos.

Tabla IV.76 Tipo de servicios básicos dentro de viviendas habitadas, municipio de Ahumada, Chihuahua, 2010

Tipo de servicio	No. de viviendas particulares habitadas	% disponibilidad del servicio
Agua entubada de la red pública	3 052	98.45
No disponen de agua entubada de la red pública	42	1.35
No se especifica disponibilidad de agua entubada de la red pública	6	0.19
Drenaje	2 778	89.6
No disponen de drenaje	312	10.06
No se especifica disponibilidad de drenaje	10	0.32
Energía eléctrica	3 069	99
No disponen de energía eléctrica	28	0.9
No se especifica disponibilidad de energía eléctrica	3	0.1

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI (Censo de Población y Vivienda, 2010)



La **Figura IV.48** comprende viviendas que disponen de agua de la red del servicio público dentro y fuera de la vivienda pero dentro del terreno. Se puede apreciar como en el conteo del 2005 la cantidad de viviendas tuvo un decremento en la disponibilidad de agua de la red pública, cuestión que puede atribuirse a que el conteo no incluyo todas las viviendas. También se observa que en el 1995 al 2000 el incremento no fue significativo.

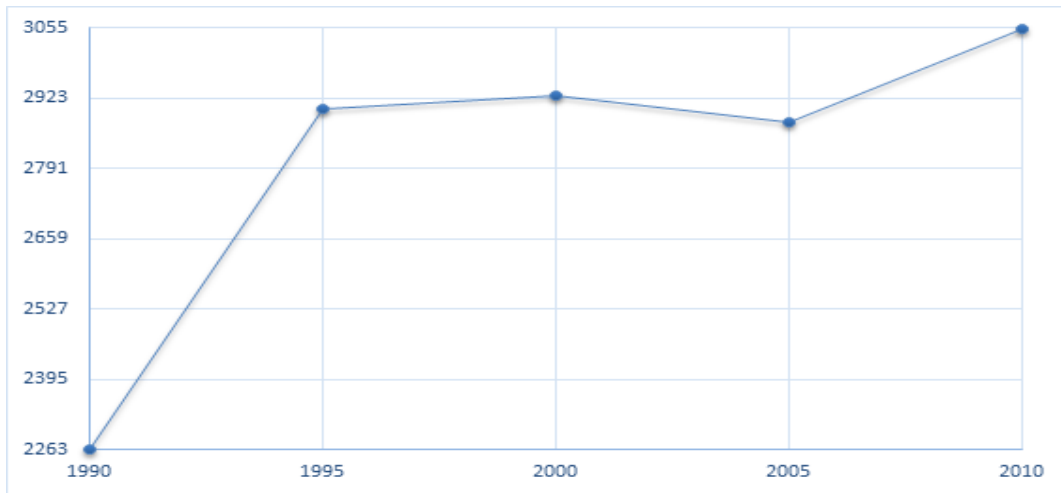


Figura IV.48 Viviendas particulares habitadas que disponen de agua de la red pública, Ahumada 1995-2010

Respecto a la electricidad, se puede ver como de 1990 a 1995 fu el mayor aumento en la cobertura de viviendas, para el 2010 el aumento en el servicio no fue significativo (ver figura IV.44)

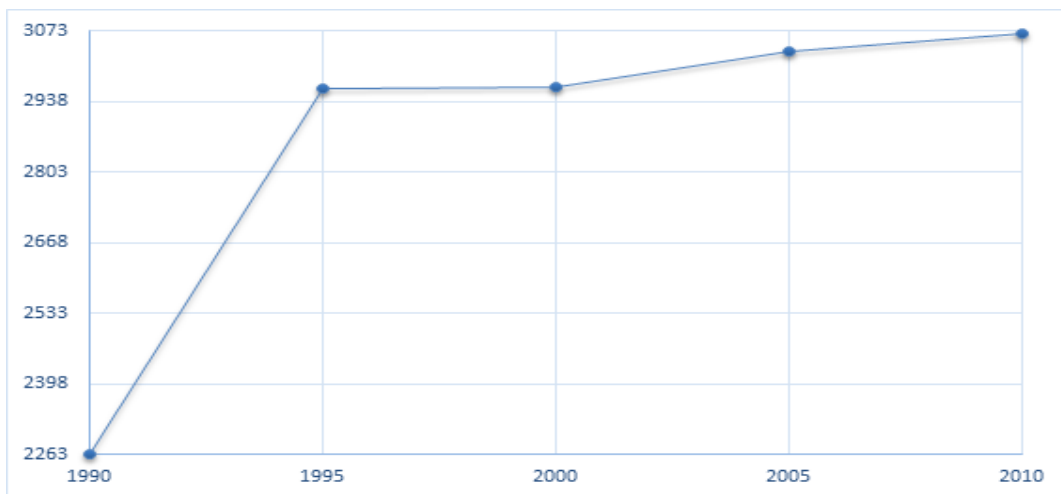


Figura IV.49 Viviendas y particulares habitadas que disponen de energía eléctrica, Ahumada 1990-2010



IV.2.2.4 Paisaje

IV.2.2.4.1 Paisaje en el Sistema Ambiental Regional

El paisaje es un recurso natural que ha adquirido en los últimos años una gran importancia por su aplicación en estudios sobre todo medio ambiente y por proporcionar una visión conjunta de los elementos de un territorio (Martinez, y otros, 2007).

El paisaje puede definirse, según la Real Academia Española como: la parte de un territorio que puede ser observada desde un determinado lugar o bien, como un espacio natural admirable por su espacio artístico.

Muchas acepciones diferentes se han atribuido al paisaje, así como también han sido muy diversas las formas de concebirlo y analizarlo. Una manera de valorar el paisaje en los estudios técnicos de medio ambiente, como Estudios de Impacto Ambiental implicaría analizar la calidad paisajística o calidad visual intrínseca del paisaje definida por sus componentes físicos y biológicos, y la visibilidad de la actuación proyectada. Ambas características influyen en la fragilidad del paisaje o capacidad del mismo para absorber cambios, y en la gravedad de los impactos producidos (Martinez, y otros, 2007).

A fin de elaborar el inventario paisajístico, se realizaron primero las Unidades de Paisaje, estas se definen como: una combinación de elementos que genera, a una determinada escala, una fisonomía particular, una organización morfológica diferenciada y diferenciable, que hace a una parte del territorio distinta de otra (Mazzoni, 2014).

Para este caso se utilizaron las cartas temáticas de INEGI escala 1:250,000 específicamente las de Uso de Suelo y Vegetación serie V, Litología y Tipos de Suelo, también se utilizó la carta de Disección Vertical obtenida del Atlas del Medio Físico, Biótico y Ambiental (SEMARNAT, 2012). Se realizó la unión de estas capas para poder evaluar sus atributos en conjunto, resultando un total de 89 Unidades de Paisaje, las cuales se encuentran enlistadas en la siguiente tabla.

Tabla IV.77 Unidades de paisaje presentes en el SAR.

TIPO DE VEGETACIÓN	DISECCIÓN VERTICAL	LITOLOGÍA	EDAFOLOGÍA	CLASIFICACIÓN
AREA DESPROVISTA DE VEGETACIÓN	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Aluvial	Regosol calcareo	1
AREA DESPROVISTA DE VEGETACIÓN	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Basalto	Regosol calcareo	2
AREA DESPROVISTA DE VEGETACIÓN	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Aluvial	Litosol	3
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Basalto	Litosol	4
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Toba cida	Litosol	5
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Toba cida	Litosol	6
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Conglomerado	Litosol	7
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Aluvial	Litosol	8



TIPO DE VEGETACIÓN	DISECCIÓN VERTICAL	LITOLOGÍA	EDAFOLOGÍA	CLASIFICACIÓN
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Conglomerado	Litosol	9
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Latita	Litosol	10
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Conglomerado	Regosol calcareo	11
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Latita	Yermosol c	12
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Latita	Fluvisol calcarico	13
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Latita	Yermosol haplico	14
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Conglomerado	Xerosol h	15
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Latita	Regosol calcareo	16
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Conglomerado	Yermosol c	17
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Conglomerado	Fluvisol calcarico	18
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Basalto	Regosol calcareo	19
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Basalto	Litosol	20
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Basalto	Yermosol haplico	21
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Toba cida	Yermosol haplico	22
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Lacustre	Regosol calcareo	23
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Aluvial	Regosol calcareo	24
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Aluvial	Fluvisol calcarico	25
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Aluvial	Yermosol haplico	26
PASTIZAL HALÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Latita	Yermosol haplico	27
PASTIZAL HALÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Conglomerado	Regosol calcareo	28
PASTIZAL HALÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Conglomerado	Fluvisol calcarico	29
PASTIZAL HALÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Lacustre	Regosol calcareo	30
PASTIZAL HALÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Aluvial	Regosol calcareo	31
PASTIZAL HALÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Aluvial	Fluvisol calcarico	32
PASTIZAL HALÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Aluvial	Yermosol haplico	33
PASTIZAL HALÓFILO	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Latita	Litosol	34
PASTIZAL HALÓFILO	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Conglomerado	Litosol	35
PASTIZAL HALÓFILO	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Latita	Yermosol haplico	36
PASTIZAL HALÓFILO	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Conglomerado	Yermosol haplico	37
PASTIZAL HALÓFILO	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Conglomerado	Regosol calcareo	38
PASTIZAL HALÓFILO	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Basalto	Regosol calcareo	39
PASTIZAL HALÓFILO	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Basalto	Litosol	40
PASTIZAL HALÓFILO	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Aluvial	Regosol calcareo	41
AGRICULTURA	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Aluvial	Regosol calcareo	42
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Aluvial	Yermosol c	43
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Aluvial	Xerosol h	44
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Latita	Litosol	45
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Latita	Regosol calcareo	46
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Latita	Yermosol haplico	47
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Conglomerado	Regosol calcareo	48



TIPO DE VEGETACIÓN	DISECCIÓN VERTICAL	LITOLOGÍA	EDAFOLOGÍA	CLASIFICACIÓN
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Conglomerado	Yermosol haplico	49
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Basalto	Regosol calcareo	50
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Aluvial	Litosol	51
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Aluvial	Yermosol haplico	52
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA COLINOSA FUERTEMENTE DISECCIONADA (30 - 40)	Latita	Litosol	53
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA COLINOSA FUERTEMENTE DISECCIONADA (30 - 40)	Toba cida	Litosol	54
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA COLINOSA FUERTEMENTE DISECCIONADA (30 - 40)	Conglomerado	Litosol	55
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA COLINOSA FUERTEMENTE DISECCIONADA (30 - 40)	Conglomerado	Regosol calcareo	56
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA COLINOSA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (20 - 30)	Latita	Litosol	57
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Basalto	Yermosol haplico	58
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Aluvial	Regosol calcareo	59
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA COLINOSA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (20 - 30)	Latita	Yermosol haplico	60
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA COLINOSA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (20 - 30)	Latita	Regosol calcareo	61
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA COLINOSA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (20 - 30)	Aluvial	Litosol	62
PASTIZAL HALÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Conglomerado	Xerosol h	63
PASTIZAL HALÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Conglomerado	Yermosol haplico	64
PASTIZAL HALÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Conglomerado	Litosol	65
PASTIZAL HALÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Aluvial	Yermosol c	66
PASTIZAL HALÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Aluvial	Xerosol h	67
PASTIZAL HALÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Aluvial	Litosol	68
PASTIZAL HALÓFILO	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Basalto	Yermosol haplico	69
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA COLINOSA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (20 - 30)	Aluvial	Yermosol haplico	70
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA COLINOSA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (20 - 30)	Aluvial	Regosol calcareo	71
MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA COLINOSA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (20 - 30)	Basalto	Litosol	72
PASTIZAL HALÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Basalto	Regosol calcareo	73
PASTIZAL HALÓFILO	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Aluvial	Litosol	74
PASTIZAL HALÓFILO	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Aluvial	Yermosol haplico	75
AGRICULTURA	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Aluvial	Regosol calcareo	76
AGRICULTURA	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Aluvial	Yermosol haplico	77
AGRICULTURA	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Aluvial	Yermosol haplico	78
PASTIZAL INDUCIDO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Aluvial	Regosol calcareo	79
PASTIZAL INDUCIDO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Aluvial	Yermosol haplico	80
PASTIZAL INDUCIDO	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Aluvial	Regosol calcareo	81
PASTIZAL INDUCIDO	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Aluvial	Yermosol haplico	82
VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PASTIZAL HALÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Aluvial	Yermosol haplico	83
VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PASTIZAL HALÓFILO	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Aluvial	Yermosol haplico	84
ASENTAMIENTOS HUMANOS	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Basalto	Litosol	85
ASENTAMIENTOS HUMANOS	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Basalto	Yermosol haplico	86
ASENTAMIENTOS HUMANOS	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Aluvial	Yermosol haplico	87
PASTIZAL HALÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Basalto	Litosol	88



TIPO DE VEGETACIÓN	DISECCIÓN VERTICAL	LITOLOGÍA	EDAFOLOGÍA	CLASIFICACIÓN
VEGETACIÓN SECUNDARIA DE PASTIZAL HALÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Aluvial	Regosol calcareo	89

Las unidades de paisaje predominantes por el área que abarcan son:

Unidad No. 24

Áreas cuyo tipo de vegetación es Matorral Desértico Micrófilo; estas son comunidades vegetales dominadas por arbustos con alturas inferiores a 4 m. Propios de climas secos y zonas frágiles que favorecen la desertificación (Biodiversidad, s.f.). La especie predominante es la Gobernadora o Guamis (*Larrea tridentata*), y en el SAR abarca un área de aproximadamente 1716.76 Hectáreas, la Disección vertical se define como llanuras onduladas medianamente diseccionadas tita, con valores que van de 5 a 10, lo que indica que existe la presencia de lomas pequeñas con una pendiente baja. El tipo de formación geológica es aluvial, estos son ambientes sedimentarios más proximales y de grano más grueso. Estos generalmente se encuentran al lado de los cinturones montañosos y son producto de dos procesos deposicionales principales: flujos de detritus y flujos no confinados (UNAM). El tipo de suelo en esta unidad de paisaje es Regosol calcáreo, estos son suelos que se desarrollan sobre materiales no consolidados, alterados y de textura fina, con profundidades de entre 20 y 50 centímetros desde la superficie.

Unidad No. 11

En esta unidad de paisaje se presenta un tipo de vegetación de Matorral Desértico Micrófilo, y Una disección vertical denominada llanuras unduladas medianamente diseccionadas, a diferencia de la anterior el tipo de formación geológica es de conglomerados, estas son rocas sedimentarias formadas por cantos redondeados de gran tamaño unidos por un cemento o una matriz (Montijo González). La unidad edafológica presente pertenece a Regosol calcáreo. El área aproximada que ocupa esta unidad de paisaje es de 1337.62 Hectáreas.

Unidad No. 26

Al igual que las unidades anteriores, esta se presenta, como tipo de vegetación el Matorral Desértico Micrófilo, una disección vertical denominada llanura ondulada medianamente diseccionada, el tipo de suelo también es aluvial, sin embargo, a diferencia de las demás, el tipo de suelo es Yermosol haplico, estos son suelos localizados en las zonas más áridas, En ocasiones presentan capas de cal, yeso y sales en la superficie o en alguna parte del subsuelo; su capa superficial es muy pobre en humus, se



le conoce como haplico pues no presenta características de otras subunidades existentes (INEGI). Esta unidad cubre un área de 1319.26 Has.

Unidad No. 10

En esta unidad se presenta un tipo de vegetación de Matorral Desértico Micrófilo con llanuras onduladas medianamente diseccionadas, las formaciones litológicas corresponden a Latita, estas son rocas de origen ígneo, de composición similar a las monzonitas: sin cuarzo ni feldespatoides, con plagioclasas (40% - 90%) y feldespatos potásicos (<40%). El tipo de suelo en esta unidad es Litosol, este tipo de suelos se caracterizan por sus profundidad menor de 10 centímetros, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión es muy variable dependiendo de otros factores ambientales, esta unidad abarca un área de 1123.14 Has.

Unidad No. 45

En esta unidad se presenta un tipo de vegetación de Matorral desértico Micrófilo con llanuras colinosas ligeramente diseccionadas, la formación rocosa es Latita y la Unidad edafológica presente es Litosol. Cubre aproximadamente 806.79 Has.

En la siguiente tabla podemos observar las características de las unidades de paisaje anteriormente mencionadas:

Tabla IV.78 Unidades de paisaje predominantes en el SAR.

CLASIFICACIÓN	TIPO DE VEGETACIÓN	DISECCIÓN VERTICAL	LITOLOGÍA	UNIDADES EDAFOLÓGICAS	ÁREA
24	MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Aluvial	Regosol calcareo	1716.764
26	MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Aluvial	Yermosol haplico	1319.268
11	MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Conglomerado	Regosol calcareo	1337.621
10	MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA ONDULADA MEDIANAMENTE DISECCIONADA (5 - 10)	Latita	Litosol	1123.148
45	MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	LLANURA COLINOSA LIGERAMENTE DISECCIONADA (15 - 20)	Latita	Litosol	806.793

El paisaje del SAR se evaluó utilizando el método propuesto por la asociación española de evaluación de impacto ambiental, éste aplica un método cuantitativo para la valoración de la calidad visual intrínseca del paisaje, en base a la calidad y singularidad de los elementos que lo integra: Relieve o geomorfología, vegetación, agua, elementos antrópicos y entorno adyacente, esta metodología también toma en cuenta el factor de visibilidad desde los puntos de observación más frecuentados, teniendo en cuenta su distancia y la cuenca visual.

En la siguiente tabla se puede ver el valor dado a cada elemento del paisaje, así como el valor paisajístico total del SAR:



Tabla IV.79 Valoración del paisaje en el SAR.

Valoración de la calidad intrínseca del paisaje			Valor Calidad				
Elementos del paisaje			0	1	2	3	4
Relieve	Complejidad Topográfica	Muy alta					
		Alta					
		Media					
		Baja		1			
		Muy baja					
	Pendiente	Muy escarpada >50%					
		Fuerte 30 - 50%					
		Moderada 20 - 30%					
		Suave 10 - 20%		1			
		Llana o muy suave < 10%					
F. Geológicas	Presencia de formaciones geológicas relevantes					4	
	Ausencia de formaciones geológicas relevantes						
Vegetación	Grado de Cobertura	75 - 100%					
		50 - 75%					
		25 - 50%					
		5 - 25%		1			
		< 5%					
	Densidad	Especie muy abundante					
		Especie abundante					
		Especie frecuente			2		
		Especie escasa					
		Especie muy escasa					
	Distribución Horizontal	Vegetación cerrada					
		Vegetación abierta					
		Vegetación dispersa		1			
		Ausencia de vegetación					
	Altura del Estrato Superior	Estrato de árboles altos >15 m					
		Estrato de árboles intermedio 8 - 15 m					
		Árboles bajos y/o matorral alto 3 - 8					
		Matorrales bajos y/o estrato herbáceo alto < 3		1			
		Ausencia casi total de vegetación					
	Diversidad Cromática	Muy alta					
		Alta					
		Media					
		Baja		1			
		Muy baja					
	Contraste Cromático	Muy acusado: ricas combinaciones, variedad de colores fuertes					
		Acusado: variaciones de color acusadas					
		Medio: alguna variación pero no dominante			2		
		Bajo: tonos apagados, poca variedad de colores					
Muy bajo: no hay variaciones ni contraste de color							



Valoración de la calidad intrínseca del paisaje			Valor Calidad				
			0	1	2	3	4
Elementos del paisaje							
	Estacionalidad	Formación vegetal mixta, con fuertes contrastes cromáticos estacionales					
		Formación vegetal mixta, con contrastes cromáticos estacionales no muy acusados					
		Formación uniforme, con fuerte variación estacional (caducifolias, herbáceas anuales)				3	
		Vegetación monocromática uniforme, con contraste estacional nulo o muy bajo					
		Ausencia casi total de vegetación					
Agua	Superficie de Agua Vista	Presencia de agua en láminas superficiales (lagos, pantanos, etc.)					
		Presencia de agua en formas lineales (arroyos, ríos, etc.)				3	
		Presencia puntual de agua (fuentes, manantiales, etc.)					
		No presencia de agua					
	Estacionalidad del caudal	Caudal permanente					
		Caudal estacional, presente más de 6 meses al año					
		Caudal estacional, presente menos de 6 meses al año				3	
	Apariencia Subjetiva del Agua	Aguas de apariencia limpia y clara					
		Aguas algo turbias, poco transparentes, pero no sucias				3	
		Aguas muy turbias, sucias de apariencia poco agradable					
	Existencia de Puntos Singulares	Presencia de varios puntos singulares o muy perceptibles					
		Presencia de pocos puntos singulares o poco perceptibles					
Ausencia de puntos singulares			1				
Elementos antrópicos	Actividades agrícolas y ganaderas	Vegetación natural o formas de explotación racional ancestrales					
		Explotaciones extensivas tradicionales o naturalizadas					
		Superficie parcialmente dedicada a actividades de poca intensidad					
		Cultivos recientemente abandonados o condicionados por anterior actividad intensiva		1			
		Superficie totalmente ocupada por explotaciones intensivas					
	Densidad Viaria	No hay vías de comunicación interiores ni próximas					
		Vías de tráfico bajo en las cercanías de la unidad					
		Vías de tráfico bajo atravesando la unidad		1			
		Vías de tráfico intenso atravesando la unidad					
	Construcción Infraestructuras	Ausencia de construcciones e infraestructuras					
		Construcciones tradicionales, integrados en el paisaje o con valor artístico					
		Construcciones no tradicionales, de carácter puntual o lineal (líneas elect, repetidores)					
Construcciones no tradicionales extensivas (núcleos urbanos, industriales)		0					
Extrapolaciones Industriales o Mineras	Ausencia de explotaciones, pero sin incidencias en la unidad					4	
	Presencia cercana de explotaciones, pero sin incidencias en la unidad						
	Presencia en la unidad o sus cercanías, con fuerte incidencia ambiental en la unidad						
R. histórico-culturales	Presencia de valores tradicionales únicos, frecuentados o en su uso						



Valoración de la calidad intrínseca del paisaje			Valor Calidad				
Elementos del paisaje			0	1	2	3	4
Entorno		Presencia de algún calor poco relevante, no tradicional o en desuso					
		Ausencia de cualquier valor	0				
	Escenario Adyacente	Realzan notablemente los valores paisajísticos del espacio					
		Son inferiores a las del territorio, pero no lo realzan de forma notable					
		Similares a las del espacio estudiado, pero sin desvirtuarlo		1			
		Notablemente superiores a las del espacio estudiado					
Total			34				

Singularidad de elementos del paisaje			0	1	2	3	4
Rasgos paisajísticos singulares	Presencia de uno o varios elementos paisajísticos únicos o excepcionales						
	Presencia de uno o varios elementos paisajísticos poco frecuentes						
	Rasgos paisajísticos característicos, aunque similares a otros en la región						
	Elementos paisajísticos bastante comunes en la región			1			
	Ausencia de elementos singulares relevantes						
Total			1				

El valor de la calidad intrínseca del paisaje del SAR resulta siendo 35, tomando en cuenta que el valor máximo que se puede obtener es 84, podría decirse que este es un paisaje muy homogéneo, con poco atractivo visual, sin colores o formaciones características o llamativas.

El factor de visibilidad puede encontrarse entre los valores 1 a 2, mientras más se acerquen a 2 aumenta la calidad de factor de visibilidad, en este caso se obtuvo un valor de 1.2 como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV.80 Valoración del factor de visibilidad del SAR.

Factor de Visibilidad.		0.2	0.3	0.4	0.5	1
Puntos Observación	Área no visible desde zonas transitadas				0.5	
	Área visible desde puntos o zonas transitadas					
Distancia Observación	Lejana (>800 m)		0.3			
	Media (200 - 800 m)					
	Próxima (0 - 200 m)					
Frecuencia Observación	Zonas observación escasamente transitadas	0.2				
	Zonas observación poco frecuentadas, de forma esporádica					
	Zonas observación frecuentadas periódicamente					
	Zonas muy frecuentadas, de forma continua					
Cuenca Visual	0 - 25%	0.2				
	26 - 50%					



Factor de Visibilidad.		0.2	0.3	0.4	0.5	1
	50 - 75%					
	76 - 100%					
Total		1.2				

En base a los resultados podemos observar que el SAR cuenta con paisaje muy homogéneos, de baja calidad paisajística, donde el relieve no es muy variado y la presencia de caudales o cuerpos de agua es de carácter temporal, habiendo posibilidad de avistarlos únicamente en temporada de lluvias, no hay presencia de colores llamativos que vuelvan atractivo el paisaje, la época de variación es en los meses más lluviosos, que es cuando se presentan las herbáceas, especies perenes que dan un cambio en la coloración del área debido a la floración.

IV.2.2.4.2 Paisaje en el área sujeta a CUSTF.

El área donde se pretende ubicar el proyecto cuenta con un tipo de vegetación de Matorral Desértico Micrófilo, este tiene contrastes de colores muy homogéneos, con variaciones en la época de lluvias que es cuando se presentan las herbáceas, la vegetación se encuentra dispersa y hay poca cobertura vegetal en algunas áreas debido a la actividad de pastoreo que se ha dado, la pendiente se encuentra en un rango de 2 % a 5% por lo que se considera que es un área plana sin formaciones geográficas atractivas.

A continuación, se presentan los valores que se le dieron al paisaje del área en que se planea realizar el proyecto:

Tabla IV.81 Valoración paisajista del área propuesta para realizar el CUSTF.

Valoración de la calidad intrínseca del paisaje			Valor Calidad				
Elementos del paisaje			0	1	2	3	4
Relieve	Complejidad Topográfica	Muy alta					
		Alta					
		Media					
		Baja		1			
		Muy baja					
	Pendiente	Muy escarpada >50%					
		Fuerte 30 - 50%					
		Moderada 20 - 30%					
		Suave 10 - 20%					
		Llana o muy suave < 10%		0			
F. Geológicas	Presencia de formaciones geológicas relevantes						
	Ausencia de formaciones geológicas relevantes		0				
Vegetación	Grado de Cobertura	75 - 100%					
		50 - 75%					
		25 - 50%					



Valoración de la calidad intrínseca del paisaje		Valor Calidad				
Elementos del paisaje		0	1	2	3	4
		5 - 25%		1		
		< 5%				
	Densidad	Especie muy abundante				
		Especie abundante				
		Especie frecuente			2	
		Especie escasa				
		Especie muy escasa				
	Distribución Horizontal	Vegetación cerrada				
		Vegetación abierta				
		Vegetación dispersa		1		
		Ausencia de vegetación				
	Altura del Estrato Superior	Estrato de árboles altos >15 m				
		Estrato de árboles intermedio 8 - 15 m				
		Árboles bajos y/o matorral alto 3 - 8				
		Matorrales bajos y/o estrato herbáceo alto < 3		1		
		Ausencia casi total de vegetación				
	Diversidad Cromática	Muy alta				
		Alta				
		Media				
		Baja		1		
		Muy baja				
	Contraste Cromático	Muy acusado: ricas combinaciones, variedad de colores fuertes				
		Acusado: variaciones de color acusadas				
		Medio: alguna variación, pero no dominante				
		Bajo: tonos apagados, poca variedad de colores		1		
		Muy bajo: no hay variaciones ni contraste de color				
	Estacionalidad	Formación vegetal mixta, con fuertes contrastes cromáticos estacionales				
		Formación vegetal mixta, con contrastes cromáticos estacionales no muy acusados				
Formación uniforme, con fuerte variación estacional (caducifolias, herbáceas anuales)				2		
Vegetación monocromática uniforme, con contraste estacional nulo o muy bajo						
Ausencia casi total de vegetación						
Agua	Superficie de Agua Vista	Presencia de agua en láminas superficiales (lagos, pantanos, etc.)				
		Presencia de agua en formas lineales (arroyos, ríos, etc.)				3
		Presencia puntual de agua (fuentes, manantiales, etc.)				
		No presencia de agua				
	Estacionalidad del caudal	Caudal permanente				
		Caudal estacional, presente más de 6 meses al año				
		Caudal estacional, presente menos de 6 meses al año			2	
	Apariencia Subjetiva del Agua	Aguas de apariencia limpia y clara				
		Aguas algo turbias, poco transparentes, pero no sucias				3



Valoración de la calidad intrínseca del paisaje			Valor Calidad				
Elementos del paisaje			0	1	2	3	4
	Existencia de Puntos Singulares	Aguas muy turbias, sucias de apariencia poco agradable					
		Presencia de varios puntos singulares o muy perceptibles					
	Existencia de Puntos Singulares	Presencia de pocos puntos singulares o poco perceptibles					
		Ausencia de puntos singulares					
Elementos antrópicos	Actividades agrícolas y ganaderas	Vegetación natural o formas de explotación racional ancestrales					
		Explotaciones extensivas tradicionales o naturalizadas					
		Superficie parcialmente dedicada a actividades de poca intensidad					
		Cultivos recientemente abandonados o condicionados por anterior actividad intensiva		1			
		Superficie totalmente ocupada por explotaciones intensivas					
	Densidad Viaria	No hay vías de comunicación interiores ni próximas					
		Vías de tráfico bajo en las cercanías de la unidad					
		Vías de tráfico bajo atravesando la unidad		1			
		Vías de tráfico intenso atravesando la unidad					
	Construcción Infraestructuras	Ausencia de construcciones e infraestructuras					
		Construcciones tradicionales, integrados en el paisaje o con valor artístico					
		Construcciones no tradicionales, de carácter puntual o lineal (líneas elect, repetidores)		1			
		Construcciones no tradicionales extensivas (núcleos urbanos, industriales)					
	Extrapolaciones Industriales o Mineras	Ausencia de explotaciones, pero sin incidencias en la unidad					4
		Presencia cercana de explotaciones, pero sin incidencias en la unidad					
		Presencia en la unidad o sus cercanías, con fuerte incidencia ambiental en la unidad					
	R. histórico-culturales	Presencia de valores tradicionales únicos, frecuentados o en su uso					
		Presencia de algún calor poco relevante, no tradicional o en desuso					
		Ausencia de cualquier valor		0			
	Entorno	Escenario Adyacente	Realzan notablemente los valores paisajísticos del espacio				
Son inferiores a las del territorio, pero no lo realzan de forma notable							
Similares a las del espacio estudiado					2		
Similares a las del espacio estudiado, pero sin desvirtuarlo							
Notablemente superiores a las del espacio estudiado							
Total			27				



Singularidad de elementos del paisaje		0	1	2	3	4
Rasgos paisajísticos singulares	Presencia de uno o varios elementos paisajísticos únicos o excepcionales					
	Presencia de uno o varios elementos paisajísticos poco frecuentes					
	Rasgos paisajísticos característicos, aunque similares a otros en la región					
	Elementos paisajísticos bastante comunes en la región		1			
	Ausencia de elementos singulares relevantes					
Total		1				

Tabla IV.82 Valoración de los factores de visibilidad del área propuesta para el CUSTF.

Factor de Visibilidad de la Actuación		0.2	0.3	0.4	0.5	1
Puntos Observación	Área no visible desde zonas transitadas					
	Área visible desde puntos o zonas transitadas				0.5	
Distancia Observación	Lejana (>800 m)					
	Media (200 - 800 m)					
	Próxima (0 - 200 m)				0.5	
Frecuencia Observación	Zonas observación escasamente transitadas					
	Zonas observación poco frecuentadas, de forma esporádica		0.3			
	Zonas observación frecuentadas periódicamente					
	Zonas muy frecuentadas, de forma continua					
Cuenca Visual	0 - 25%					
	26 - 50%		0.3			
	50 - 75%					
	76 - 100%					
Total		1.6				

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

IV.3.1 Provisión de agua en calidad y Cantidad

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.

IV.3.1.1 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 pasto 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.

IV.3.1.2 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:

- a) Precipitación del área
- b) Formas del relieve (geomorfología)
- c) Tipo de vegetación (cobertura)
- d) 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.

Balance Hidrológico en el Sistema Ambiental Regional (SAR)

Volumen precipitado

Para estimar el volumen precipitado se investigó el valor de la precipitación media anual de la estación meteorológica más cercana al área de interés para posteriormente estimar la precipitación a toda la superficie del SAR. En la siguiente tabla se presenta la precipitación media anual, así como los datos de la estación meteorológica que se tomó de referencia.



Tabla IV.83 Registro de precipitación media anual.

Estación	Nombre	Ubicación	Altitud	Periodo	Precipitación media anual (mm)
8155	Villa ahumada	Moctezuma	1200	1951-2010	311.9

Es importante señalar que se seleccionó esa estación meteorológica porque es la más cercana al proyecto, además presenta el rango de altitud más similar a las condiciones del proyecto y el mismo tipo de clima. Es administrada por CONAGUA cuenta con normales climatológicas en el periodo 1951-2010 (59 años).

Para obtener el volumen precipitado en el SAR se consiguió el producto del valor de la precipitación media anual por la superficie en el SAR, como se presenta en la siguiente expresión matemática.

$$Vp = P \times A$$

Donde:

- Vp Volumen que precipita
- Pm Valor precipitación media anual (m)
- A Área del Sistema Ambiental Regional (m²)

En la **Tabla IV.84** se muestra el volumen de agua que precipita en el SAR.

Tabla IV.84 Volumen precipitado en la superficie del SAR.

Precipitación (m)	Área (m ²)	Volumen precipitado (m ³)
0.3119	143,658,775.78	44,807,172.17

Volumen de evapotranspiración

Se utilizaron como referencia bibliográfica los documentos “Caracterización y diagnóstico del acuífero de La Paz, B.C.S, mediante estudios geofísicos y geohidrológicos” (Cruz-Falcón, 2007), que corresponde a una tesis de doctorado y al artículo publicado en una revista científica “Precipitación y recarga en la Cuenca de La Paz, B.C.S., México” (Cruz-Falcón, et al., 2011), ambos en México.



Cruz-Falcón (2007) menciona en su publicación que la fórmula original de Turc se utiliza cuando se presentan precipitaciones bajas y temperaturas relativamente altas, teniendo como resultado una evapotranspiración demasiado elevada, casi igual a la precipitación total. El autor hace hincapié que no puede ser real ese volumen de evapotranspiración, ya que del volumen restante una parte escurre y otra se infiltra. Entonces al estimar una evapotranspiración con la fórmula original de Turc la recarga de la cuenca resulta demasiado baja. De manera que, Cruz-Falcón modifica ligeramente la fórmula quedando de la siguiente manera:

$$Eva = P/[1.5 + (P/L)^2]^{0.5}$$

Donde:

P	Precipitación en mm
L	$300 + 25T + 0.05 T^2$
T	Temperatura en °C

Con base al argumento anterior se optó por utilizar la ecuación de Turc modificada por Cruz-Falcón (2007), además de que la fórmula se ajusta para la región donde queda inmerso el proyecto “Los Santos Solar” ya que presenta un clima **Bw/kw** (muy seco templado).

La fórmula de Turc modificada por Cruz-Falcon (2007) comprende los parámetros de precipitación y temperatura, de modo que dichos valores se obtuvieron de la estación meteorológica 8155 Villa ahumada. Se tiene registrado una temperatura media anual con un valor de 17.5 °C y una precipitación media anual de 311.9 milímetros.

Primeramente, se realizó la validación mediante la siguiente fórmula:

$$L = 300 + 25T + 0.05T^2$$
$$L = 300 + 25(17.5) + 0.05(17.5)^2$$
$$L = 752.81$$

Condición válida para aceptar la precipitación media utilizada en la ecuación de evapotranspiración de Turc modificado por Cruz-Falcón (2007):

$$P > 0.31L$$

$$P > 0.31(752.81)$$

Resultado $311.9 > 233.3711$



La precipitación es mayor que la condición establecida y por lo tanto es válido el uso de la ecuación de evapotranspiración de Turc modificado por Cruz-Falcón (2007).

Al sustituir la fórmula de evapotranspiración resulta lo siguiente:

$$Eva = P / (1.5 + (P/L)^2)^{0.5}$$

$$Eva = 311.9 / (1.5 + (311.9/752.81)^2)^{0.5}$$

$$Eva = 241.23 \text{ mm} = 0.241 \text{ m}$$

El valor de evapotranspiración se proyecta a toda la superficie del SAR (**Tabla IV.85**).

Tabla IV.85 Evapotranspiración en la superficie del SAR.

Valor de <i>Eva</i> (m)	Área del SAR (m ²)	Volumen evapotranspirado (m ³)
0.241	14,365.877578	34,621,764.96

Escurrimiento superficial

Para determinar el volumen anual de escurrimiento se empleó el método indirecto denominado *precipitación-escurrimiento* propuesto en la NOM-011-CONAGUA-2015.

$$Vm = A \times Ce \times Pm$$

Donde:

- Vm Volumen anual de escurrimiento natural de la cuenca (m³)
- A Área de la cuenca (m²)
- Ce Coeficiente de escurrimiento (adimensional)
- Pm Valor precipitación media anual (m)

Para obtener el coeficiente de escurrimiento se utilizó la expresión de la norma oficial mexicana, sin embargo, modificado en cuanto al parámetro *K* por Cruz-Falcón (2007).

$$Ce = K [Pm - 250 / 2000] + [K - 0.15 / 1.5]$$

Donde:

- Ce Coeficiente de escurrimiento anual (adimensional)
- K Parámetro que depende del uso y tipo de suelo
- Pm Valor precipitación media anual (m)



En la **Tabla IV.86** se presentan los valores del parámetro K (modificado por Cruz-Falcón 2007) para diferente tipo y uso de suelo.

Tabla IV.86 Valores del parámetro K (Cruz-Falcón, 2007).

Uso y Tipo de Suelo	Muy permeable	Medianamente permeable	Poco permeable
Área agrícola	0.24	0.27	0.3
Pastizal	0.2	0.24	0.3
Mezquital	0.12	0.22	0.26
Edificaciones	0.28	0.29	0.32
Vegetación halófito	0.28	0.29	0.32
Matorral	0.16	0.23	0.28
Selva Baja	0.14	0.22	0.27

Se utilizó la información edafológica y de uso de suelo y vegetación para asignar el valor de K a cada tipo de vegetación y uso de suelo que componen al SAR. El uso de suelo y vegetación del SAR que no estuviera en la **Tabla IV.83**, se le asignó un valor de K que se le asimilara con otra vegetación.

Al tener varios valores de K, se estimó la media ponderada del parámetro K para tener un solo valor:

$$\bar{x}_K = \frac{(Superficie\ Vegetación_1 \times Valor\ K) + (Superficie\ Vegetación_2 \times Valor\ K) + \dots + (Superficie\ Vegetación_n \times Valor\ K)}{Superficie\ total\ del\ SAR}$$

En la **Tabla IV.87** se muestra el valor resultante de la media ponderada del parámetro de K:

Tabla IV.87 Valor de K para cada tipo de vegetación y media ponderada resultante.

Tipo de vegetación	Área (has)	K	Valor ponderado
Asentamiento Humano	28.4469	0.32	0.20
Parque Solar	813.9120	0.29	
Vegetación Secundaria de Pastizal Halófilo	207.2021	0.32	
Pastizal Halófilo	1836.9438	0.32	
Pastizal Inducido	170.6010	0.23	
Agricultura de Riego Anual	1623.1990	0.24	
Matorral Desertico Microfilo	9685.5728	0.16	
ÁREATOTAL	14365.8776		



El valor del parámetro K es igual a **0.20**. Como se puede apreciar es mayor a 0.15, por lo que se emplea la siguiente ecuación para obtener el coeficiente de escurrimiento:

$$C_e = K ((Pm - 250) / 2000) + (K - 0.15) / 1.5$$

$$C_e = 0.23 ((0.3119 - 250) / 2000) + (0.2000 - 0.15) / 1.5]$$

$$C_e = 0.0395$$

A continuación, se determina el volumen medio anual de escurrimiento.

$$Vm = (A)(C_e)(Pm)$$

$$Vm = (143,658,775.78 \text{ m}^2)(0.0395)(0.3119 \text{ m})$$

$$Vm = 1,770,928.80 \text{ m}^3$$

En la superficie del SAR se presenta un volumen de escurrimiento superficial de **1,770,928.80 m³**.

Infiltración

El volumen de infiltración se puede obtener por la diferencia de la precipitación y los valores de evapotranspiración y escurrimiento, con la siguiente expresión (Castany, 1971):

$$I = P - Eva - Es$$

Donde:

- I Infiltración m³
- P Precipitación m³
- Eva Evapotranspiración m³
- Es Escurrimiento superficial m³

Al sustituir los valores de precipitación, evapotranspiración y escurrimiento resulta lo siguiente:

$$I = P - Eva - Es$$

$$I = 44,807,172.17 \text{ m}^3 - 34,621,764.96 \text{ m}^3 - 1,770,928.80 \text{ m}^3$$

$$I = \mathbf{8,414,478.40 \text{ m}^3}$$

Resumen del balance hidrológico en el SAR



En la **Tabla IV.88** se presenta los valores de cada componente que conforman al balance hidrológico en la superficie del SAR.

Tabla IV.88 Balance hidrológico en el SAR.

Balance Hidrológico en el SAR		
Parámetros	Volumen (m ³)	%
Volumen precipitado	44,807,172.17	100.000
Volumen de evapotranspiración	34,621,764.96	77.268
Escurrimiento	1,770,928.80	3.952
Infiltración	8,414,478.40	18.779

En el SAR se tiene un volumen total precipitado de **44,807,172.17** m³, de este volumen, el 77.268% se evapotranspira, de manera que permite que el 3.952 % del agua precipitada escurra y el 18.77 % se infiltre.

Balance Hidrológico en condiciones actuales para el área sujeta a CUSTF

Para su determinación se emplea la ecuación que se utilizó anteriormente para la estimación del balance hidrológico en el SAR, la cual se expresa de la siguiente manera (Schuiz & García, 2015):

$$BH = P - (Eva + Esc + Inf)$$

Donde:

- BH Balance hidrológico
- P Precipitación (volumen precipitado)
- Eva Evapotranspiración
- Esc Escurrimiento Superficial
- Inf Infiltración

Volumen precipitado



Se utilizó el valor de la precipitación media anual indicado en el apartado “**Balance Hidrológico en el Sistema Ambiental Regional (SAR)**”, el cual resulta un valor de 311.9 milímetros. Para estimar el volumen precipitado se multiplico el valor de la precipitación media anual por la superficie sujeta a CUSTF, resultado que se muestra en la **Tabla IV.89**

Tabla IV.89 Volumen precipitado en la superficie sujeta a cambio uso de suelo.

Valor de precipitación media anual (m)	Área sujeta a cambio uso de suelo (m ²)	Volumen precipitado (m ³)
0.3119	119.663965	373,231.9068

Volumen de evapotranspiración

De igual manera, se utilizó la fórmula de Turc modificado por Cruz-Falcón (2007) para obtener el valor de la evapotranspiración:

$$Eva = P / (1.5 + (P/L)^2)^{0.5}$$

Donde:

P Precipitación en mm

L $300 + 25T + 0.05T^2$

condición válida para $P > 0.31L$; si $P < 0.31L$, entonces $Eva = P$

T Temperatura en °C

Dentro del apartado “**Balance Hidrológico en el Sistema Ambiental Regional (SAR)**” se describe el procedimiento para comprobar la validación de la ecuación de Turc modificado por Cruz-Falcón. Es necesario señalar que el valor de la precipitación media anual resulto mayor que la cantidad condicionante:

$$P > 0.31L$$

$$311.9 > 233.3718$$

Recordemos que el valor de la evapotranspiración resulto con un valor de 0.2412 m, al contemplar una precipitación de 311.9 milímetros y una temperatura de 17.5 °C.

$$Eva = P / (1.5 + (P/L)^2)^{0.5}$$



$$Eva = 241.2359 \text{ mm} = 0.2412 \text{ m}$$

La cantidad de agua que se evapotranspira dentro de la superficie sujeta a cambio uso de suelo es la siguiente:

Tabla IV.90 Evapotranspiración en la superficie sujeta a cambio uso de suelo.

Valor de <i>Eva</i> (m)	Área sujeta a cambio uso de suelo (m ²)	Volumen evapotranspirado (m ³)
0.2412	119.663965	288,629.4835

Escorrentamiento superficial

Para obtener el volumen anual de escorrentamiento, igualmente se empleó el método precipitación-escorrentamiento descrito en la NOM-011-CONAGUA-2015.

$$Vm = A \times Ce \times Pm$$

Donde:

- V_m Volumen anual de escorrentamiento natural de la cuenca (m³)
- A Área sujeta a CUSTF (m²)
- C_e Coeficiente de escorrentamiento (adimensional)
- P_m Valor precipitación media anual (m)

Cabe mencionar que para obtener el coeficiente de escorrentamiento se utilizó la misma fórmula, pero los valores de K establecidos por (Cruz-Falcón, 2007).

$$Ce = K [Pm - 250 / 2000] + [K - 0.15 / 1.5]$$

Donde:

- C_e Coeficiente de escorrentamiento anual (adimensional)
- K Parámetro que depende del uso y tipo de suelo
- P_m Valor precipitación media anual (m)

En la **Tabla IV.91** se presentan los valores del parámetro K modificado por (Cruz-Falcón, 2007) para diferente tipo y uso de suelo.



Tabla IV.91 Valores del parámetro K (Cruz-Falcón, 2007).

Uso y Tipo de Suelo	Muy permeable	Medianamente permeable	Poco permeable
Área agrícola	0.24	0.27	0.3
Pastizal	0.2	0.24	0.3
Mezquital	0.12	0.22	0.26
Edificaciones	0.28	0.29	0.32
Vegetación halófito	0.28	0.29	0.32
Matorral	0.16	0.23	0.28
Selva Baja	0.14	0.22	0.27

En el área sujeta a cambio uso de suelo presenta una vegetación y uso de suelo de Matorral Desértico Micrófilo (MDM) y Pastizal halófilo (PH). Se estimó la media ponderada del parámetro K para tener un solo valor:

Tabla IV.92 Valor de K para cada tipo de vegetación y media ponderada resultante en el área de CUSTF.

Tipo de vegetación	Área (has)	K	Valor ponderado
Matorral Desértico Micrófilo	83.922892	0.16	0.2018
Pastizal halófilo	35.741073	0.3	
Área total	119.663965		

El valor del parámetro K es igual a 0.2018. Como se puede apreciar es mayor a 0.15, por lo que se emplea la siguiente ecuación para obtener el coeficiente de escurrimiento:

$$C_e = K ((P_m - 250) / 2000) + (K - 0.15) / 1.5$$

$$C_e = 0.2018 ((0.3119 - 250) / 2000) + (0.2018 - 0.15) / 1.5$$

$$C_e = 0.0116$$

A continuación, se determina el volumen medio anual de escurrimiento.

$$V_m = (A)(C_e)(P_m)$$

$$V_m = (1,196,639.6500 \text{ m}^2)(0.0116)(0.3119 \text{ m})$$

$$V_m = 4,329.4901 \text{ m}^3$$

En la superficie del área sujeta a cambio uso de suelo se presenta un volumen de escurrimiento superficial de **4,329.4901 m³**.



Infiltración

Para el valor de infiltración se obtuvo con la fórmula propuesta por (Castany, 1971):

$$I = P - Et - Es$$

Donde:

- I Infiltración m³
- P Precipitación m³
- Eva Evapotranspiración m³
- Es Ecurrimiento superficial m³

Al sustituir los valores de precipitación, evapotranspiración y escurrimiento resulta lo siguiente:

$$I = P - Eva - Es$$

$$I = 373,231.9068 \text{ m}^3 - 288,629.4835 \text{ m}^3 - 4,329.4901 \text{ m}^3$$

$$I = 80,272.9332 \text{ m}^3$$

Resumen del balance hidrológico en condiciones actuales para el área sujeta a CUSTF

En la siguiente tabla se presenta el balance hidrológico en condiciones normales en la superficie sujeta a cambio uso de suelo.

Tabla IV.93 Balance hidrológico actual en la superficie sujeta a cambio uso de suelo.

Balance Hidrológico actual en la superficie sujeta a CUSTF		
Variable	Volumen (m³)	%
Volumen precipitado	373,231.91	100
Volumen de evapotranspiración	288,629.48	77.33
Ecurrimiento	4,329.49	1.16
Infiltración	80,272.93	21.51

Como se puede apreciar del volumen de agua precipitada dentro del área sujeta a cambio uso de suelo actualmente es de **373231.9068 m³**. De este volumen precipitado el 77.33 % se evapotranspira, el 1.16 % se escurre y el 21.51 % se infiltra.



Balance Hidrológico al ejecutar el cambio uso de suelo en el área propuesta para tal fin

Volumen precipitado

Para la estimación del balance hidrológico al llevar a cabo el cambio uso de suelo se usó el mismo volumen precipitado estimado anteriormente puesto que no se verá modificado por el cambio uso de suelo.

Tabla IV.94 Volumen precipitado en la superficie sujeta a cambio uso de suelo.

Valor de precipitación media anual (m)	Área sujeta a cambio uso de suelo (m ²)	Volumen precipitado (m ³)
0.3119	119.663965	373,231.9068

Volumen de evapotranspiración

Teniendo en cuenta que no existen publicaciones que determinen el incremento o la disminución de la cantidad de agua que se evapotranspira a nivel local y regional para determinar la evapotranspiración al ejecutar el cambio uso de suelo, se tomó de base la información generada por Sabaté (2009). Sabaté (2009) determinó la evapotranspiración conforme al tipo de cobertura (**Tabla IV.92**), mediante el modelo funcional de crecimiento forestal GOTILWA+ (acrónimo de Growth of Trees is Limited by Water).

Tabla IV.95 Evapotranspiración según cubierta vegetal (Sabaté, 2009).

Cubierta vegetal	Evapotranspiración (%)
Pinar con sotobosque arbustivo	76.54
Pinar con herbazal	76.00
Matorral	77.08
Pasto	75.67
Espartal	51.63
Suelo desnudo	56.74

Entonces al tener un suelo desnudo resulta que el **56.74 %** del agua se evapotranspira. De manera que se obtuvo el volumen que se evapotranspira del total precipitado, con la siguiente expresión:

$$Eva = P \times Etsd \times A$$

Donde:

Eva Evapotranspiración m³
P Precipitación m



Etsd Evapotranspiración en suelo desnudo
(decimal= $\frac{\text{Porcentaje}}{100}$)

A Área sujeta a CUSTF m²

$$Eva = 0.3119 \text{ m} \times 0.5674 \times 1,196,639.6500 \text{ m}^2$$

$$Eva = 211,771.7839 \text{ m}^3$$

Escorrimento superficial

Igualmente se empleó la expresión sugerida en la NOM-011-CONAGUA-2015:

$$Vm = (A)(Ce)(Pm)$$

Ce Coeficiente de escurrimiento anual (adimensional)

K Parámetro que depende del uso y tipo de suelo

Pm Valor precipitación media anual (m)

Para determinar el coeficiente de escurrimiento al ejecutarse el cambio uso de suelo se utilizó el valor de K para áreas desnudas publicados en esta norma oficial mexicana.

Tabla IV.96 Valor de K para áreas desnudas (NOM-011-CONAGUA-2015).

Uso de suelo	Tipo de Suelo*		
	A	B	C
Áreas desnudas	0.26	0.28	0.30

* Tipo de suelo A se consideran permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos. Tipo B son suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos. Tipo C, suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas (CONAGUA, 2015).

El área sujeta a cambio de uso de suelo cuenta con dos tipos de suelo y de distinta textura, por lo que se pondero el valor de K en **0.22**.

Tabla IV.97 Valor de K para cada tipo de suelo y media ponderada resultante en el área de CUSTF al ejecutar.

TIPO DE SUELO	ÁREA (Has)	K	VALOR PONDERADO
Cambisol - Media	74.395472	0.28	0.2724
Regosol - Gruesa	45.268493	0.26	
Area total	119.663965		

Como el valor de K es mayor a 0.15, por lo que se emplea la siguiente ecuación para obtener el coeficiente de escurrimiento:



$$C_e = K ((Pm - 250) / 2000)) + (K - 0.15) / 1.5$$

$$C_e = 0.2724 ((311.9 - 250) / 2000)) + (0.28724 - 0.15) / 1.5]$$

$$C_e = 0.0900$$

Una vez obtenido el coeficiente de escurrimiento se determina el volumen medio anual de escurrimiento.

$$Vm = (A)(Ce)(Pm)$$

$$Vm = (1,196,639.6500 \text{ m}^2)(0.0900)(0.3119\text{m})$$

$$Vm = 33,590.8716 \text{ m}^3$$

Al ejecutar el cambio uso de suelo, el volumen de escurrimiento superficial resultaría en **33,590.8716** m³.

Infiltración

Se obtiene el volumen de infiltración por medio de la expresión de (Castany, 1971).

$$I = P - Eva - Es$$

$$I = 373,231.9068 \text{ m}^3 - 211,771.7839 \text{ m}^3 - 33,590.8716 \text{ m}^3$$

$$I = 127,869.2513 \text{ m}^3$$

Comparación del balance hidrológico a nivel CUSTF al ejecutar el cambio uso de suelo

En la **Tabla IV.98** se presenta los valores del balance hidrológico del CUSTF en condiciones actuales y el comportamiento que existiría al ejecutar el cambio uso de suelo.

Tabla IV.98 Balance hidrológico del CUSTF al ejecutar el cambio uso de suelo.

Parámetro	Condiciones actuales		Ejecutando el CUSTF		Alteración	Valor (+/-)
	m ³ /año	%	m ³ /año	%	% disminución/ incremento	
Volumen precipitado	373,231.9068	100	373,231.9068	100.0	0.00	
Volumen evapotranspiración	288,629.4835	77.33	211,771.7839	56.74	-20.59	76,857.6996
Escurrecimiento	4,329.4901	1.16	33,590.8716	9.00	7.84	29,261.3815



Parámetro	Condiciones actuales		Ejecutando el CUSTF		Alteración	Valor (+/-)
	m ³ /año	%	m ³ /año	%	% disminución/ incremento	
Infiltración	80,272.9332	21.51	127,869.2513	34.26	12.75	47,596.3181

Al ejecutar el cambio uso de suelo en el área propuesta observamos que la evapotranspiración del CUSTF se ve disminuida en un **20.59 %** (76,857.6996 m³), el escurrimiento se incrementa en un **7.84%** (29,261.3815 m³) y la infiltración incrementa en un **12.75%** (47,596.3181 m³). En la misma proporción en que la evapotranspiración se ve disminuida se aumenta el conjunto de escorrentía e infiltración, es decir, el agua que dejo de ser interceptada y absorbida y transpirada por la vegetación, está disponible y aumenta el volumen susceptible de ser infiltrada y escurrida.

Comparación del balance hidrológico a nivel SAR al ejecutar el cambio uso de suelo

En la **Tabla IV.99** se presenta los valores del balance hidrológico del SAR en condiciones actuales y el comportamiento que existiría al ejecutar el cambio uso de suelo.

Tabla IV.99 Balance hidrológico del SAR al ejecutar el cambio uso de suelo.

Balance hidrológico en el SAR							
Parámetro	Condiciones actuales		Variación ejecutando el CUSTF	SAR ejecutando el CUSTF		Incremento %	Disminución %
	m ³ /año	%	m ³ /año	m ³ /año	%		
Volumen precipitado	44,807,172.1700	100	0	44,807,172.1700	100	0	0
Volumen evapotranspiración	34,621,764.9600	77.27	76857.6996	34,544,907.2604	77.10	0	0.17
Escurrimiento	1,770,928.8010	3.95	29261.3815	1,800,190.1825	4.02	0.07	0
Infiltración	8,414,478.4020	18.78	47596.3181	8,462,074.7201	18.89	0.11	0

Al ejecutar el cambio uso de suelo en el área propuesta observamos que la evapotranspiración del SAR se ve disminuida en un **0.17%**, el escurrimiento se incrementa en un **0.07%** y la infiltración incrementa en un **0.11%**. En la misma proporción en que la evapotranspiración se ve disminuida se aumenta el conjunto de escorrentía e infiltración, es decir, el agua que dejo de ser interceptada y absorbida y transpirada por la vegetación, está disponible y aumenta el volumen susceptible de ser infiltrada y escurrida. Como se observa comparando los valores porcentuales de cada uno de los rubros del balance hidrológico del SAR, con y sin ejecutar el CUSTF, las variaciones son mínimas, por lo que son poco representativas, no representan impactos significativos en el del balance hidrológico del SAR.

IV.3.2 Captura de carbono, contaminantes y componentes naturales



Captura de carbono

Los gases provenientes de procesos industriales, la actividad agrícola, el uso de combustibles fósiles y la deforestación son responsables de la mayor parte de las alteraciones climáticas actuales. Dentro de ellos, el dióxido de carbono es de interés especial por ser el gas más abundante y por lo tanto uno de los que más contribuye al calentamiento global (Cielsa, 1996). Como producto de este hecho, en las últimas décadas ha surgido un interés considerable por incrementar el contenido de carbono en la vegetación terrestre mediante la conservación forestal, la reforestación, la agroforestería y otros métodos de manejo del suelo (Masera, et al., 2007).

El ciclo de carbono en la vegetación comienza con la fijación del CO₂ por medio de los procesos de fotosíntesis, realizada por las plantas y ciertos microorganismos. En este proceso, catalizado por la energía solar, el CO₂ y el agua reaccionan para formar carbohidratos y liberar oxígeno a la atmósfera. Parte de los carbohidratos se consumen directamente para suministrar energía a la planta, y el CO₂ liberado como producto de este proceso lo hace a través de las hojas, ramas, fuste o raíces. Durante el tiempo en que el CO₂ se encuentra constituyendo alguna estructura de la planta o el suelo y hasta que es enviado nuevamente a la atmósfera se considera “capturado”. En el momento de su liberación (ya sea por la descomposición de la materia orgánica y/o por la quema de la biomasa), el CO₂ fluye para regresar al ciclo de carbono (De Jong, et al., 2004). Este servicio ambiental permite equilibrar la concentración de este elemento, misma que se ve incrementada debido a las emisiones producto de la actividad humana (Torres & Guevara, 2002). Se estimó la cantidad de carbono almacenado en el SAR en condiciones actuales, así como la cantidad que se genera en la superficie propuesta para el CUSTF en condiciones normales, es decir, manteniendo su actual cobertura vegetal, y la cantidad que se generará al implementar la medida de mitigación.

Estimación de carbono capturado en el SAR

Acorde a la información de uso del suelo y vegetación (INEGI, 2016), el SAR presenta los siguientes usos de suelo y tipos de vegetación (**Tabla IV.100**).

Tabla IV.100 Uso de suelo y vegetación existente en el SAR

Estimación de carbono capturado en el SAR			
Usos de suelo y tipos de vegetación			
Nombre	Superficie en m²	Superficie en ha	Porcentaje
Asentamiento Humano	284,468.79	28.446879	0.20%



Estimación de carbono capturado en el SAR			
Usos de suelo y tipos de vegetación			
Nombre	Superficie en m ²	Superficie en ha	Porcentaje
Parque Solar	8,139,120.09	813.912009	5.67%
Vegetación Secundaria de Pastizal Halófilo	2,072,021.48	207.202148	1.44%
Pastizal Halófilo	18,369,437.98	1,836.943798	12.79%
Pastizal Inducido	1,706,009.76	170.600976	1.19%
Agricultura de Riego Anual	16,231,989.89	1,623.198989	11.30%
Matorral Desertico Microfilo	96,855,727.80	9,685.572780	67.42%
TOTAL	143,658,775.78	14,365.877578	100.00%

Se tomaron los valores de carbono almacenado en diferentes tipos de vegetación propuesto por Bezaury (2009) (**Tabla IV.101** y **Tabla IV.102**).

Tabla IV.101 Carbono almacenado en diferentes tipos de vegetación en México (Bezaury, 2009)

Tipos de vegetación en México	Vegetación aérea (tCO ₂ /ha)	Suelo (tCO ₂ /ha)	Raíces (tCO ₂ /ha)	Total (tCO ₂ /ha)
Bosque de coníferas	118	120	19	257
Bosque de encino	105	126	5	236
Bosque mesófilo de montaña	189	205	36	430
Selva perennifolia	186	115	4	305
Selva 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 subacuática	223	59	0	282

Tabla IV.102 Captación de carbono en diferentes cultivos (Bezaury, 2009)

Cultivo	Captación de CO ₂ (t/ha)
Aguacate	9.9
Caña de azúcar	73.8
Arroz	4.5



Cultivo	Captación de CO ₂ (t/ha)
Maíz	2.8
Frijol	0.7
Soya	1.6

Con los valores antes plasmados se estimó el carbono capturado en la superficie del SAR. Se tomó el valor de carbono capturado que más se igualara de acuerdo con la vegetación presente en la SAR (**Tabla IV.103**). El Matorral Desértico Microfilo presente en el SAR, se puede considerar dentro del tipo de vegetación “Matorral xerófilo y vegetación semiárida”; mientras que el Pastizal Halófilo se consideró en “Pastizal natural, halófilo y gipsófilo”.

Tabla IV.103 Estimación de la captación de carbono por uso de suelo y vegetación en el SAR

SAR				
Tipo de Vegetación	Vegetación con la que concuerda	área (ha)	ton CO ₂ /ha	total (ton)
Asentamiento humano	-	28.446879	0	0
Parque solar	-	813.912009	0	0
Vegetación Secundaria de Pastizal Halófilo	Pastizal natural, halófilo y gipsófilo	207.202148	97	20,098.6083
Pastizal Halófilo	Pastizal natural, halófilo y gipsófilo	1,836.943798	97	178,183.5484
Pastizal Inducido	Pastizal natural, halófilo y gipsófilo	170.600976	97	16,548.294672
Agricultura de riego anual	Cultivo (maíz)	1,623.198989	2.8	4,544.957169
Matorral Desértico Micrófilo	Matorral xerófilo y vegetación semiárida	9,685.572780	80	774,845.8224
Total			14,365.877578	994,221.23

Se estima que en el SAR se captura aproximadamente un total de **994,221.23** ton CO₂.

Estimación de carbono capturado en condiciones actuales para el área sujeta a CUSTF

Captura de carbono actual

Respecto a la superficie propuesta para el cambio uso de suelo se presentan Matorral Desértico Micrófilo (MDM) y Pastizal Halófilo (PH). Para la estimación del carbono que actualmente se está capturando en la superficie sujeta a CUSTF se tomó el valor que se reporta para “Matorral xerófilo y vegetación semiárida” y “Pastizal natural, halófilo y gipsófilo”.



Se utilizó un total de 80 tCO₂/ha y 97 tCO₂/ha, respectivamente, este total incluye la captura de carbono que se presenta en la vegetación aérea, en las raíces y en el suelo. Se considera de esta manera porque en condiciones actuales se mantiene la cobertura vegetal. Al extrapolarlo en toda la superficie propuesta para el cambio de uso de suelo resulta en **10,180.715441** ton CO₂.

Tabla IV.104 Carbono capturado en condiciones actuales en el área de CUSTF

Condiciones actuales del área de CUSTF				
Tipo de Vegetación	Vegetación con la que concuerda	Área (ha)	Ton CO ₂ /ha	Total (ton)
Matorral Desértico Micrófilo	Matorral xerófilo y vegetación semiárida	83.922892	80	6,713.83136
Pastizal Halófilo	Pastizal natural, halófilo y gipsófilo	35.741073	97	3,466.884081
Total		119.663965		10,180.715441

Captura de carbono al ejecutar el CUSTF

Al ejecutar el cambio uso de suelo en la superficie propuesta para tal fin, se removería la vegetación área y por tanto ya no habría biomasa aérea (ramas, corteza, semillas y hojas), que pudiera capturar carbono. Asimismo, al realizar la remoción de la vegetación se dejará de captar carbono por medio de las raíces. Sin embargo, seguirá la captura de carbono a través del suelo. En la **Tabla IV.105** se presenta la estimación de la captura de carbono al ejecutar el cambio uso de suelo:

Tabla IV.105 Cálculo de captura de carbono al ejecutar el CUSTF.

Al ejecutar el CUSTF en la superficie propuesta						
Tipo de Vegetación	Vegetación aérea (tCO ₂ /ha)	Suelo (tCO ₂ /ha)	Raíces (tCO ₂ /ha)	Total (tCO ₂ /ha)	Área (ha)	Total (ton)
Matorral Desértico Micrófilo	0	60	0	60	83.922892	5,035.37352
Pastizal Halófilo	0	81	0	81	35.741073	2,895.026913
Total					119.663965	7,930.400433

Al ejecutar el CUSTF en la superficie propuesta, se capturaría alrededor de **7,930.400433** toneladas de CO₂. Se estarían dejando de captar **2,250.315008** toneladas de CO₂.



Captura de carbono a nivel del SAR en condiciones normales y visualizando la ejecución del cambio uso de suelo

En condiciones actuales se estima que el SAR captura alrededor de **994,221.23** ton CO₂, al ejecutar el cambio uso de suelo en la superficie del proyecto esa cantidad disminuiría un 0.7976 % en el SAR. Por lo que resultaría una cantidad de **7,930.400433** ton CO₂.

Tabla IV.106 Captura de carbono a nivel del SAR en condiciones actuales y al ejecutar el CUSTF.

Captura de Carbono (Condiciones normales)	Captura de Carbono al ejecutar el CUSTF	Porcentaje de disminución de captura de carbono en el SAR
994,221.23	7,930.400433	0.797649

IV.3.2.2 Captura de contaminantes

En cuanto a este servicio ambiental se considera no se pone en riesgo, debido principalmente a que el proyecto está ubicado en el medio rural, donde la generación de contaminantes por actividades antropogénicas, se circunscribe a los vehículos que transitan en la carretera federal 45 tramo Sueco-Villa Ahumada y el camino de acceso de esta a la comunidad de Moctezuma, municipio de Villa Ahumada.

En este tenor y toda vez que para el proyecto se considera utilizar de manera temporal durante las etapas de preparación del sitio y construcción vehículos, maquinaria y equipo que cumpla con las normas vigentes relativas a la emisión de gases, no se considera el aumento significativo de gases contaminantes, ya que durante la etapa de operación de la granja solar se basa la misma en obtención de energías limpias sin uso de combustibles fósiles para su generación, además se propone como medida de mitigación el establecimiento de una cortina rompe viento en parte del perímetro del área, así como la siembra de pasto nativo que fortalece la continuidad en la prestación de este servicio, por lo que no se pondrá en riesgo la calidad de este servicio ambiental en el SAR o área sujeta a CUSTF por implementar el proyecto.

IV.3.2.2 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.



El relieve.-Durante la ejecución del proyecto solo se realizara la remoción de la vegetación, no se realizara despirme es decir el suelo orgánico se queda en el mismo sitio, no se realizara cortes de cerros, taludes o cárcamos que modifiquen la conformación del relieve.

La atmósfera.- Con el proyecto no se alterara significativamente la conformación de los gases de la atmosfera, ya que se respetaran la normatividad de los niveles de las emisiones de los vehículos, maquinaria y equipo que se utilice de manera temporal 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 perdida 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 solo una corriente intermitente misma que se propone sea respetada cinco metros a cada lado del cauce.

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 la formación de cortina rompe vientos en los lados perimetrales de noroeste y suroeste, además la siembra de pasto para estabilizar el suelo y captar partículas suspendidas en el viento, para mitigar el segundo de los factores sirve la misma siembra de pasto y la formación de presas de piedra acomodada o de gaviones en la corriente intermitente, 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 de 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.

IV.3.3 Generación de oxígeno

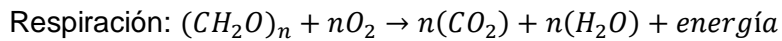
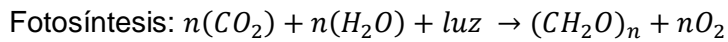
La generación de oxígeno tiene relevancia porque es una sustancia que comprende una importante parte de la atmósfera y resulta necesario para sostener la vida terrestre, es el elemento más abundante en la corteza terrestre formando prácticamente la mitad de su masa, pero debido a su reactividad química, 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.

La producción de oxígeno de una planta durante un año, está directamente relacionada con la cantidad de carbono almacenado, mismo que se encuentra almacenado en la biomasa de las plantas y si la captación de dióxido de carbono durante la fotosíntesis excede la liberación de dióxido de carbono por la respiración durante el año, la planta acumulara carbono (Nowak, et al., 2007). De este modo, una



planta que tiene una acumulación neta de carbono durante un año (crecimiento de las plantas) también tiene una producción neta de oxígeno (Yolasigmaz & Keles, 2009).

De acuerdo con lo mencionado por Salisbury & Ross (1978) la producción neta de oxígeno de las plantas se basa en la cantidad de oxígeno producido durante la fotosíntesis menos la cantidad de oxígeno consumido durante la respiración de las plantas.



Barrios (2015) señala que el oxígeno producido se estima a partir de la captura de carbono en base al peso atómico del oxígeno (O_2) y el carbono (C):

$$\begin{aligned} & \text{Producción neta de } \text{O}_2 \text{ (ton/año)} \\ & = \text{Carbono secuestrado (ton/año)} \times \left[\frac{\text{Peso atómico del } \text{O}_2 \text{ (32)}}{\text{Peso atómico del Carbono (12)}} \right] \end{aligned}$$

Estimación de la generación de oxígeno en SAR

Se estimó la producción neta de O_2 (ton/año) utilizando la fórmula propuesta por Barrios (2015) y los valores del carbono almacenado por tipo de vegetación presente en la SAR, descritos en la sección de “Captura de carbono”. Los resultados se presentan a continuación:

Tabla IV.107 Cálculo de la generación de oxígeno en la SAR.

SAR					
Tipo de vegetación	CO ₂			O ₂	
	Área (ha)	ton CO ₂ /ha	total (ton)	ton	%
Vegetación Secundaria de Pastizal Halófilo	207.202148	97	20,098.61	53596.2889	2.02154286
Pastizal Halófilo	1,836.94	97	178,183.55	475156.129	17.9219215
Pastizal Inducido	170.600976	97	16,548.29	44128.7858	1.66444793
Agricultura de riego anual	1,623.20	2.8	4,544.96	12119.8858	0.45713741
Matorral Desértico Micrófilo	9,685.57	80	774,845.82	2066255.53	77.9349503
Total			994,221.23	2,651,256.62	100.00

Se estima que en el SAR se genera alrededor de **2,651,256.62** toneladas de oxígeno. En donde la vegetación MDM representa el 77.93 % y la vegetación de PH un 17.92 %, el pastizal inducido un 1.66 %, agricultura de riego anual un 0.45 % y por último vegetación secundaria de pastizal halófilo 2.02 %.

**Estimación de la generación de oxígeno en condiciones actuales para el área sujeta a CUSTF**

Se utilizó la misma ecuación para estimar la producción actual de O₂ (ton/año). Se usó el valor del carbono almacenado por el tipo de vegetación presente en el área sujeta a CUSTF, descrito en el apartado "Captura de Carbono actual".

Tabla IV.108 Generación actual de O₂ en el área sujeta a CUSTF

Condiciones actuales del Área de CUSTF					
CO ₂				O ₂	
Tipo de vegetación	Área (ha)	ton CO ₂ /ha	total (ton)	ton	%
Matorral Desértico Micrófilo	83.922892	60	5,035.37	13,427.66	63.4945683
Pastizal Halófilo	35.741073	81	2,895.03	7,720.07	36.5054317
Total	119.663965		7,930.40	21,147.73	100

Como se observa en la tabla anterior, alrededor de **21,147.73** toneladas de oxígeno se generan actualmente en el área sujeta a CUSTF.

Estimación de la generación de oxígeno al ejecutar el CUSTF

Al remover la vegetación existente en el área donde se propone el cambio de uso de suelo se dejaría de generar oxígeno, de modo que resultaría en cero toneladas de oxígeno.

Generación de oxígeno a nivel del SAR visualizando la ejecución del cambio uso de suelo

Actualmente se estima que el SAR genera alrededor de **2,651,256.62** toneladas de oxígeno. Al ejecutar el cambio uso de suelo en la superficie del proyecto se disminuirían **21,147.73** toneladas de oxígeno, lo equivalente a un 0.7976 %.

Tabla IV.109 Generación de oxígeno a nivel de la SAR en condiciones actuales y al ejecutar el CUSTF.

Generación de Oxígeno (Condiciones normales)	Disminución de Oxígeno al ejecutar el CUSTF	Porcentaje de disminución de generación de oxígeno
2,651,256.62	- 21,147.73	0.797649

IV.3.4 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.

IV.3.5 Modulación o Termorregulación 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 desértico micrófilo y pastizal halófilo 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.

IV.3.6 Protección de la Biodiversidad, de los Ecosistemas, y Formas de Vida.

La biodiversidad ofrece múltiples servicios; entre ellos están la polinización, las reservas genéticas o los valores de existencia (Wunder, et al., 2007), así como la captura de recursos biológicos esenciales, producción de biomasa y el reciclaje de nutrientes. Entre más diversa una comunidad más productiva porque contiene más especies claves, las cuales influyen sobre la productividad, además, por las diferencias en los rasgos funcionales entre organismos incrementan la captura total de recursos (Cornejo-Latorre, et al., 2014).

Flora

De acuerdo con lo registrado en el inventario se obtuvo lo siguiente:

Tabla IV.110 Especies de flora registradas para el SAR y el área sujeta a CUSTF.

Listado de especies de vegetación					
No.	Nombre científico	Registrada en			
		SAR		CUSTF	
		MDM	PH	MDM	PH
Arbóreo					
1	<i>Prosopis glandulosa</i>		*		*
2	<i>Rhus microphylla</i>		*		
Arbustivo					
3	<i>Aloysia gratissima</i>		*		
4	<i>Aloysia wrigthii</i>	*	*		
5	<i>Condalia ericoides</i>	*		*	
6	<i>Dalea formosa</i>			*	
7	<i>Ephedra trifurca</i>	*	*	*	



Listado de especies de vegetación					
No.	Nombre científico	Registrada en			
		SAR		CUSTF	
		MDM	PH	MDM	PH
8	<i>Flourensia cernua</i>	*	*	*	
9	<i>Fouquieria splendens</i>	*			
10	<i>Koeberlinia spinosa</i>		*		
12	<i>Krameria lanceolata</i>	*	*	*	
13	<i>Larrea tridentata</i>	*	*	*	
14	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	*	*		
15	<i>Parthenium incanum</i>	*			
16	<i>Prosopis glandulosa</i>	*	*	*	*
17	<i>Rhus microphylla</i>	*	*		
18	<i>Senna wislizeni</i>	*	*	*	
19	<i>Tecoma stans</i>	*			
20	<i>Vachellia constricta</i>	*	*	*	*
21	<i>Ziziphus obtusifolia</i>	*			
Suculentas					
22	<i>Coryphantha macromeris</i>			*	
23	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	*	*	*	*
24	<i>Coryphantha robustispina</i>	*			
25	<i>Opuntia chlorotica</i>	*			
26	<i>Opuntia macrocentra</i>		*	*	*
27	<i>Opuntia orbiculata</i>				*
28	<i>Opuntia phaeacantha</i>		*		
29	<i>Opuntia polyacantha</i>			*	*
30	<i>Opuntia pottsii</i>				*
31	<i>Yucca elata</i>			*	
Herbáceo					
32	<i>Ambrosia psilostachya</i>			*	
33	<i>Aristida adscensionis</i>				*
34	<i>Aristida divaricata</i>		*	*	
35	<i>Bothriochloa barbinodis</i>		*		
36	<i>Bouteloua curtipendula</i>		*		
37	<i>Bouteloua gracilis</i>		*	*	*
38	<i>Conyza canadensis</i>			*	
39	<i>Cryptantha micrantha</i>			*	
40	<i>Dalea wislizeni</i>	*			
41	<i>Dasyochloa pulchella</i>	*	*	*	
42	<i>Enneapogon desvauxii</i>			*	
43	<i>Eriogonum wrightii</i>			*	



Listado de especies de vegetación					
No.	Nombre científico	Registrada en			
		SAR		CUSTF	
		MDM	PH	MDM	PH
44	<i>Evolvulus alsinoides</i>		*		
45	<i>Heteropogon contortus</i>	*			
46	<i>Hibiscus denudatus</i>		*		
47	<i>Hilaria mutica</i>	*	*	*	*
48	<i>Jatropha macrorhiza</i>			*	
49	<i>Lasthenia gracilis</i>				*
50	<i>Melinis repens</i>		*		
51	<i>Phemeranthus aurantiacus</i>	*			
52	<i>Portulaca pilosa</i>			*	
53	<i>Salsola kali</i>			*	
54	<i>Senna bauhinioides</i>	*	*		
55	<i>Sida abutilifolia</i>	*		*	
56	<i>Sporobolus airoides</i>			*	
57	<i>Thymophylla pentachaeta</i>		*		
58	<i>Tribulus terrestris</i>			*	

Como se puede apreciar en la tabla anterior, para el estrato arbóreo se reportaron dos especies *Prosopis glandulosa* y *Rhus microphylla*, estas especies se presentaron solamente en la vegetación pastizal halófilo. En cuanto al estrato arbustivo, de las 18 especies registradas se presentaron 17 en el sistema ambiental regional, en el CUSTF se registraron 9 especies. De las 10 especies de suculentas, 5 se registraron en el SAR y en el CUSTF se presentaron igualmente 5 especies. Se registraron 27 especies en el estrato herbáceo, de estas 15 se registraron en el SAR y 17 en el CUSTF, las especies que se registraron en el CUSTF y no en el SAR tienen distribución en otros estados de la república.

No se presentaron especies que se encuentren dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Se registraron dos especies endémicas, *Yucca elata* y *Opuntia orbiculata*, la cual será integrada al Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, teniendo mayor prioridad para estas especies asegurando la supervivencia de la misma.

Por todo esto, no se verá comprometida la riqueza de especies en el área sujeta a cambio de uso de suelo ya que las especies que se encuentran tienen una amplia distribución y se pueden encontrar en áreas contiguas a la superficie que esta propuesta para el cambio uso de suelo.

Fauna

En el caso de la fauna, se reportaron las siguientes especies para el SAR y el área de CUSTF.

Tabla IV.111 Especies faunísticas reportadas para la SAR y el área sujeta a CUSTF.

Listado de especies de fauna				
No.	Nombre científico	Categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Registrada en	
			SAR	CUSTF
Aves				
1	<i>Athene cunicularia hypugaea</i>	Pr	*	*
2	<i>Buteo swainsoni</i>	Pr	*	
3	<i>Cathartes aura</i>	S/C	*	*
4	<i>Chordeiles acutipennis</i>	S/C	*	
5	<i>Geococcyx californianus</i>	S/C	*	*
6	<i>Lanius ludovicianus</i>	S/C		*
7	<i>Spizella passerina</i>	S/C	*	*
Mamíferos				
8	<i>Lepus californicus</i>	S/C	*	*
9	<i>Sylvilagus audubonii</i>	S/C	*	*
10	<i>Xerospermophilus spilosoma</i>	S/C	*	
Reptiles				
11	<i>Aspidoscelis exsanguis</i>	S/C	*	
12	<i>Cnemidophorus uniparens</i>	S/C	*	
13	<i>Holbrookia maculata aproximans</i>	S/C		*
14	<i>Phrynosoma cornutum</i>	S/C	*	*

En la clase de aves, se registró la especie *Lanius ludovicianus* dentro del CUSTF y es la única especie que no se registró dentro del SAR. En el caso de la clase de mamíferos se registraron 3 especies para el SAR y dos para el CUSTF. Para el SAR, en la clase de reptiles se registraron tres especies y dos en el CUSTF, la especie *Holbrookia maculata aproximans* se presentó en el CUSTF pero no en el SAR.

Se está proponiendo implementar un programa de rescate y reubicación a las especies faunísticas que se encuentren en el área de CUSTF y que presenten importancia ecológica, arraigo a su territorio o sean especímenes juveniles, y que se encuentren bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 con el fin de propiciar y asegurar la continuidad de éstas.



Las especies que se encuentran bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 cuentan con distribución dentro del Estado de Chihuahua y otros Estados de la república.

IV.3.7 Protección y recuperación de suelos

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 condiciones actuales y cuando se llegue a ejecutar el cambio uso de suelo en el área propuesta para este fin.

Determinación de pérdida de suelo por erosión hídrica en el SAR

Para conocer la pérdida de suelo que ocurre por el factor hídrico 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 los siguientes valores:

PECRE - Periodo de crecimiento (días con lluvia al año).

IALLU - Índice de agresividad de la lluvia.

CATEX - Calificación de textura y fase.

CAUSO - Calificación por uso de suelo.

CAERO- Calificación de erodabilidad.

CATOP- Calificación por uso del suelo.

La fórmula para calcular la erosión hídrica en ton/ha/año es:

$$Erosión\ hídrica = IALLU \times CAERO \times CATEX \times CATOP \times CAUSO$$

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 IV.112**.

Tabla IV.112 Clasificación del tipo de degradación causado por la erosión hídrica.

Clase de degradación	Valor de la erosión laminar hídrica.
Sin influencia de erosión hídrica	
Ligera	Menor de 10 t/h/a
Moderada	De 10 a 50 t/h/a



Alta	De 50 a 200 t/h/a
Muy alta	Mayor de 200 t/h/a

Primeramente, se obtiene el periodo de crecimiento (PECRE), esto 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:

$$PECRE = 0.2408(\text{Precipitación}) - 0.0000372 (\text{precipitación})^2 - 33.1019$$

Se consideró la precipitación media anual registrada por la estación meteorológica 19114 "El cuervito" con coordenadas Latitud: 255313 y Longitud: 0984833, la cual registra un valor de 585.9 mm. Cabe mencionar que se seleccionó esta estación meteorológica ya que presenta el mismo clima y condiciones presentes en el área del proyecto. Encontrándose en el mismo rango de altitud al área de estudio. Se ubica en General Bravo, Nuevo León. La estación se encuentra activa y presenta datos de los años 1951 al 2010. Estas características hacen de esta estación meteorológica la indicada para la obtención de los datos necesarios.

Se sustituye la fórmula de PECRE:

$$PECRE = 0.2408(311.9) - 0.0000372 (311.9)^2 - 33.1019$$

$$PECRE = 38.38$$

Realizando los cálculos necesarios encontramos que el valor del PECRE es de 38.38.

Con el periodo de crecimiento, se calculó el "Índice de agresividad de la lluvia (IALLU), el cual se expresa con la siguiente fórmula:

$$IALLU = 1.1244 (PECRE) - 14.7875$$

Se sustituye la fórmula:

$$IALLU = 1.1244 (38.38) - 14.7875$$

$$IALLU = 28.366972$$

Y de igual manera al realizar los cálculos necesarios obtenemos un valor de **28.366972**



Ya definida el área como zona de erosión hídrica, se procedió a la obtención de distintos factores que, junto con el IALLU, fueron al final multiplicados para obtener las toneladas de suelo por hectárea y por año, perdidas por la erosión hídrica.

Cada unidad de suelo represento una cierta erodabilidad o susceptibilidad a erosionarse, la que se calificó de la siguiente manera:

Tabla IV.113 Clasificación de las unidades de suelo

CAERO	Unidades de suelo							
0.5	Af	An	Bf	Bh	Cg	Ch	Ck	Cl
	E	Fa	Fh	Fo	Fp	Fr	Fx	Gc
	Gh	Gm	Hc	Hg	Hh	HI	Jc	Lf
	Nd	Nc	Nh	Od	Oe	Ox	Qa	Qc
	Qf	Q1	Rc	Th	Tm	U	Zm	
1	Ag	Ac	Bc	Bd	Be	Bg	Bk	Gd
	Ge	Gp	Jd	Je	Kh	Kk	Kl	Lc
	Lg	Lk	Lo	Ma	Hg	Ph	Pl	Rd
	Re	Sm	To	Tv	Wh	Wm	Zg	Zo
2	Ao	Ap	Bv	Bx	Dd	De	Dg	Gx
	I	Jt	La	Lp	Lv	Pf	Pg	Po
	Pp	Rx	Sg	Vc	Vp	Wd	We	Ws
	Wx	Xh	Xk	Xl	Xy	Yh	Yk	Yl
	Yy	Yt	Zt					

Se obtuvo la calificación de erodabilidad (CAERO) del predio, de la siguiente manera:

$$CAERO \text{ (unidad AMBIENTAL)} = CAERO \text{ (unidad de SUELO)} \times \text{Porcentaje de ocurrencia de la unidad de suelo}/100$$

Tabla IV.114 Valor ponderado de CAERO en el SAR.

Valor de CAERO en el SAR				
Tipo de suelo	Clave	Porcentaje de Unidad	CAERO	Media ponderada
Calcisol	CL	2.86	0.5	1.43
Cambisol	CM	16.13	1	16.13



Leptosol	LP	25.07	1	25.07
Luvisol	LV	9.64	1	9.64
Regosol	RG	46.3	0.5	23.15
				0.7542

En el SAR se encuentran cinco diferentes tipos de suelo, Calcisol con 2.86%, Cambisol 16.13%, Leptosol 25.07%, Luvisol 9.64% y Regosol 46.3% dándonos un valor total de CAERO de **0.7542**.

Para obtener la calificación de textura y fase (CATEX) se toma en cuenta la textura superficial (gruesa, media y fina) y la fase física del suelo para asignarle un valor, como se muestra en la **Tabla IV 115**.

Tabla IV.115 Valores de CATEX de acuerdo con la calificación de textura y fase física del suelo.

CATEX	FASE	TEXTURA
0.2	1	Gruesa
0.3	2	Media
0.1	3	Fina
0.5	Fase pedregosa o gravosa	

Dentro del SAR existen seis distintos tipos de suelos, los cuales presentan textura gruesa, media y fina.

Tabla IV.116 Valor del CATEX para cada tipo de suelo presente en el SAR

SAR					
Tipo de suelo	Textura	Valor de CATEX	Superficie (Ha)	%	Media ponderada
Calcisol	Media	0.3	410.99872	2.86	0.008582811
Cambisol	Gruesa	0.2	106.51495	0.74	0.001482888
Cambisol	Media	0.3	2210.5106	15.39	0.04616169
Leptosol	Media	0.3	3601.2529	25.07	0.075204307
Luvisol	Media	0.3	1385.1509	9.64	0.028925853
Regosol	Gruesa	0.2	5798.7881	40.37	0.080730022
Regosol	Media	0.3	852.66148	5.94	0.017805974
Superficie Total			14365.88		0.258893545

Se realizó el cálculo de calificación de la topografía (CATOP), donde se detectaron los tipos de pendientes y rango en el área del SAR.



Conforme a las pendientes estimadas con el MDE f14c15 del Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0, resulta que en el SAR existen pendientes que van de 1°- 3° a mayores de 10° (**Tabla IV.117**).

Tabla IV.117 Rango de pendientes en el área del SAR

Rango de Pendientes en el área del SAR							
NOMBRE	Media del Rango	Pend. %	CATOP	SUP. Has.	% de Sup	Pendiente ponderada	catop ponderado
2-Pendientes Planas a Muy suavemente inclinadas (<1°-3°)	2	3.5	0.35	13057.86738	90.9	318.15	31.815
3-Pendientes suavemente inclinadas (3°-5°)	4	7	0.35	446.536795	3.11	21.77	1.0885
4-Pendientes ligeramente inclinadas (5°-10°)	7.5	13.125	3.5	707.653234	4.93	64.70625	17.255
5-Pendientes ligeras a medianamente inclinadas (10°-15°)	12.5	21.875	3.5	44.753889	0.31	6.78125	1.085
7-Pendientes Fuertemente Inclinadas (20°-30°)	25	43.75	11	109.066282	0.76	33.25	8.36
Superficie Total				14,365.8776	100	4.446575	0.596035

El valor del CATOP ponderado en el área del SAR es 0.596035.

Tabla IV.118 Clasificación de las unidades de suelo.

CATOP	Clase de pendiente		Topoforma
0.35	A	0 – 8 %	Valle
			Llanura
			Meseta con Variación de 500 m.
3.5	B	8 - 30 %	Lomeríos
			Meseta con Variación de 500 a 750 m.
11	C	Mayor del 30 %	Sierra
			Bajada
			Meseta con Variación mayor de 750 m.

Obteniendo como resultado una pendiente ponderada de 4.44 con valor de CATOP de 0.5960

Tabla IV.119 Valor de CATOP en el área del SAR.



Pendiente Ponderada en área del SAR	Valor de CATOP
4.446575	0.596035

Posterior a esto se realizó el cálculo de CAUSO. La calificación por uso de suelo se obtiene asignando un valor de acuerdo con el tipo de vegetación y uso de suelo existente en el área de interés, en la **Tabla IV.120** se presentan los valores de CAUSO.

Tabla IV.120 Valores de CAUSO conforme al uso de suelo y vegetación

CAUSO	Vegetación
0.80	Agrícola
0.10	Bosque
0.12	Pastizal o Pradera
0.11	Pastizal inducido
0.15	Matorral
0.40	Sin vegetación aparente
0.13	Vegetación secundaria (otras coberturas de vegetación)
0.05	Humedal
0	Área urbana, asentamientos humanos, cuerpo de agua

Con base a la validación en campo y la información más reciente de uso de suelo y vegetación de INEGI (2017) el SAR presenta varios usos de suelo y vegetación. De modo que se estimó la media ponderada para obtener un único valor de CAUSO:

\bar{x}_{CAUSO}

$$= \frac{(Superficie\ Vegetación1 \times CAUSO) + (Superficie\ Vegetación2 \times CAUSO) + \dots + (Superficie\ Vegetaciónn \times CAUSO)}{Superficie\ total\ del\ SAR}$$

Y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla IV.121 Valor del CAUSO para cada tipo de vegetación en el SAR y valor resultante al ponderar los valores de CAUSO.

SAR				
Vegetación	CAUSO	Sup. Has.	% de Sup.	Media ponderada
Asentamiento Humano	0	28.446879	0.20	0
Parque Solar	0.4	813.912009	5.67	2.268



SAR				
Vegetación	CAUSO	Sup. Has.	% de Sup.	Media ponderada
Vegetación Secundaria de Pastizal Halófilo	0.12	207.202148	1.44	0.1728
Pastizal Halófilo	0.12	1836.943798	12.79	1.5348
Pastizal Inducido	0.11	170.600976	1.19	0.1309
Agricultura de Riego Anual	0.8	1623.198989	11.30	9.04
Matorral Desértico Micrófilo	0.15	9685.57278	67.42	10.113
Superficie Total		14365.88		0.232595

Al realizar la ponderación se obtuvo un valor de CAUSO de **0.2325**

Estimación de la pérdida de suelo actual por erosión hídrica en el SAR

Por último, se multiplicaron los valores calculados para obtener el valor de la erosión hídrica utilizando la siguiente expresión:

$$Erosión\ Hídrica = IALLU \times CAERO \times CATEX \times CATOP \times CAUSO$$

Que sustituyendo los valores obtenemos la siguiente ecuación:

$$Erosión\ hídrica = 28.36 \times 0.7542 \times 0.2589 \times 3.4594 \times 0.2326$$

Tabla IV.122 Pérdida de suelo actual por erosión hídrica en el SAR sin ejecutar el CUSTF.

Polígono	IALLU	CAERO	CATEX	CATOP	CAUSO	Erosión actual (Ton/Ha/año)	Superficie en Has	Erosión actual en SAR (Ton/año)
SAR	28.3670	0.7542	0.2589	0.5960	0.2326	0.7679	14365.8775	11031.2577

Clasificar el dato resultante con un nivel de degradación considerando los siguientes rangos:

Tabla IV.123 Clasificación de los niveles de degradación

Clase de degradación	Valor de la erosión laminar
Ligera	Menor de 10 ton/ha/año



Moderada	De 10 a 50 ton/ha/año
Alta	De 50 a 200 ton/ha/año
Muy Alta	Mayor de 200 ton/ha/año

Habiendo calculado esto, obtenemos el resultado de **0.7679 ton/ha/año** y multiplicándolo por el área total del SAR (**14,365.8775 ha**) obtenemos que la erosión eólica actual es de **11,031.2577 ton/año**. De acuerdo con la clasificación de la degradación de suelos la erosión hídrica puede considerarse ligera puesto que los valores son menores de 10 ton/ha/año.

Determinación de la pérdida de suelo por erosión hídrica en condiciones actuales en el área sujeta a CUSTF

Se utilizó la misma metodología descrita anteriormente para conocer la pérdida de suelo que ocurre actualmente en el área sujeta a CUSTF, la cual se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Erosión hídrica} = IALLU \times CAERO \times CATEX \times CATOP \times CAUSO$$

Donde:

- IALLU. - Índice de agresividad de la lluvia.
- CAERO. - Calificación de erosibilidad.
- CATEX. - Calificación de textura y fase.
- CATOP. - Calificación de la topografía.
- CAUSO. - Calificación por uso del suelo

Se consideró la precipitación media anual registrada por la estación meteorológica 19114 "El cuervito" con coordenadas Latitud: 255313 y Longitud: 0984833, la cual registra un valor de 585.9 mm. Cabe mencionar que se seleccionó esta estación meteorológica ya que presenta el mismo clima y condiciones presentes en el área del proyecto. Encontrándose en el mismo rango de altitud al área de estudio. Se ubica en General Bravo, Nuevo León. La estación se encuentra activa y presenta datos de los años 1951 al 2010. Estas características hacen de esta estación meteorológica la indicada para la obtención de los datos necesarios.

Primeramente, se obtiene el periodo de crecimiento (**PECRE**), la fórmula es la siguiente:

$$PECRE = 0.2408(\text{Precipitación}) - 0.0000372(\text{Precipitación})^2 - 33.1019$$

Se sustituye la fórmula de PECRE:



$$PECRE = 0.2408(311.9) - 0.0000372(311.9)^2 - 33.1019$$

$$PECRE = 38.38$$

Realizando los cálculos necesarios encontramos que el valor del PECRE es de **38.38**.

Con el periodo de crecimiento, se calculó el “Índice de agresividad del viento” (**IAVIE**), el cual se expresa con la siguiente fórmula:

$$IALLU = 1.1244(PECRE) - 14.7875$$

Se sustituye la fórmula:

$$IALLU = 1.1244(38.38) - 14.7875$$

$$IALLU = 28.366972$$

Y de igual manera al realizar los cálculos necesarios obtenemos un valor de **28.366972**

Por otra parte, se calculó el “Calificación de erosabilidad.” (**CAERO**). Se estimó el valor ponderado de CAERO al tener dos tipos de suelo distintos en CUSTF mediante la siguiente fórmula:

$$CAERO = CAERO(\text{Unidad de Suelo}) \times \text{Porcentaje de ocurrencia de la unidad de suelo}/100$$

La clasificación de unidades de suelo se muestra en la siguiente **Tabla IV.124**.

Tabla IV.124 Clasificación de las unidades de suelo.

CAERO	Unidades de suelo							
0.5	Af	An	Bf	Bh	Cg	Ch	Ck	Cl
	E	Fa	Fh	Fo	Fp	Fr	Fx	Gc
	Gh	Gm	Hc	Hg	Hh	Hi	Jc	Lf
	Nd	Nc	Nh	Od	Oe	Ox	Qa	Qc
	Qf	Q1	Rc	Th	Tm	U	Zm	
1	Ag	Ac	Bc	Bd	Be	Bg	Bk	Gd
	Ge	Gp	Jd	Je	Kh	Kk	Kl	Lc
	Lg	Lk	Lo	Ma	Hg	Ph	Pl	Rd
	Re	Sm	To	Tv	Wh	Wm	Zg	Zo
2	Ao	Ap	Bv	Bx	Dd	De	Dg	Gx
	I	Jt	La	Lp	Lv	Pf	Pg	Po
	Pp	Rx	Sg	Vc	Vp	Wd	We	Ws
	Wx	Xh	Xk	Xl	Xy	Yh	Yk	Yl



CAERO	Unidades de suelo						
	Yy	Yt	Zt				

Cambisol y Regosol son los tipos de suelo que se encuentran en el área de CUSTF. con los cuales se obtuvo el valor ponderado con base a la tabla anterior de la siguiente manera:

Tabla IV.125 Valor ponderado de CAERO para el área de CUSTF.

CUSTF				
Tipo de suelo	Clave	Porcentaje de Unidad	CAERO	Media ponderada
Cambisol	CM	62.17	1	62.17
Regosol	RG	37.83	0.5	18.915
				0.81085

Y de igual manera al realizar los cálculos necesarios obtenemos para la Calificación de erosabilidad un valor de **0.81085**.

Para obtener la calificación de textura y fase (CATEX) se toma en cuenta la textura superficial (gruesa, media y fina) y la fase física del suelo para asignarle un valor, como se muestra en la **Tabla IV.125**

Tabla IV.126 Valores de CATEX de acuerdo con la calificación de textura y fase física del suelo.

CATEX	FASE	TEXTURA
0.2	1	Gruesa
0.3	2	Media
0.1	3	Fina
0.5	Fase pedregosa o gravosa	

Dentro del CUSTF existen dos distintos tipos de suelos, los cuales presentan textura media y gruesa, con un valor de **CATEX 0.26217**.

Tabla IV.127 Valor del CATEX para cada tipo de suelo presente en el CUSTF

CUSTF					
Tipo de Suelo	Textura	Valor de CATEX	Superficie (ha)	%. de Sup	Media Ponderada
Cambisol	Media	0.3	74.395472	62.17	0.18651
Regosol	Gruesa	0.2	45.268493	37.83	0.07566
Superficie Total			119.6640	100	0.26217



Posterior a esto se realizó el cálculo de la calificación por uso del suelo (**CATOP**). Donde se toman en cuenta la topografía del terreno **Tabla IV. 128**, así como el rango de pendientes asignado en la **Tabla IV.129**

Tabla IV.128 Clasificación de la Topografía.

CATOP	Clase de pendiente		Topoforma
0.35	A	0 – 8 %	Valle
			Llanura
			Meseta con Variación de 500 m.
3.5	B	8 - 30 %	Lomeríos
			Meseta con Variación de 500 a 750 m.
11	C	Mayor del 30 %	Sierra
			Bajada
			Meseta con Variación mayor de 750 m.

Tabla IV.129 Rango de Pendientes en el área de CUSTF

Nombre	Media del Rango	Pend. %	CATOP	Sup. Has.	% de Sup	catop ponderado
2-Pendientes muy suavemente inclinadas (1°-3°)	2	3.5	0.35	119.663965	100	0.35
Superficie Total				119.663965		

Con el rango de pendientes se obtuvo el valor ponderado de 0.35, lo cual nos indica conforme a la tabla de topografía, que se encuentra en el rango de **0-8 %**, con **lase de pendiente “A”** de **CATOP**.

Posterior a esto se realizó el cálculo del **CAUSO**. La calificación por uso de suelo se obtiene asignando un valor de acuerdo con el tipo de vegetación y uso de suelo existente en el área de interés, en la **Tabla IV.130** se presentan los valores de CAUSO.

Tabla IV.130 Valores de CAUSO conforme al uso de suelo y vegetación

CAUSO	Vegetación
0.80	Agrícola
0.10	Bosque



0.12	Pastizal o Pradera
0.11	Pastizal inducido
0.15	Matorral
0.40	Sin vegetación aparente
0.13	Vegetación secundaria (otras coberturas de vegetación)
0.05	Humedal
0.00	Área urbana, asentamientos humanos, cuerpo de agua

Con base a la validación en campo y la información más reciente de uso de suelo y vegetación de INEGI (2017) el CUSTF presenta varios usos de suelo y vegetación. De modo que se estimó la media ponderada para obtener un único valor de CAUSO:

\bar{x}_{CAUSO}

$$= \frac{(Superficie\ Vegetación1 \times CAUSO) + (Superficie\ Vegetación2 \times CAUSO) + \dots + (Superficie\ Vegetaciónn \times CAUSO)}{Superficie\ total\ del\ SAR}$$

Cabe mencionar que se presentó Matorral espinoso Tamaulipeco. En la siguiente **Tabla IV.131** se presenta el valor al estimar la media ponderada del CAUSO.

Tabla IV.131 Valor del CAUSO para cada tipo de vegetación en el CUSTF y valor resultante al ponderar los valores de CAUSO.

Tipo de vegetación	Valor de CAUSO	Superficie	% de Sup.	Causo ponderado
Matorral Desértico Micrófilo	0.15	83.922892	70.13213376	10.51982006
Pastizal halófilo	0.12	35.741073	29.86786624	3.584143948
Superficie Total		119.663965	100	0.14103964

Se asignó el valor de CAUSO de 0.14.

Al tener cada uno de los factores, se realizó el producto como lo establece la FAO y Colegio de Posgraduados para estimar la erosión hídrica actual en la superficie del CUSTF (**Tabla IV.132**).

Tabla IV.132 Pérdida de suelo actual en el CUSTF (sin ejecutar).

Polígono	IALLU	CAERO	CATEX	CATOP	CAUSO	Erosión actual (Ton/Ha/año)	Superficie en Has	Erosión en el área sujeta a CUSTF (Ton/año)
Sujeto a CUSTF Sin Ejecución	28.366972	0.81085	0.26217	0.35	0.14103964	0.29767731	119.663965	35.6212471



Como se puede apreciar en la tabla anterior, actualmente en el CUSTF en condiciones normales (manteniendo la cobertura vegetal) se estima una pérdida de suelo por erosión hídrica de **0.29767731 toneladas por hectárea al año** y proyectando esa cantidad en toda la superficie del CUSTF se estima una pérdida de suelo de **35.6212471 toneladas por año**.

De acuerdo con la clasificación la erosión hídrica que se presenta en el CUSTF se clasifica como ligera (**Tabla IV.133**) porque cantidades menores a 10 toneladas se consideran como perdidas de suelo ligeras.

Tabla IV.133 Rangos de clasificación de la erosión hídrica

Clase de degradación	Valor de la erosión laminar hídrica.
Sin influencia de erosión hídrica	
Ligera	Menor de 10 t/h/a
Moderada	De 10 a 50 t/h/a
Alta	De 50 a 200 t/h/a
Muy alta	Mayor de 200 t/h/a

Determinación de pérdida de suelo por erosión hídrica al ejecutar el cambio uso de suelo

Factores IALLU, CAERO, CATEX, CATOP

Estos factores permanecen con los valores previamente calculados.

Factor CAUSO

El Factor CAUSO debe ajustarse a 0.40, ya que este valor representa a terrenos sin ninguna protección, es decir, sin cobertura vegetal aparente (**Tabla IV.134 y Tabla IV.135**).

Tabla IV.134 Valor del CAUSO conforme al uso de suelo y vegetación

CAUSO	Vegetación
0.80	Agrícola
0.10	Bosque
0.12	Pastizal o Pradera
0.11	Pastizal inducido
0.15	Matorral
0.40	Sin vegetación aparente



CAUSO	Vegetación
0.13	Vegetación secundaria (otras coberturas de vegetación)
0.05	Humedal
0.00	Área urbana, asentamientos humanos, cuerpo de agua

Tabla IV.135 Valor del CAUSO para cada tipo de vegetación en el CUSTF

Tipo de vegetación	Valor de CAUSO	Superficie
Sin Vegetación Aparente	0.4	119.663965
Superficie Total		119.663965

Perdida de suelo potencial por erosión hídrica

La pérdida de suelo potencial 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 CAUSO con un valor de 0.40. 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.136 Pérdida de suelo potencial por erosión hídrica en la superficie sujeta a cambio uso de suelo, al llevar a cabo el proyecto.

Polígono	IALLU	CAERO	CATEX	CATOP	CAUSO	Erosión actual (Ton/Ha/año)	Superficie en Has	Erosión en el área sujeta a CUSTF (Ton/año)
Sujeto a CUSTF Con Ejecución	28.366972	0.81085	0.26217	0.35	0.4	0.84424	119.663965	101.02478

Se estima que la erosión potencial en el área sujeta a CUSTF sea de 0.84424 **ton/ha/año**, proyectado a la superficie de 119.663965 hectáreas, daría como resultado **101.02478 ton/año** de pérdida de suelo por erosión hídrica.

En la **Tabla IV.137** se puede comparar la erosión hídrica actual y potencial al ejecutar el CUSTF.

Tabla IV.137 Incremento en la pérdida de suelo por erosión hídrica al ejecutar el CUSTF.



Polígono	IALLU	CAERO	CATEX	CATOP	CAUSO	Erosión actual (Ton/Ha/año)	Superficie en Has	Erosión en el area sujeta a CUSTF (Ton/año)
Sujeto a CUSTF Sin Ejecución	28.36697 2	0.81085	0.26217	0.35	0.1410	0.297677	119.663965	35.6212
Sujeto a CUSTF Con Ejecución	28.36697 2	0.81085	0.26217	0.35	0.4	0.844237	119.663965	101.0248
Incremento en la pérdida de suelo por erosión hídrica en el área de CUSTF						0.546560		65.4035

Por lo anterior, se estima que con la ejecución del CUSTF se tendrá una erosión potencial por hectárea de hasta **0.844237** misma que se considera ligera de acuerdo con la clasificación. Es decir, un incremento de **0.546560 ton/ha/año**, y un incremento en la erosión potencial en el área del CUSTF de **65.4035 ton/año**.

Es importante mencionar que las medidas de compensación para atender el incremento en la pérdida de suelo por erosión hídrica se desarrollan en el [Capítulo VII](#).

Comparación de pérdida de suelo por erosión hídrica a nivel SAR al ejecutar el cambio uso de suelo

En la superficie del SAR se estima una pérdida de suelo por erosión hídrica de 11,096.66 toneladas por año al ejecutar el cambio uso de suelo, de manera que se incrementaría en un 0.59

Tabla IV.138 Valores de pérdida de suelo por erosión hídrica en el SAR actual y al llevar a cabo el CUSTF

Sistema Ambiental Regional			
Erosión hídrica actual (sin CUSTF)	Erosión al ejecutar el CUSTF en el SAR	Incremento ton/año	Porcentaje de incremento (%)
11031.2577	11,096.66	65.40	0.592892816

Erosión eólica

Determinación de pérdida de suelo por erosión eólica en el SAR

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 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:

$$Erosión\ eólica = IAVIE \times CATEX \times CAUSO$$

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 IV.139**

Tabla IV.139 Clasificación del tipo de degradación causado por la erosión eólica.

Clase de degradación	Valor de la 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

Primeramente, se obtiene el periodo de crecimiento (**PECRE**), esto 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:

$$PECRE = 0.2408(Precipitación) - 0.0000372 (precipitación)^2 - 33.1019$$

Se consideró la precipitación media anual registrada por la estación meteorológica 8155 Villa Ahumada, la cual registra un valor de 311.9 mm. Cabe mencionar que se seleccionó esta estación meteorológica ya que presenta el mismo clima y condiciones presentes en el área del proyecto. Encontrándose en el mismo rango de altitud al área de estudio. Se ubica en la localidad de General Bravo. La estación se encuentra activa y presenta datos en de los años 1951 al 2010. Estas características hacen de esta estación meteorológica la indicada para la obtención de los datos necesarios.

Se sustituye la fórmula de PECRE:

$$PECRE = 0.2408(311.9) - 0.0000372 (311.9)^2 - 33.1019$$

$$PECRE = 38.3847$$



Realizando los cálculos necesarios encontramos que el valor del PECRE es de **38.3847**.

Con el periodo de crecimiento, se calculó el “Índice de agresividad del viento” (**IAVIE**), el cual se expresa con la siguiente fórmula:

$$IAVIE = 160.8252 - 0.7660 (PECRE)$$

Se sustituye la fórmula:

$$IAVIE = 160.8252 - 0.7660 (38.3847)$$

$$IAVIE = \mathbf{131.4225}$$

Y de igual manera al realizar los cálculos necesarios obtenemos un valor de **131.4225**

Una vez determinada el área con influencia de la erosión eólica, se procedió a obtener los valores que serán finalmente multiplicados para conocer la cantidad del suelo perdido por este tipo de erosión (ton/ha/año).

Para obtener la calificación de textura y fase (CATEX) se toma en cuenta la textura superficial (gruesa, media y fina) y la fase física del suelo para asignarle un valor, como se muestra en la **Tabla IV.139**.

Tabla IV.140 Valores de CATEX de acuerdo con la calificación de textura y fase física del suelo.

CATEX	FASE	TEXTURA
0.2	1	Gruesa
0.3	2	Media
0.1	3	Fina
0.5	Fase pedregosa o gravosa	

Dentro del SAR existen cinco distintos tipos de suelo, los cuales presentan textura media y gruesa. El valor de **CATEX** de **0.2588**.

Tabla IV.141 Valor del CATEX para cada tipo de suelo presente en el SAR

Tipo de suelo	Textura	Valor de CATEX	Superficie	\bar{x}
Calcisol	Media	0.3	4,109,987.16	0.2588
Cambisol	Gruesa	0.2	1,065,149.48	
Cambisol	Media	0.3	22,105,106.31	
Leptosol	Media	0.3	36,012,528.74	



Tipo de suelo	Textura	Valor de CATEX	Superficie	\bar{x}
Luvisol	Media	0.3	13,851,508.67	
Regosol	Gruesa	0.2	57,987,880.66	
Regosol	Media	0.3	8,526,614.76	
Superficie Total			143,658,775.78	

Posterior a esto se realizó el cálculo del **CAUSO**. La calificación por uso de suelo se obtiene asignando un valor de acuerdo con el tipo de vegetación y uso de suelo existente en el área de interés, en la **Tabla IV.142** se presentan los valores de CAUSO.

Tabla IV.142 Valores de CAUSO conforme al uso de suelo y vegetación

CAUSO	Vegetación
0.80	Agrícola
0.10	Bosque
0.12	Pastizal o Pradera
0.11	Pastizal inducido
0.15	Matorral
0.40	Sin vegetación aparente
0.13	Vegetación secundaria (otras coberturas de vegetación)
0.05	Humedal
0	Área urbana, asentamientos humanos, cuerpo de agua

Con base a la validación en campo y la información más reciente de uso de suelo y vegetación de INEGI (2017) el SAR presenta varios usos de suelo y vegetación. De modo que se estimó la media ponderada para obtener un único valor de CAUSO:

\bar{x}_{CAUSO}

$$= \frac{(Superficie\ Vegetación1 \times CAUSO) + (Superficie\ Vegetación2 \times CAUSO) + \dots + (Superficie\ Vegetaciónn \times CAUSO)}{Superficie\ total\ del\ SAR}$$

Y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla IV.143 Valor del CAUSO para cada tipo de vegetación en el SAR y valor resultante al ponderar los valores de CAUSO.

Tipo de vegetación	Valor de CAUSO	Superficie	\bar{x}
Asentamiento Humano	0	284,468.79	0.2327
Parque Solar (sin vegetación aparente)	0.4	8,139,120.09	
Vegetación Secundaria de Pastizal Halofilo	0.13	2,072,021.48	



Tipo de vegetación	Valor de CAUSO	Superficie	
Pastizal Halofilo	0.12	18,369,437.98	
Pastizal Inducido	0.11	1,706,009.76	
Agricultura de Riego Anual	0.8	16,231,989.89	
Matorral Desertico Microfilo	0.15	96,855,727.80	
Superficie Total		143,658,775.78	

Al realizar la ponderación se obtuvo un valor de CAUSO de **0.2327**.

Estimación de la pérdida de suelo actual por erosión eólica en el SAR

Por último, se multiplicaron los valores calculados para obtener el valor de la erosión eólica utilizando la siguiente expresión:

$$Erosión\ eólica = 38.3847 \times 0.25 \times 0.23$$

Tabla IV.144 Pérdida de suelo actual por erosión eólica en el SAR sin ejecutar el CUSTF.

Polígono	IAVIE	CATEX	CAUSO	Erosión actual (ton/ha/año)	Superficie en ha	Erosión actual en el SAR (ton/año)
SAR	131.4225	0.2588	0.2327	7.9146	14365.8776	113,700.17

Habiendo calculado esto, obtenemos el resultado de **7.9146 ton/ha/año** y multiplicándolo por el área total del SAR (14365.8776 ha) obtenemos que la erosión eólica actual es de **113,700.17 ton/año**. De acuerdo con la clasificación de la degradación de suelos la erosión eólica puede considerarse sin erosión, puesto que valores menores a 12 ton/ha/año se consideran en este tipo de categoría, basándonos en que este valor se ha calculado únicamente para la superficie de una hectárea y no de la superficie del SAR.

Determinación de pérdida de suelo por erosión eólica en condiciones actuales para el área sujeta a CUSTF

Para el cálculo de la erosión eólica que ocurre en la superficie en donde se pretende realizar el cambio uso de suelo, se utilizó la misma metodología descrita anteriormente.

Cabe señalar que se tomó el mismo valor del **IAVIE** utilizado para estimar la pérdida de suelo por erosión eólica en el SAR, que corresponde al valor de **131.4225**.



Para obtener la calificación de textura y fase (CATEX) se toma en cuenta la textura superficial (gruesa, media y fina) y la fase física del suelo para asignarle un valor.

Para el área sujeta a CUSTF se tienen distintos tipos de suelo, pero con el mismo valor de **CATEX** para ambos (**Tabla IV.145**). De manera que resulta un valor de **0.26**.

Tabla IV.145 Valor del CATEX en condiciones normales para el área sujeta a CUSTF.

CONDICIONES ACTUALES				
Tipo de Suelo	Textura	Valor de CATEX	Superficie	\bar{x}
Cambisol	Media	0.30	743,954.72	0.2621
Regosol	Gruesa	0.20	452,684.93	
Superficie Total			1,196,639.65	

La calificación por uso de suelo (**CAUSO**) se obtiene asignando un valor de acuerdo con el tipo de vegetación y uso de suelo existente en el área de interés. El valor de CAUSO es el mismo para los dos distintos tipos de vegetación, el cual resulta **0.14** (**Tabla IV.146**).

Tabla IV.146 Valor del CAUSO para cada tipo de vegetación en el CUSTF y valor resultante al ponderar los valores de CAUSO.

Tipo de vegetación	Valor de CAUSO	Superficie	\bar{x}
Matorral Desértico Micrófilo	0.15	839,228.92	0.141
Pastizal halófilo	0.12	357,410.73	
Superficie Total		1,196,639.65	

Finalmente se realizó la operación para conocer la pérdida de suelo en condiciones actuales por erosión eólica en la superficie propuesta para la realización del CUSTF, quedando de la siguiente manera:

Tabla IV.147 Pérdida de suelo actual por erosión eólica en la superficie sujeta a cambio uso de suelo

Polígono	IAVIE	CATEX	CAUSO	Erosión actual (ton/ha/año)	Superficie en ha	Erosión actual en el CUSTF (ton/año)
Sujeto a CUSTF Sin Ejecución	131.4225	0.26	0.14	4.8569	119.6640	581.1914



Al contemplar la vegetación que actualmente existe en el área sujeta a CUSTF se tiene una pérdida de suelo por erosión eólica de **581.1914 ton/año**. Acorde a la clasificación de la degradación que se tiene por la erosión eólica, dentro del área propuesta para el cambio uso de suelo, se considera mínima e inclusive podría considerarse sin erosión, puesto que se tiene una pérdida de **4.8469 ton/ha/año**, cantidad menor a 12 ton/ha/año.

Determinación de pérdida de suelo por erosión eólica al ejecutar el CUSTF

Para la estimación de la pérdida de suelo por erosión eólica al ejecutar el cambio uso de suelo se usó el valor de IAVIE y CATEX estimado anteriormente (131.4225 y 0.2588 respectivamente).

Para CAUSO se tomó el valor que se designa como “*sin vegetación aparente*” (**0.4**), ya que se removerá la vegetación y quedará desprovisto de ésta.

Finalmente se realizó la operación para conocer la perdida de suelo en condiciones actuales por erosión eólica en la superficie propuesta para la realización del CUSTF, quedando de la siguiente manera:

Tabla IV.148 Pérdida de suelo por erosión eólica al ejecutar el cambio uso de suelo en la superficie propuesta.

Polígono	IAVIE	CATEX	CAUSO	Erosión actual (ton/ha/año)	Superficie en ha	Erosión en la superficie propuesta CUSTF (ton/año)
Sujeto a CUSTF Con Ejecución	131.4225	0.2621	0.4000	13.7783	119.6640	1,648.7700

Al llevar a cabo el cambio uso de suelo en la superficie donde se tiene planeado, la perdida de suelo por la acción del viento aumentaría en **1,067.5786 ton/año**, puesto que actualmente en el área propuesta para CUSTF, sin remover la cobertura vegetal, se tiene una pérdida de suelo de **581.1914 ton/año** y al remover esa cobertura vegetal la perdida de suelo será de **1,648.7700 ton/año**.

A pesar de que la erosión eólica se incremente a **8.9215 ton/ha/año**, sigue clasificándose como **sin erosión**, puesto que las cantidades de perdida de suelo siguen siendo menores de 12 ton/ha.

En la **Tabla IV.149** se puede comparar la erosión eólica actual y potencial al ejecutar el CUTF.



Tabla IV.149 Incremento en la pérdida de suelo por erosión eólica al ejecutar el CUSTF.

Polígono	IAVIE	CATEX	CAUSO	Erosión actual (ton/ha/año)	Superficie en ha	Erosión actual en el CUSTF (ton/año)
Sujeto a CUSTF Sin Ejecución	131.4225	0.2621	0.141	4.8569	119.6640	581.1914
Sujeto a CUSTF Con Ejecución	131.4225	0.2621	0.40	13.7783	119.6640	1,648.7700
Incremento en la pérdida de suelo por erosión eólica en el área sujeta a CUSTF						1,067.5786

Por lo anterior, se estima que con la ejecución del CUSTF se tendrá una erosión potencial por hectárea de hasta **13.7783 ton/ha/año** misma que se considera baja de acuerdo con la clasificación propuesta por Montes-León, et al. (2011) (**Tabla IV.149**). Es decir, un incremento de **8.9214 ton/ha/año**, y un incremento en la erosión potencial en el área del CUSTF de **1,067.5786 ton/año** que representa un aumento del 60 %, en relación a la pérdida de suelo por erosión eólica actual sin ejecutar el CUSTF, esto sin tomar en cuenta ninguna medida de compensación.

Tabla IV.150 Diferencia entre la pérdida de suelo por erosión eólica en condiciones actuales y al ejecutar el cambio uso de suelo en la superficie propuesta.

Erosión eólica en condiciones actuales en el área de CUSTF	Erosión eólica al ejecutar el CUSTF	Aumento en la pérdida de suelo
ton/año	ton/año	ton/ año
581.1914	1,648.77	1,067.5786

Comparación de pérdida de suelo por erosión eólica a nivel SAR al ejecutar el cambio uso de suelo

En la **Tabla IV.151** se presentan los valores de la pérdida de suelo por erosión eólica en las condiciones actuales dentro de la superficie del SAR y una vez que se lleve a cabo el cambio uso de suelo.

Tabla IV.151 Pérdida de suelo por erosión eólica en el SAR en condiciones actuales y al ejecutar el cambio uso de suelo

Sistema Ambiental Regional			
Erosión actual (sin CUSTF)	Erosión al ejecutar el CUSTF	Incremento ton/año	Porcentaje de incremento (%)
581.1914	1,648.77	1,067.5786	1.5350



Como se puede observar en la tabla anterior, al llevar a cabo el cambio uso de suelo la cantidad de pérdida de suelo causado por la erosión eólica se verá incrementada en un 1.5350 % a nivel del SAR.

Resumen de erosión hídrica y eólica en el área sujeta a CUSTF

En la siguiente tabla se presenta un resumen del valor estimado de la pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica en el área sujeta a CUSTF.

La erosión hídrica tiene un valor actual de **2.4266 ton/ha/año**, que proyectado a la superficie total del área sujeta a CUSTF (119.6640 ha.), resulta en **1.7631137 ton/año**. Al ejecutarse el CUSTF, la erosión hídrica (potencial) asciende a **6.47095 ton/ha/año**, que proyectado a la superficie total del área sujeta a CUSTF (119.6640 ha.), resulta en **581.1914 ton/año**.

Por su parte la erosión eólica tiene un valor de **4.8569 ton/ha/año**, que proyectado a la superficie de la SAR resulta en **581.1914 ton/año**. Al ejecutarse el CUSTF, la erosión eólica (potencial) asciende a **13.7783 ton/ha/año**, que proyectado a la superficie total del área sujeta a CUSTF, resulta en **1,648.7700 ton/año (Tabla IV.152)**.

Tabla IV.152 Resumen de la pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica.

Condiciones actuales (erosión actual)			
Tipo de erosión	Erosión actual por hectárea en el área sujeta a CUSTF (ton/ha/año)	Superficie en ha	Erosión actual en el área sujeta a CUSTF (ton/año)
Hídrica	0.2976	119.6640	35.6212
Eólica	4.8569		581.1914
Condiciones al ejecutar el CUSTF (erosión potencial)			
Tipo de erosión	Erosión por hectárea en el área sujeta a CUSTF	Superficie en ha	Erosión potencial en el área sujeta a CUSTF (ton/año)
Hídrica	0.8442	119.6640	101.0248
Eólica	13.7783		1,648.7700

En resumen, la erosión hídrica aumentará 65.4035 ton/año y la erosión eólica aumentará 1,067.5786 ton/año como se muestra en la siguiente tabla, mismas que deberán ser atendidas con medidas de compensación.

En el **Capítulo VII** se presentan las medidas de mitigación propuestas para atender los efectos de la erosión.



IV.3.8 Paisaje y la recreación

Se entiende por *Paisaje* a cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos. El paisaje desempeña un papel importante de interés general en los campos cultural, ecológico, medioambiental y social, constituyen un recurso favorable para la actividad económica y su protección, gestión y ordenación pueden contribuir a la creación del empleo.

A continuación, se describe la evaluación del paisaje considerando las condiciones actuales, al ejecutar el cambio uso de suelo y al implementar las medidas de mitigación.

El área donde se pretende ubicar el proyecto cuenta con un tipo de vegetación de Matorral Desértico Micrófilo, este tiene contrastes de colores muy homogéneos, con variaciones en la época de lluvias que es cuando se presentan las herbáceas, la vegetación se encuentra dispersa y hay poca cobertura vegetal en algunas áreas debido a la actividad de pastoreo que se ha dado, la pendiente se encuentra en un rango de 2 % a 5% por lo que se considera que es un área plana sin formaciones geográficas atractivas.

A continuación, se presentan los valores que se le dieron al paisaje del área en que se planea realizar el proyecto:

Tabla IV.153 Valoración paisajista del área propuesta para realizar el CUSTF.

Valoración de la calidad intrínseca del paisaje			Valor Calidad				
Elementos del paisaje			0	1	2	3	4
Relieve	Complejidad Topográfica	Muy alta					
		Alta					
		Media					
		Baja		1			
		Muy baja					
	Pendiente	Muy escarpada >50%					
		Fuerte 30 - 50%					
		Moderada 20 - 30%					
		Suave 10 - 20%					
	F. Geológicas	Llana o muy suave < 10%	0				
Presencia de formaciones geológicas relevantes		0					
Vegetación	Grado de Cobertura	Ausencia de formaciones geológicas relevantes	0				
		75 - 100%					
		50 - 75%					
		25 - 50%					
		5 - 25%		1			
	< 5%						
	Densidad	Especie muy abundante					
		Especie abundante					



Valoración de la calidad intrínseca del paisaje			Valor Calidad				
Elementos del paisaje			0	1	2	3	4
		Especie frecuente			2		
		Especie escasa					
		Especie muy escasa					
	Distribución Horizontal	Vegetación cerrada					
		Vegetación abierta					
		Vegetación dispersa		1			
		Ausencia de vegetación					
	Altura del Estrato Superior	Estrato de árboles altos >15 m					
		Estrato de árboles intermedio 8 - 15 m					
		Árboles bajos y/o matorral alto 3 – 8					
		Matorrales bajos y/o estrato herbáceo alto < 3		1			
	Diversidad Cromática	Ausencia casi total de vegetación					
		Muy alta					
		Alta					
		Media					
		Baja		1			
	Contraste Cromático	Muy baja					
		Muy acusado: ricas combinaciones, variedad de colores fuertes					
		Acusado: variaciones de color acusadas					
		Medio: alguna variación, pero no dominante					
		Bajo: tonos apagados, poca variedad de colores		1			
	Estacionalidad	Muy bajo: no hay variaciones ni contraste de color					
		Formación vegetal mixta, con fuertes contrastes cromáticos estacionales					
		Formación vegetal mixta, con contrastes cromáticos estacionales no muy acusados					
Formación uniforme, con fuerte variación estacional (caducifolias, herbáceas anuales)				2			
Vegetación monocromática uniforme, con contraste estacional nulo o muy bajo							
Agua	Superficie de Agua Vista	Ausencia casi total de vegetación					
		Presencia de agua en láminas superficiales (lagos, pantanos, etc.)					
		Presencia de agua en formas lineales (arroyos, ríos, etc.)				3	
		Presencia puntual de agua (fuentes, manantiales, etc.)					
	Estacionalidad del caudal	No presencia de agua					
		Caudal permanente					
		Caudal estacional, presente más de 6 meses al año					
	Apariencia Subjetiva del Agua	Caudal estacional, presente menos de 6 meses al año			2		
		Aguas de apariencia limpia y clara					
		Aguas algo turbias, poco transparentes, pero no sucias				3	
		Aguas muy turbias, sucias de apariencia poco agradable					
			Presencia de varios puntos singulares o muy perceptibles				



Valoración de la calidad intrínseca del paisaje			Valor Calidad				
Elementos del paisaje			0	1	2	3	4
Elementos antrópicos	Existencia de Puntos Singulares	Presencia de pocos puntos singulares o poco perceptibles					
		Ausencia de puntos singulares					
	Actividades agrícolas y ganaderas	Vegetación natural o formas de explotación racional ancestrales					
		Explotaciones extensivas tradicionales o naturalizadas					
		Superficie parcialmente dedicada a actividades de poca intensidad					
		Cultivos recientemente abandonados o condicionados por anterior actividad intensiva		1			
		Superficie totalmente ocupada por explotaciones intensivas					
	Densidad Viaria	No hay vías de comunicación interiores ni próximas					
		Vías de tráfico bajo en las cercanías de la unidad					
		Vías de tráfico bajo atravesando la unidad		1			
		Vías de tráfico intenso atravesando la unidad					
	Construcción Infraestructuras	Ausencia de construcciones e infraestructuras					
		Construcciones tradicionales, integrados en el paisaje o con valor artístico					
		Construcciones no tradicionales, de carácter puntual o lineal (líneas elect, repetidores)		1			
	Extrapolaciones Industriales o Mineras	Construcciones no tradicionales extensivas (núcleos urbanos, industriales)					
		Ausencia de explotaciones, pero sin incidencias en la unidad					4
		Presencia cercana de explotaciones, pero sin incidencias en la unidad					
	R. histórico-culturales	Presencia en la unidad o sus cercanías, con fuerte incidencia ambiental en la unidad					
		Presencia de valores tradicionales únicos, frecuentados o en su uso					
		Presencia de algún calor poco relevante, no tradicional o en desuso					
Entorno	Escenario Adyacente	Ausencia de cualquier valor	0				
		Realzan notablemente los valores paisajísticos del espacio					
		Son inferiores a las del territorio, pero no lo realzan de forma notable					
		Similares a las del espacio estudiado			2		
		Similares a las del espacio estudiado, pero sin desvirtuarlo					
Total			27				

Singularidad de elementos del paisaje			0	1	2	3	4
Rasgos paisajísticos singulares	Presencia de uno o varios elementos paisajísticos únicos o excepcionales						
	Presencia de uno o varios elementos paisajísticos poco frecuentes						



	Rasgos paisajísticos característicos, aunque similares a otros en la región					
	Elementos paisajísticos bastante comunes en la región		1			
	Ausencia de elementos singulares relevantes					
Total			1			

Tabla IV.154 Valoración de los factores de visibilidad del área propuesta para el CUSTF.

Factor de Visibilidad de la Actuación		0.2	0.3	0.4	0.5	1
Puntos Observación	Área no visible desde zonas transitadas					
	Área visible desde puntos o zonas transitadas				0.5	
Distancia Observación	Lejana (>800 m)					
	Media (200 - 800 m)					
	Próxima (0 - 200 m)				0.5	
Frecuencia Observación	Zonas observación escasamente transitadas					
	Zonas observación poco frecuentadas, de forma esporádica		0.3			
	Zonas observación frecuentadas periódicamente					
	Zonas muy frecuentadas, de forma continua					
Cuenca Visual	0 - 25%					
	26 - 50%		0.3			
	50 - 75%					
	76 - 100%					
Total					1.6	

Para poder realizar una comparación, se realizó la evaluación de la misma área tomando en cuenta la elaboración del proyecto, sin tomar en cuenta la realización de las medidas de mitigación de esta manera podemos darnos una idea de cómo se afectará el paisaje. En la siguiente tabla podemos observar el valor que tendría el paisaje con la realización del proyecto:

Tabla IV.155 Valoración paisajística del área propuesta para el CUSTF habiendo realizado el proyecto.

Valoración de la calidad intrínseca del paisaje		Valor Calidad				
Elementos del paisaje		0	1	2	3	4
Relieve	Complejidad Topográfica	Muy alta				
		Alta				
		Media				
		Baja		1		
		Muy baja				
	Pendiente	Muy escarpada >50%				
		Fuerte 30 - 50%				
		Moderada 20 - 30%				
		Suave 10 - 20%				
	F. Geológicas	Llana o muy suave < 10%	0			
Presencia de formaciones geológicas relevantes						
Ausencia de formaciones geológicas relevantes		0				
Vegetación	Grado de Cobertura	75 - 100%				
		50 - 75%				



Valoración de la calidad intrínseca del paisaje		Valor Calidad				
		0	1	2	3	4
Elementos del paisaje						
	Densidad	25 - 50%				
		5 - 25%				
		< 5%	0			
	Densidad	Especie muy abundante				
		Especie abundante				
		Especie frecuente				
		Especie escasa				
		Especie muy escasa	0			
	Distribución Horizontal	Vegetación cerrada				
		Vegetación abierta				
		Vegetación dispersa				
		Ausencia de vegetación	0			
	Altura del Estrato Superior	Estrato de árboles altos >15 m				
		Estrato de árboles intermedio 8 - 15 m				
		Árboles bajos y/o matorral alto 3 - 8				
		Matorrales bajos y/o estrato herbáceo alto < 3				
		Ausencia casi total de vegetación	0			
	Diversidad Cromática	Muy alta				
		Alta				
		Media				
		Baja				
		Muy baja	0			
	Contraste Cromático	Muy acusado: ricas combinaciones, variedad de colores fuertes				
		Acusado: variaciones de color acusadas				
		Medio: alguna variación pero no dominante				
		Bajo: tonos apagados, poca variedad de colores				
		Muy bajo: no hay variaciones ni contraste de color	0			
	Estacionalidad	Formación vegetal mixta, con fuertes contrastes cromáticos estacionales				
Formación vegetal mixta, con contrastes cromáticos estacionales no muy acusados						
Formación uniforme, con fuerte variación estacional (caducifolias, herbáceas anuales)				2		
Vegetación monocromática uniforme, con contraste estacional nulo o muy bajo						
Ausencia casi total de vegetación						
Agua	Superficie de Agua Vista	Presencia de agua en láminas superficiales (lagos, pantanos, etc.)				
		Presencia de agua en formas lineales (arroyos, ríos, etc.)				3
		Presencia puntual de agua (fuentes, manantiales, etc.)				
		No presencia de agua				
Estacionalidad del caudal	Caudal permanente					
	Caudal estacional, presente mas de 6 meses al año					
	Caudal estacional, presente menos de 6 meses al año			2		



<i>Valoración de la calidad intrínseca del paisaje</i>			Valor Calidad					
<i>Elementos del paisaje</i>			0	1	2	3	4	
	Apariencia Subjetiva del Agua	Aguas de apariencia limpia y clara						
		Aguas algo turbias, poco transparentes, pero no sucias				3		
		Aguas muy turbias, sucias de apariencia poco agradable						
	Existencia de Puntos Singulares	Presencia de varios puntos singulares o muy perceptibles						
		Presencia de pocos puntos singulares o poco perceptibles						
		Ausencia de puntos singulares						
Elementos antrópicos	Actividades agrícolas y ganaderas	Vegetación natural o formas de explotación racional ancestrales						
		Explotaciones extensivas tradicionales o naturalizadas						
		Superficie parcialmente dedicada a actividades de poca intensidad		1				
		Cultivos recientemente abandonados o condicionados por anterior actividad intensiva						
		Superficie totalmente ocupada por explotaciones intensivas						
	Densidad Viaria	No hay vías de comunicación interiores ni próximas						
		Vías de tráfico bajo en las cercanías de la unidad						
		Vías de tráfico bajo atravesando la unidad		1				
		Vías de tráfico intenso atravesando la unidad						
	Construcción Infraestructuras	Ausencia de construcciones e infraestructuras						
		Construcciones tradicionales, integrados en el paisaje o con valor artístico						
		Construcciones no tradicionales, de carácter puntual o lineal (líneas elect, repetidores)						
	Extrapolaciones Industriales o Mineras	Construcciones no tradicionales extensivas (núcleos urbanos, industriales)	0					
		Ausencia de explotaciones, pero sin incidencias en la unidad						
		Presencia cercana de explotaciones, pero sin incidencias en la unidad						
		Presencia en la unidad o sus cercanías, con fuerte incidencia ambiental en la unidad						
	R. histórico-culturales	Presencia de valores tradicionales únicos, frecuentados o en su uso						
		Presencia de algún valor poco relevante, no tradicional o en desuso	0					
		Ausencia de cualquier valor						
	Entorno	Escenario Adyacente	Realzan notablemente los valores paisajísticos del espacio					
			Son inferiores a las del territorio, pero no lo realzan de forma notable					
			Similares a las del espacio estudiado					
			Similares a las del espacio estudiado, pero sin desvirtuarlo					
			Notablemente superiores a las del espacio estudiado	0				
Total			13					



Singularidad de elementos del paisaje		0	1	2	3	4
Rasgos paisajísticos singulares	Presencia de uno o varios elementos paisajísticos únicos o excepcionales					
	Presencia de uno o varios elementos paisajísticos poco frecuentes					
	Rasgos paisajísticos característicos, aunque similares a otros en la región					
	Elementos paisajísticos bastante comunes en la región					
	Ausencia de elementos singulares relevantes	0				
Total		0				

Tabla IV.156 Valoración del Factor de visibilidad del área propuesta para el CUSTF habiendo realizado el proyecto.

Factor de Visibilidad de la Actuación		0.2	0.3	0.4	0.5	1
Puntos Observación	Área no visible desde zonas transitadas					
	Área visible desde puntos o zonas transitadas				0.5	
Distancia Observación	Lejana (>800 m)					
	Media (200 - 800 m)					
	Próxima (0 - 200 m)				0.5	
Frecuencia Observación	Zonas observación escasamente transitadas					
	Zonas observación poco frecuentadas, de forma esporádica		0.3			
	Zonas observación frecuentadas periódicamente					
	Zonas muy frecuentadas, de forma continua					
Cuenca Visual	0 - 25%					
	26 - 50%		0.3			
	50 - 75%					
	76 - 100%					
Total		1.6				

Una vez obtenidos los valores correspondientes se realiza la valoración de los impactos paisajísticos con la siguiente formula:

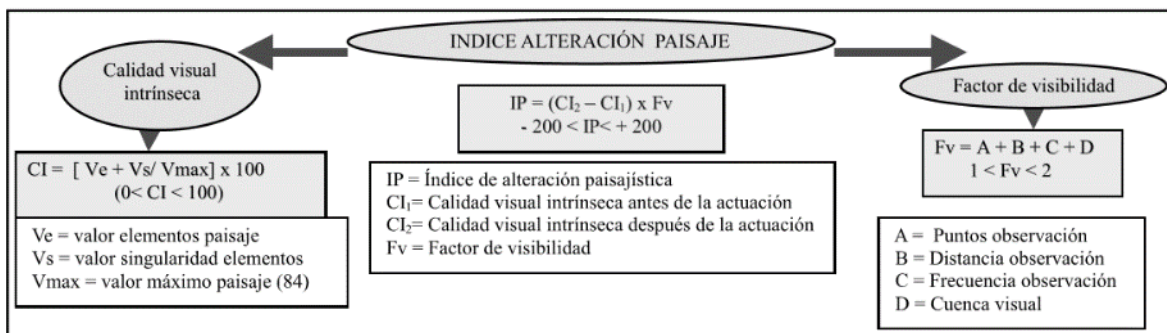


Figura 50. Fórmulas utilizadas para valorar los impactos paisajísticos.



Sustituyendo los valores, queda la fórmula de la siguiente manera:

Calidad Visual intrínseca:

$$CI1 = [27 + 1 / 84] \times 100$$

$$CI1 = 33.33$$

$$CI2 = [13 + 0 / 84] \times 100$$

$$CI2 = 15.47$$

Índice de Alteración del Paisaje:

$$IP = (CI2 - CI1) \times Fv$$

$$IP = (15.47 - 33.33) \times 1.6$$


$$IP = -28.57$$

La asociación española de evaluación de impacto ambiental menciona que el valor máximo de un impacto paisajístico negativo es -200 y el valor máximo de un impacto paisajístico positivo es +200, por lo que podemos suponer que el valor negativo que se ha estimado se podría presentar con la realización del proyecto, es moderado.

Ya que el sitio no recuperará las condiciones visuales en las que se encontraba antes de realizar la perturbación, una de las medidas de mitigación propuestas es la de reforestar las áreas del proyecto que son visibles a fin de romper el efecto visual y minimizar el impacto sobre el paisaje, utilizando plantas que alcancen una altura de entre 3 a 5 metros, esto podría afectar el factor de visibilidad, pero ayudara a aumentar la calidad de la visibilidad paisajística cubriendo las afectaciones que se realizarían al llevar a cabo el proyecto.

A continuación, se presentan los valores otorgados al paisaje una vez que se lleven a cabo las medias de mitigación.

Tabla IV.157 Valores otorgados al paisaje una vez que se lleven a cabo las medias de mitigación.

<i>Valoración de la calidad intrínseca del paisaje</i>		Valor Calidad				
<i>Elementos del paisaje</i>		0	1	2	3	4
	Muy alta					



Valoración de la calidad intrínseca del paisaje			Valor Calidad				
Elementos del paisaje			0	1	2	3	4
	Complejidad Topográfica	Alta					
		Media					
		Baja		1			
		Muy baja					
	Pendiente	Muy escarpada >50%					
		Fuerte 30 - 50%					
		Moderada 20 - 30%					
		Suave 10 - 20%					
	F. Geológicas	Llana o muy suave < 10%	0				
		Presencia de formaciones geológicas relevantes					
		Ausencia de formaciones geológicas relevantes	0				
Vegetación	Grado de Cobertura	75 - 100%					
		50 - 75%					
		25 - 50%					
		5 - 25%					
		< 5%	0				
	Densidad	Especie muy abundante					
		Especie abundante					
		Especie frecuente					
		Especie escasa		1			
		Especie muy escasa					
	Distribución Horizontal	Vegetación cerrada					
		Vegetación abierta					
		Vegetación dispersa		1			
		Ausencia de vegetación					
	Altura del Estrato Superior	Estrato de árboles altos >15 m					
		Estrato de árboles intermedio 8 - 15 m					
		Árboles bajos y/o matorral alto 3 - 8			2		
		Matorrales bajos y/o estrato herbáceo alto < 3					
		Ausencia casi total de vegetación	0				
	Diversidad Cromática	Muy alta					
		Alta					
		Media					
		Baja					
		Muy baja	0				
	Contraste Cromático	Muy acusado: ricas combinaciones, variedad de colores fuertes					
		Acusado: variaciones de color acusadas					
		Medio: alguna variación, pero no dominante					
		Bajo: tonos apagados, poca variedad de colores					
		Muy bajo: no hay variaciones ni contraste de color	0				
	Estacionalidad	Formación vegetal mixta, con fuertes contrastes cromáticos estacionales					
Formación vegetal mixta, con contrastes cromáticos estacionales no muy acusados							
Formación uniforme, con fuerte variación estacional (caducifolias, herbáceas anuales)				2			
Vegetación monocromática uniforme, con contraste estacional nulo o muy bajo							
Ausencia casi total de vegetación							



Valoración de la calidad intrínseca del paisaje			Valor Calidad				
Elementos del paisaje			0	1	2	3	4
Agua	Superficie de Agua Vista	Presencia de agua en láminas superficiales (lagos, pantanos, etc.)					
		Presencia de agua en formas lineales (arroyos, ríos, etc.)				3	
		Presencia puntual de agua (fuentes, manantiales, etc.)					
		No presencia de agua					
	Estacionalidad del caudal	Caudal permanente					
		Caudal estacional, presente mas de 6 meses al año					
		Caudal estacional, presente menos de 6 meses al año			2		
	Apariencia Subjetiva del Agua	Aguas de apariencia limpia y clara					
		Aguas algo turbias, poco transparentes, pero no sucias				3	
		Aguas muy turbias, sucias de apariencia poco agradable					
	Existencia de Puntos Singulares	Presencia de varios puntos singulares o muy perceptibles					
		Presencia de pocos puntos singulares o poco perceptibles					
Ausencia de puntos singulares							
Elementos antrópicos	Actividades agrícolas y ganaderas	Vegetación natural o formas de explotación racional ancestrales					
		Explotaciones extensivas tradicionales o naturalizadas					
		Superficie parcialmente dedicada a actividades de poca intensidad					
		Cultivos recientemente abandonados o condicionados por anterior actividad intensiva					
		Superficie totalmente ocupada por explotaciones intensivas	0				
		No hay vías de comunicación interiores ni próximas					
	Densidad Viaria	Vías de tráfico bajo en las cercanías de la unidad					
		Vías de tráfico bajo atravesando la unidad		1			
		Vías de tráfico intenso atravesando la unidad					
		Ausencia de construcciones e infraestructuras					
	Construcción Infraestructuras	Construcciones tradicionales, integrados en el paisaje o con valor artístico		1			
		Construcciones no tradicionales, de carácter puntual o lineal (líneas elect, repetidores)					
		Construcciones no tradicionales extensivas (núcleos urbanos, industriales)	0				
		Ausencia de explotaciones, pero sin incidencias en la unidad					
	Extrapolaciones Industriales o Mineras	Presencia cercana de explotaciones, pero sin incidencias en la unidad					
		Presencia en la unidad o sus cercanías, con fuerte incidencia ambiental en la unidad					
		Presencia de valores tradicionales únicos, frecuentados o en su uso					
	R. histórico-culturales	Presencia de algún valor poco relevante, no tradicional o en desuso					



Valoración de la calidad intrínseca del paisaje			Valor Calidad				
Elementos del paisaje			0	1	2	3	4
		Ausencia de cualquier valor	0				
Entorno	Escenario Adyacente	Realzan notablemente los valores paisajísticos del espacio					
		Son inferiores a las del territorio, pero no lo realzan de forma notable					
		Similares a las del espacio estudiado					
		Similares a las del espacio estudiado, pero sin desvirtuarlo					
		Notablemente superiores a las del espacio estudiado	0				
Total			17				

Singularidad de elementos del paisaje			0	1	2	3	4
Rasgos paisajísticos singulares	Presencia de uno o varios elementos paisajísticos únicos o excepcionales						
	Presencia de uno o varios elementos paisajísticos poco frecuentes						
	Rasgos paisajísticos característicos, aunque similares a otros en la región						
	Elementos paisajísticos bastante comunes en la región						
	Ausencia de elementos singulares relevantes		0				
Total			0				

Factor de Visibilidad de la Actuación		0.2	0.3	0.4	0.5	1
Puntos Observación	Área no visible desde zonas transitadas					
	Área visible desde puntos o zonas transitadas				0.5	
Distancia Observación	Lejana (>800 m)					
	Media (200 - 800 m)					
	Próxima (0 - 200 m)				0.5	
Frecuencia Observación	Zonas observación escasamente transitadas					
	Zonas observación poco frecuentadas, de forma esporádica		0.3			
	Zonas observación frecuentadas periódicamente					
	Zonas muy frecuentadas, de forma continua					
Cuenca Visual	0 - 25%	0.2				
	26 - 50%					
	50 - 75%					
	76 - 100%					
Total		1.5				

Tomando en cuenta este valor se realizó nuevamente la fórmula para evaluar cuan positivo es el impacto realizando las medidas de mitigación.



Calidad Visual Intrínseca

$$CI2 = [Ve + Vs / Vmax] \times 100$$

$$CI2 = [17 + 0 / 84] \times 100$$

$$CI2 = 20.23$$

Índice de Alteración del Paisaje

$$IP = (CI2 - CI1) \times Fv$$

$$IP = (20.23 - 33.33) \times 1.5$$

$$IP = -19.65$$

Para terminar, restamos el valor del índice de alteración del paisaje con medidas de mitigación al valor de índice de alteración del paisaje sin haber realizado las medidas y este será el índice de alteración de paisaje real una vez realizadas las medidas.

$$IP \text{ real} = IP \text{ sin medidas de mitigación} - IP \text{ con medidas de mitigación}$$

$$IP \text{ real} = 28.57 - 19.65$$

$$IP \text{ real} = 8.92$$

Podemos observar que la medida de mitigación propuesta ayudará a reducir el impacto visual generado por la realización del proyecto.

IV.4 Diagnóstico ambiental

Se analiza la información respecto a los distintos componentes del ecosistema estudiado mediante la caracterización ambiental, su estado de conservación y la presión que se ejerce actualmente previo a la realización del proyecto, es decir se identifican y analizan las tendencias del comportamiento de los procesos de deterioro natural y grado de conservación del área de estudio (sin proyecto), y de la presión en la calidad socioambiental que se pudiera presentar en la zona por el aumento demográfico y la intensidad de las actividades productivas, considerando aspectos de tiempo y espacio una vez realizado el proyecto.



Integración e interpretación del inventario ambiental

El análisis e interpretación de la información de cada factor ambiental se separó en medio abiótico, biótico y socioeconómico considerando el siguiente esquema:



El estado actual es la descripción de la situación presente y tendencias del recurso ambiental. La presión indica las acciones o actividades generadoras de deterioro ambiental. El diagnóstico ambiental considera la información contenida en este Capítulo, principalmente en los siguientes apartados:

Medio abiótico

Clima y fenómenos meteorológicos

Tabla IV.158 Análisis de estado actual y presión en el componente Clima y fenómenos meteorológicos.

Clima y atmósfera	
Estado	Presión
<p>El clima en el SAR está definido como muy seco templado (BWkw). Este clima se caracteriza por ser desértico; presentar temperaturas templadas con un verano cálido, las temperaturas medias son: anuales 12° a 18 °C, del mes más frío entre -3° y 18 °C y del mes más cálido > 18 °C; con lluvias en verano o escasas todo el año.</p> <p>Los vientos dominantes provienen principalmente del noroeste y suroeste con una velocidad promedio de 12.93 km/h.</p>	<p>Al realizar el desmonte en 119.663965 Has de vegetación para el cambio uso de suelo, puede facilitar las partículas suspendidas y emisión de gases de combustión por el uso de vehículos, equipo y maquinaria. También por el proceso de la mina se llega a generar material particulado y emisiones de combustión.</p>



Geomorfología

Tabla IV.159 Análisis de estado actual y presión en el componente Geomorfología.

Geomorfología	
Estado	Presión
<p>El SAR pertenece a la provincia fisiográfica Sierras y Llanuras del Norte, dentro de esta provincia el SAR se establece en la subprovincia fisiográfica Llanuras y Médanos del Norte. Se compone de sierras bajas y abruptas divididas por bajadas y grandes planicies. Existe un rango de elevación entre 1300 a 1500 metros sobre el nivel medio del mar. Presenta aproximadamente un rango de pendiente desde menos 1° hasta 45°.</p> <p>Para el área del SAR no se considera potencial para la ocurrencia de sismos, inundaciones, colapsos ni movimiento en masas.</p>	<p>Este factor se encuentra directamente ligado a la presión de la erosión eólica e hídrica que transportan el material erosionado hacia las partes bajas del SAR donde se depositan.</p> <p>La probabilidad de ocurrencia de fenómenos geológicos es prácticamente despreciable.</p>

Suelos

Tabla IV.160 Análisis de estado actual y presión en el componente Suelos.

Suelos	
Estado	Presión
<p>El Sistema Ambiental Regional presenta ocho tipos de suelos; Leptosol calcarico 20.87 %, Regosol esquelético calcarico 19.63%, Luvisol háplico 9.64%, Cambisol yérmico 16.13%, Leptosol calcárico lítico 4.20%, Regosol yérmico 20.74%, Regosol calcarico 5.93% y Calcisol yérmico 2.86%</p> <p>Actualmente el SAR cuenta con una erosión eólica de 113,700.17 Ton/año y 11,031.2577 Ton/año de erosión hídrica.</p>	<p>Este recurso se encuentra en constante presión debido a la erosión hídrica y eólica que se presenta en el SAR; resultado de la acción de la intemperización y el viento. De manera que resulta en un arrastre de sedimentos en época de vientos y época de humedad. La erosión se ve incrementada por el pastoreo que se da en la región.</p> <p>Al realizar la ejecución del CUSTF se estima un incremento de erosión hídrica de 65.4035 ton/año y 1,067.5786 ton/año de erosión eólica.</p>



Hidrología superficial y subterránea

Tabla IV.161 Análisis de estado actual y presión en el componente Recursos Hidrológicos.

Hidrología superficial y subterránea	
Estado	Presión
<p>El SAR forma parte de la Región Hidrológica 34 “Cuencas Cerradas del Norte”, en la cuenca hidrológica RH34B “Cuenca R. del Carmen”. Existe una red de drenaje intermitente, como en casi todo el desierto de Chihuahua, esta red se activa al incrementar la precipitación en la temporada de lluvias.</p> <p>Los valores del balance hidrológico del SAR son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Volumen precipitado 44,807,172.17m³ • Volumen de evapotranspiración 34,621,764.96 m³ • Escurrimiento 1,770,928.80 m³ • Infiltración 8,414,478.40 m³ <p>El SAR se encuentra principalmente en el acuífero Flores Magón-Villa Ahumada, dicho acuífero abarca el 92.17% de la superficie del SAR; en la parte sureste del SAR se encuentra el acuífero Lagunas de Tarabillas, el cual cubre el 7.82% del SAR. El área del proyecto únicamente se ubica dentro el acuífero Flores Magón-Villa Ahumada.</p> <p>Cuenta con una veda clasificada como tipo III en la que la capacidad de los mantos acuíferos permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros.</p>	<p>En el SAR existe una presión por el aprovechamiento de este recurso principalmente por el uso agrícola, pecuario y doméstico.</p> <p>Al ejecutar el cambio de uso de suelo, la evapotranspiración del SAR se ve disminuida a 34,544,907.2604m³, el escurrimiento se incrementa a 1,800,190.1825m³ y la infiltración a 8,462,074.7201m³.</p>



Medio biótico

Flora

Tabla IV.162 Análisis de estado actual y presión en el componente Flora

Flora	
Estado	Presión
<p>Con base a la información cartográfica de INEGI (Serie VI) y la verificación en campo, se presenta vegetación Matorral Desértico Micrófilo 67.42%, Pastizal Halófilo 12.79%, Agricultura De Riego Anual 11.30%, Pastizal Inducido 1.19%, Vegetación Secundaria de Pastizal Halófilo 1.44%, Asentamientos Humanos 0.20% y Parque Solar 5.67%.</p> <p>Matorral Desértico Micrófilo. Es el tipo de matorral formado por arbustos de hoja o foliolo pequeño. Se desarrolla principalmente sobre terrenos aluviales más o menos bien drenados, los terrenos planos y partes inferiores de los cerros; puede estar formado por asociaciones de especies sin espinas, con espinas o mezclados; asimismo pueden estar en su composición otras formas de vida, como cactáceas, izotes o gramíneas.</p> <p>Pastizal Halófilo Comunidad de gramíneas y gramínoideas que se desarrolla sobre suelos salino-sódicos, por lo que su presencia es independiente del clima; es frecuente en el fondo de las cuencas cerradas de zonas áridas y semiáridas; y en algunas áreas próximas a las costas afectadas por el mar o por lagunas costeras.</p> <p>Agricultura de Riego Anual y Semipermanente Conjunto de actividades y conocimientos desarrollados por el hombre, destinados a cultivar la tierra y cuya finalidad es obtener productos vegetales</p>	<p>Se propone realizar un cambio de uso de suelo en 119.663965 Has, removiendo la cubierta vegetal presente en esa área. Para disminuir la presión hacia este factor se prevé el rescate y reubicación de las especies que se encuentren bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>También, existe una presión actual baja en cuanto a actividades agropecuarias en el SAR.</p>



Flora	
Estado	Presión
<p>(como verduras, frutos, granos y pastos) para la alimentación del ser humano y del ganado.</p> <p>Riego: Cuando el suministro de agua utilizado para su desarrollo es suministrado por fuentes externas, por ejemplo, un pozo, una presa, un río, etcétera.</p> <p>Anual: Anuales: Son aquellos cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año o menos, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo.</p> <p>Semipermanentes: Su ciclo vegetativo dura entre uno y diez años, como el caso de la papaya, la piña y la caña de azúcar.</p> <p>Pastizal Inducido</p> <p>Esta comunidad dominada por gramíneas o graminoides aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia</p> <p>Vegetación Secundaria de Pastizal Halófilo</p> <p>Cuando un tipo de vegetación es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales el resultado es una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea en este caso de pastizal halófilo.</p> <p>Asentamientos Humanos y Áreas desprovistas de Vegetación</p> <p>Elementos que no forman parte de la cobertura vegetal ni de las áreas manejadas pero que incide en su distribución nacional.</p>	



Fauna

Tabla IV.163 Análisis de estado actual y presión en el componente Fauna

Fauna	
Estado	Presión
<p>De acuerdo a los resultados del muestreo de fauna se encontró que son 39 individuos en 12 especies y 10 familias, de las cuales la con más individuos son las Aves con el 35.89%, seguido en forma descendente mamíferos con el 33.33% y al final los reptiles con el 30.76%.</p> <p>Del total se consideran dos especies con Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 <i>Buteo swainsonii</i> y <i>Athene cunicularia hypugaea</i>.</p>	<p>Existe una baja presión por los caminos que ya se encuentran existentes. Con la ejecución del cambio de uso de suelo en una superficie de 119.663965 Has. Se puede generar modificaciones en las interacciones de la fauna al tener caminos que atravesar y nuevas instalaciones.</p> <p>Para minimizar el impacto se realizará el ahuyentamiento o en el dado caso el recate y reubicación de aquellas especies con características particulares de arraigo y lento desplazamiento y aquellas que se encuentren enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010</p>

Paisaje

Tabla IV.164 Análisis de estado actual y presión en el componente Paisaje.

Paisaje	
Estado	Presión
<p>Dentro del SAR se identificaron 5 unidades de paisaje. El factor de visibilidad puede encontrarse entre los valores 1 a 2, mientras más se acerquen a 2 aumenta la calidad de factor de visibilidad, en este caso se obtuvo un valor de 1.2</p>	<p>La presión en este aspecto se considera mínima ya que hay presencia de obras anteriores por parte de la empresa y el área se encuentra rodeada de zonas agrícolas. Los posibles observadores del paisaje es el mismo personal del parque y la población de la localidad cercana, la cual ya se encuentra familiarizada con el panorama del paisaje.</p>



Medio socioeconómico

Tabla IV.165 Análisis de estado actual y presión en el componente Medio socioeconómico.

Medio socioeconómico	
Estado	Presión
<p>En el 2015, el municipio de Ahumada tuvo un total de 12,568 personas.</p> <p>Localidades Indígenas</p> <p>el Municipio de Ahumada se considera un municipio con población indígena dispersa, teniendo una población indígena para el 2010 de 70 habitantes (CONAPO).</p> <p>Migración</p> <p>El municipio de Ahumada tiene un índice de intensidad migratoria de -0.49% considerando bajo según la COESPO, 2007, lo cual indica que la migración en el municipio es mínima.</p> <p>Actividad económica</p> <p>Las principales actividades en los ejidos y colonias de Ahumada son la agricultura y la ganadería.</p> <p>Indicadores de desarrollo humano</p> <p>En Ahumada hay un total de 3 314 viviendas particulares habitadas con un promedio de 3.7 ocupantes por vivienda, la capacidad de servicios básicos y bienes materiales.</p>	<p>El desarrollo del proyecto generará mejores condiciones económicas principalmente para la población de Moctezuma, generando empleos directos e indirectos para sus habitantes, los cuales incidirán de forma positiva en la región.</p>



Bibliografía

- Álvarez , M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., . . . Villareal, H. (2006). Tratamiento de los datos: cómo estimar la diversidad alfa, beta y gamma. En *Manual de métodos para el desarrollo de inventario de biodiversidad*. (págs. 189-190). Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., . . . Villarreal, H. (2006). *Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventrios de Biodiversidad*. Bofotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Biodiversidad, C. N. (s.f.). *Matorrales*. Obtenido de <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/Matorral.html>
- Castany, G. (1971). *Tratado práctico de las aguas subterráneas*. Barcelona: Omega.
- Chao, A., & Chiu, C.-H. (2016). *Species Richness: Estimation and Comparison*. Institute of Statistics, National Tsing Hua University.
- Cielsa, W. (1996). *Cambio climático, bosques y ordenación forestal. Una visión de conjunto*. Roma, Italia: FAO.
- Colín, J., Meade, P., & Muñoz, E. (2006). *Análisis espacial de la riqueza de especies*. Recuperado el Julio de 2018, de file:///C:/Users/Paola/Downloads/biodiv68art2.pdf
- CONAGUA. (Marzo de 2015). *Diario Oficial de la Federación*. Recuperado el 28 de 04 de 2018, de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5387027&fecha=27/03/2015
- Cruz-Falcón, A. (2007). *Caracterización y Diagnostico del Acuífero de la Paz B.C.S. Mediante Estudios Geofísicos y Geohidrológicos*. Tesis de Doctorado.
- Cruz-Falcón, A. (2007). *Caracterización y diagnóstico del acuífero de La Paz, B.C.S. mediante estudios geofísicos y geohidrológicos*. Recuperado el 2018, de <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/13743>
- Cruz-Falcón, A., Vázquez-González, R., Ramírez-Hernández, J., Nava-Sánchez, E., Troyo-Diéguéz, E., Rivera-Rosas, J., & Vega-Mayagoitia, J. (2011). Precipitación y recarga en la Cuenca de La Paz, B.C.S., México. *Universidad y Ciencia Trópico Húmedo*, 27, 251-263. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/uc/v27n3/v27n3a2.pdf>



De Jong, H., Maser, O., & Hernández-Tejeda, T. (2004). Opciones de captura de carbono en el sector forestal. México D.F.: SEMARNAT-INE.

DOF. (05 de Junio de 2018). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Flores-Maldonado, J., Ruvalcaba-Ortega, I., Moreno-Talamantes, A., García-Aranda, M., Favela-Lara, S., & González-Rojas, J. (2015). Representatividad geográfica y ambiental del inventario de especies arbustivas en el Área de Protección de Recursos Naturales "Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 004 Don Martín", Coahuila, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86(3), 809-822.

Garrido, A., Pérez, J., & Guadarrama, C. (2010). *Delimitación de las Zonas Funcionales de las Cuencas Hidrográficas de México*. México: Pluralia Ediciones e Impresiones S.A. de C.V.

Halfpeter, G., & Moreno, C. (2005). Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma. Cap. 1.

Halfpeter, G., & Moreno, C. (2005). *Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma*.

INEGI. (2016). Conjunto de datos vectoriales de Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250,000 Serie VI.

INEGI. (s.f.). *Guía para la Interpretación de Cartografía Edafológica*. Obtenido de <http://www.inegi.org.mx/inegi/SPC/doc/INTERNET/EdafIII.pdf>

Instituto Nacional de Prevención Sísmica INPRES. (01 de 08 de 2017). Obtenido de <http://contenidos.inpres.gov.ar/docs/Fallas%20Geol%C3%B3gicas.pdf>

IUSS. (2007). *Base Referencial Mundial del Recurso Suelo*.

Jiménez-Valverde, & Hortal. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista IBERICA de arcnología*, 151-161.

Londoño, M. (2012). Curvas de acumulación e Índices de completitud. Colombia.

López-Gómez, A., & Williams-Linera, G. (2006). Evaluación de Métodos No Paramétricos para la Estimación de Riqueza de Especies de Plantas Leñosas en Cafetales. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*(78), 7-15.



- Martínez, C., González de la Peña, E., Gómez, D., Martín, D., Montero García, Sagasetta de Ilurdoz, S., & Abellán, A. (Abril de 2007). Evaluación de Impacto Ambiental en España: Nuevas Perspectivas. Madrid, España.
- Masera, O., Martínez, R., Bernardus, H., Etchevers, J., & Balbontin, C. (2007). Opciones de captura de carbono en los sectores forestal y agrícola de México. México D.F.: Miguel Ángel Porrúa.
- Mazzoni, E. (10 de Septiembre de 2014). *Unidades de paisaje como base para la organización y gestión territorial*. Obtenido de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-43922014000300004&lng=es&nrm=iso
- Montijo González, A. (s.f.). *Petrología de rocas Detríticas*. Obtenido de <http://gaia.geologia.uson.mx/academicos/amontijo/detríticas/conglomerados.htm>
- Nowak, J., Hoehn, R., & Crane, E. (2007). Oxygen production by urban trees in the United States. *Arboriculture & Urban Forestry*, 33(3), 220-226.
- Paleontological Society y Palaeontological Association. (2018). *Palaeontologia Electronica*. Recuperado el Julio de 2018, de https://palaeo-electronica.org/2011_1/238/estimate.htm
- Sabaté, S. (Noviembre de 2009). *Agencia Cataluna del Agua*. Recuperado el Marzo de 2018, de https://aca-web.gencat.cat/aca/documents/es/publicacions/escenaris_climatics.pdf
- Schuz, C., & García, R. (Noviembre de 2015). *Asociación Internacional de Hidrogeólogos*. Recuperado el Junio de 2018, de http://aih-cl.org/cursos/Balance_y_Recarga_de%20Acuiferos_Version_Final.pdf
- SEMARNAT. (2012). *Atlas del Medio Físico, Biótico y Ambiental del estado de Chihuahua*.
- Torres, R., & Guevara, S. (2002). El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulica. México: INE.
- UNAM. (s.f.). Obtenido de <http://www.geociencias.unam.mx/~rmolina/documents/alluvialfanslecture.pdf>
- Yolasigmaz, H., & Keles, S. (2009). Changes in carbon storage and oxygen production in forest timber biomass of Balci Forest Management Unit in Turkey between 1984 and 2006. *African Journal of Biotechnology*, 8(19), 4872-4883.



CAPÍTULO V

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



V.1. Identificación de impactos

De acuerdo con el artículo 3º, fracción XX de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) (DOF, 1988), se define como Impacto ambiental a la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza. Las acciones humanas, motivadas por la consecución de diversos fines, provocan efectos colaterales sobre el medio natural o social. Por lo general, los efectos que se persiguen con una acción, obra o servicio suelen ser positivos, pero las acciones que se requieren para conseguir su objetivo y sus efectos colaterales a menudo son negativos (Sosa & Puga, 2012). De manera que es necesario identificar, predecir e interpretar los impactos que determinadas obras o actividades producirán al ser ejecutadas a través de la evaluación del impacto ambiental.

V.2. Caracterización de impactos

Para evaluar los impactos ambientales que provocará el proyecto se empleó el método Gull, el cual tiene distintos componentes que se van engranando uno a uno hasta llegar a determinar cuáles son los impactos más importantes que se generan por el proyecto planteado, a fin de poder generar medidas de mitigación que permitan un desarrollo sustentable (Sosa & Puga, 2012).

El método Gull, permite incluir y analizar los impactos desde diversos puntos de vista:

- Incluye componentes específicos del proyecto.
- Los factores ambientales deben ser específicos para cada proyecto.
- Cada factor ambiental podrá analizarse en forma individual o podrá subdividirse en variables de acuerdo con el criterio de los evaluadores, al determinar el impacto del proyecto.
- Se realiza una evaluación cuantitativa tanto por medio (biótico, abiótico), así como por cada factor ambiental (aire, agua, suelo, vegetación, fauna) y por cada actividad del proyecto.

En este capítulo se identificarán, caracterizarán y evaluarán los impactos ambientales, residuales y acumulativos que sean significativos. El artículo 3º, fracción IX del Reglamento en materia de Impacto Ambiental de la LGEEPA (DOF, 2000) define el impacto ambiental significativo o relevante como aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza,



que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Ramos (1987) define como indicador al elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio (SEMARNAT, 2002). De este modo, para distinguir los indicadores se consideraron cuáles aspectos o factores ambientales van a ser afectados en las diferentes etapas del proyecto y se valoró la duración de la acción y del impacto que se genera, la efectividad de las medidas de mitigación, la intensidad y significancia del impacto mediante los criterios establecidos en las **Tablas V.1 y V.2**. Las consideraciones se hacen conforme al área de estudio, que en este caso está constituida por el Sistema ambiental regional (SAR).

Tabla V.1 Criterios para la valoración de impactos ambientales.

Criterios	Clasificación		
	Corta	Mediana	Larga
Duración de la acción	Cuando la actividad dura menos de 1 mes.	La actividad dura más de 1 mes y menos de 1 año.	La actividad dura más de 1 año.
Reversibilidad del impacto	A corto plazo	A mediano plazo	A largo plazo
	El impacto puede ser revertido por las actuales condiciones del sistema, en un período de tiempo relativamente corto, menos de un año.	El impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1-2 años	El impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a 2 años.
Medidas de mitigación	Factibilidad alta	Factibilidad media	Factibilidad baja
	Remediable mediante la aplicación de ciertas actividades para contrarrestar en gran medida el impacto identificado.	Implica la ejecución de determinadas actividades para remediar el impacto, con cierta incertidumbre del éxito.	La potencialidad de remediar el impacto ambiental es de nula a baja.
Intensidad de impacto	Mínima	Moderada	Alta
	Si los valores de la afectación son menores al 50% del límite permisible por la normativa aplicable, o si las existencias afectadas son menores al 24%	Cuando la afectación alcanza valores equivalentes a más de 50% respecto al límite permisible, o si son afectadas entre 25-49% de las existencias.	Cuando la afectación rebasa los valores permisibles indicados en la NOM aplicable, o si la afectación es superior a 50% de las existencias de la región.



Criterios	Clasificación		
	del total disponible en el área de estudio.		
Significancia del impacto	Leve	Moderado	Significativo
	La afectación al recurso analizado altera menos del 20% su funcionamiento en el ecosistema.	La afectación al recurso analizado altera del 20% y menos del 50% su funcionamiento en el ecosistema.	La afectación al recurso analizado altera más del 50% su funcionamiento en el ecosistema y/o viola alguna NOM y/o causa desequilibrio en el ecosistema.

Tabla V.2 Entendimiento del evaluador conforme a los criterios de SEMARNAT.

Criterio	Significado
Duración de la acción	Tiempo que tarda la acción desde su inicio hasta ser completada.
Reversibilidad del impacto	Tiempo requerido de la naturaleza para regresar a su estado natural sin intervención del hombre.
Medida de mitigación	Efectividad de la medida de mitigación durante la etapa de operación o de cierre, en el área impactada.
Intensidad del impacto	Intensidad del impacto en comparación al sistema ambiental.
Significancia del impacto	Afectación del recurso analizado conforme a su funcionamiento en el sistema ambiental regional.

V.2.1. Lista de indicadores de impacto

A continuación, se presenta la **Tabla V.3**, que detalla la lista de indicadores de impacto por componente y medio en el que se desarrollan. Estos indicadores son los que se utilizaron para la evaluación de impactos ambientales del proyecto.

Tabla V.3 Lista de indicadores de impacto.

Medio	Componente	Indicador ambiental
Abiótico	Atmósfera	Emisiones (contaminación)
		Partículas
		Niveles de ruido
	Hidrología	Calidad del agua (contaminación)
		Modificación de cauces



Medio	Componente	Indicador ambiental
	Suelo	Infiltración
		Características físicas y químicas
		Riesgo de erosión
		Características físicas y químicas
	Paisaje	Contaminación
		Calidad de la visibilidad
Biótico	Vegetación	Impacto visual
		Cobertura
		Índices de diversidad
	Fauna	Afectación a especies de interés
		Presencia
		Hábitat
	Socioeconómico	Afectación a especies de interés
		Empleo
		Derrama económica
		Requerimiento de servicios e infraestructura

V.2.2. Tabla de valoración de impactos ambientales

Para clasificar el impacto y describirlo en forma breve, se deben considerar los componentes del proyecto en sus distintas etapas, los indicadores y los criterios de valoración (**Tabla V.4**), para posteriormente establecer matrices.

Tabla V.4 Clasificación y descripción de los impactos.

	Actividad	
	Factor de impacto	
	Indicador	
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción		
Reversibilidad del impacto		
Medida de mitigación		
Intensidad del impacto		
Significancia del impacto		

V.2.3. Valoración del impacto

El método Gull utiliza un análisis de matrices considerando los criterios de valoración de impactos para determinar el nivel de daño o beneficio, usando los valores que indica la **Tabla V.5**.



Tabla V.5 Valoración para la evaluación de los impactos negativos y positivos.

Valor	Descripción
0	No impacto
-1	Impacto leve negativo
-2	Impacto moderado negativo
-3	Impacto significativo negativo
+1	Impacto leve positivo
+2	Impacto moderado positivo
+3	Impacto significativo positivo

V.2.4. Análisis de componentes del proyecto

En la **Tabla V.6** se describen las actividades que conforman cada una de las etapas del proyecto, así como los indicadores de impacto sobre diversos aspectos ambientales que serán afectados.

Tabla V.6 Descripción de las actividades que se llevarán a cabo en cada fase del Proyecto "Los Santos Solar II".

Programa General de Trabajo
Preparación del sitio
<ul style="list-style-type: none">• Delimitación del área del proyecto• Rescate y reubicación de fauna silvestre• Rescate y reubicación de flora silvestre
Construcción
<ul style="list-style-type: none">• Desmante• Red de caminos internos y entronques• Excavaciones• Carga y acarreo de materiales• Relleno y compactado• Habilitado de cimbra• Plantillas de concreto y concreto de $F'c=210\text{Kg/cm}^2$• Juntas constructivas• Instalaciones hidráulicas y sanitarias temporales• Malla electro soldada• Obra eléctrica
Operación y mantenimiento
<ul style="list-style-type: none">• Generación de energía fotovoltaica• Mantenimiento de los paneles y otros componentes del Parque fotovoltaico
Cierre y abandono
<ul style="list-style-type: none">• Desmantelamiento del Parque fotovoltaico• Restauración del sitio

En el Capítulo II se describe a mayor detalle cada actividad.



V.3. Valoración de los impactos

V.3.1. Etapa de Preparación del sitio

V.3.1.1. Delimitación del área del proyecto

Consiste en la configuración topográfica del terreno, para delimitar los límites del área del proyecto. Durante estos trabajos los ejes y linderos se marcarán sobre el suelo con estacado, cintillas fluorescentes o mojoneras. Esto permitirá localizar fácilmente el área a impactar y evitar que se afecten áreas contiguas. Esta actividad no presenta un impacto ambiental significativo, excepto en el caso del ahuyentamiento de la fauna. El personal que accede a los lugares necesarios para el trabajo lo realiza a pie o en vehículo, transitando por viales ya establecidos. No es necesaria la modificación del ambiente en alguno de sus componentes para realizar la actividad.

		Actividad	Delimitación del área del proyecto
		Factor de impacto	Fauna
		Indicador	Presencia
criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	CORTA	Impacto directo. La presencia de personal y vehículos pudiera generar ahuyentamiento y alteración en el comportamiento de la fauna al invadir su hábitat.	
Reversibilidad del impacto	CORTO PLAZO		
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA		
Intensidad del impacto	MÍNIMA		
Significancia del impacto	LEVE		

V.3.1.2. Rescate y reubicación de fauna silvestre

Previo a toda actividad de ejecución del proyecto, se llevará a cabo el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, el cual se enfoca en las especies con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010; también se rescatarán las que se encuentren muy arraigadas en su hábitat como madrigueras o que por tener dificultad para desplazarse necesiten ser rescatadas y reubicadas. Estas especies serán reubicadas dentro del sistema ambiental regional en zonas que muestren condiciones similares al lugar en que fueron encontradas para incrementar sus probabilidades de adaptabilidad y desarrollo.



		Actividad	Rescate y reubicación de fauna silvestre
		Factor de impacto	Fauna
		Indicador	Presencia
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. El rescate de fauna influye directamente en su presencia, debido a que consiste en desplazar las poblaciones de especies presentes a lugares en los que el proyecto no tenga influencia y puedan continuar con su desarrollo.	
Reversibilidad del impacto	LARGO PLAZO		
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD MEDIA		
Intensidad del impacto	MODERADA		
Significancia del impacto	MODERADO		

		Actividad	Rescate y reubicación de fauna silvestre
		Factor de impacto	Fauna
		Indicador	Hábitat
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Durante esta actividad, se deben ahuyentar y en su caso extraer todos los individuos presentes en el área del proyecto y posteriormente destruir sus nidos, madrigueras u otros tipos de hábitat para evitar que regresen.	
Reversibilidad del impacto	LARGO PLAZO		
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD MEDIA		
Intensidad del impacto	MÍNIMA		
Significancia del impacto	LEVE		

		Actividad	Rescate y reubicación de fauna silvestre
		Factor de impacto	Fauna
		Indicador	Especies de interés
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Esta actividad disminuye el riesgo de afectación a la fauna silvestre sujeta a conservación que se pudiera llegar a encontrar en el área del proyecto.	
Reversibilidad del impacto	CORTO PLAZO		
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD MEDIA		
Intensidad del impacto	MÍNIMA		
Significancia del impacto	LEVE		

		Actividad	Rescate y reubicación de fauna silvestre
		Factor de impacto	Socioeconómico
		Indicador	Empleo
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto indirecto. Se generarán empleos entre los habitantes de la zona. Lo que deriva en un bienestar social y económico en la región.	
Reversibilidad del impacto	NO APLICA		
Medida de mitigación	NO APLICA		
Intensidad del impacto	MÍNIMA		
Significancia del impacto	MODERADO		

V.3.1.3. Rescate y reubicación de flora

De igual manera, previo a toda actividad del proyecto se llevará a cabo el Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre, que se enfocará en las especies con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, o aquellas que por su dificultad de regeneración o lento crecimiento necesiten ser rescatadas y reubicadas. Estas especies serán reubicadas dentro del sistema ambiental regional en zonas que muestren condiciones similares al lugar en que fueron encontradas para incrementar sus probabilidades de adaptabilidad y desarrollo.

		Actividad	Rescate y reubicación de flora silvestre
		Factor de impacto	Suelo
		Indicador	Riesgo de erosión
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Al extraer los individuos de flora que deban ser reubicados, quedan pequeños espacios de suelo descubierto y propenso a erosión.	
Reversibilidad del impacto	CORTO PLAZO		
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA		
Intensidad del impacto	MÍNIMA		
Significancia del impacto	LEVE		

		Actividad	Rescate y reubicación de flora silvestre
		Factor de impacto	Suelo
		Indicador	Contaminación
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto indirecto. La presencia de personal puede generar residuos sólidos urbanos que si no son manejados correctamente podrían generar acumulación de desechos y con esto, contaminación del suelo.	
Reversibilidad del impacto	LARGO PLAZO		
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA		
Intensidad del impacto	MÍNIMA		
Significancia del impacto	LEVE		

		Actividad	Rescate y reubicación de flora silvestre
		Factor de impacto	Vegetación
		Indicador	Cobertura
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. La extracción de individuos provoca disminución en la cobertura vegetal original.	
Reversibilidad del impacto	LARGO PLAZO		
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA		
Intensidad del impacto	MÍNIMA		
Significancia del impacto	LEVE		



		Actividad	Rescate y reubicación de flora silvestre
		Factor de impacto	Vegetación
		Indicador	Índices de diversidad
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. El rescate y reubicación de individuos implicará cambios en la abundancia y densidad de las especies de flora registradas.	
Reversibilidad del impacto	LARGO PLAZO		
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD MEDIA		
Intensidad del impacto	MODERADA		
Significancia del impacto	MODERADO		

		Actividad	Rescate y reubicación de flora silvestre
		Factor de impacto	Vegetación
		Indicador	Especies de interés
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. La reubicación de individuos de las especies de interés permitirá que se sigan desarrollando en hábitats similares y de esta manera se preservará la biodiversidad.	
Reversibilidad del impacto	LARGO PLAZO		
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD MEDIA		
Intensidad del impacto	MÍNIMA		
Significancia del impacto	SIGNIFICATIVO		

		Actividad	Rescate y reubicación de flora silvestre
		Factor de impacto	Fauna
		Indicador	Presencia
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto indirecto. La presencia de personal y vehículos que generará esta actividad ahuyentará a la fauna que aún se encuentre en la zona, especialmente aves, por lo que afectará a su presencia.	
Reversibilidad del impacto	CORTO PLAZO		
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA		
Intensidad del impacto	MÍNIMO		
Significancia del impacto	LEVE		

		Actividad	Rescate y reubicación de flora silvestre
		Factor de impacto	Socioeconómico
		Indicador	Empleo
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto indirecto. La actividad generará empleos temporales que pueden beneficiar a la comunidad.	
Reversibilidad del impacto	NO APLICA		
Medida de mitigación	NO APLICA		
Intensidad del impacto	MÍNIMA		
Significancia del impacto	LEVE		



V.3.2. Etapa de Construcción

V.3.2.1. Desmante

Después de la aplicación de los Programas de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna silvestre, se procederá a retirar la cubierta vegetal presente en el lugar destinado a la construcción de los distintos elementos que componen el proyecto. Cabe mencionar que el lugar se encuentra impactado en varias secciones pues actualmente se realiza ganadería.

El objetivo del desmante es:

- Permitir la operación de la maquinaria de construcción.
- Eliminar materiales no deseables como hierbas, arbustos en cortes y préstamos
- Eliminar materia orgánica que posteriormente fomente el crecimiento de vegetación.

		Actividad	Desmante
		Factor de impacto	Atmósfera
		Indicador	Emisiones (contaminación)
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. El uso de vehículos, equipo y maquinaria para las actividades de desmante provocará emisiones de gases a la atmósfera.	
Reversibilidad del impacto	CORTO PLAZO		
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA		
Intensidad del impacto	MÍNIMA		
Significancia del impacto	LEVE		

		Actividad	Desmante
		Factor de impacto	Atmósfera
		Indicador	Partículas
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Las actividades de derribo de arbolado y arbustos, así como el troceo de ramas generarán dispersión de partículas de materiales orgánicos y polvo.	
Reversibilidad del impacto	CORTO PLAZO		
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA		
Intensidad del impacto	MÍNIMA		
Significancia del impacto	LEVE		



		Actividad	Desmante
		Factor de impacto	Atmósfera
		Indicador	Niveles de ruido
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. El uso de equipo y maquinaria para la remoción de vegetación y troceo de ramas generará niveles moderados de ruido.	
Reversibilidad del impacto	CORTO PLAZO		
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA		
Intensidad del impacto	MODERADA		
Significancia del impacto	MODERADO		

		Actividad	Desmante
		Factor de impacto	Hidrología
		Indicador	Infiltración
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. La remoción de la vegetación motivará cambios en los elementos del balance hidrológico del polígono del proyecto.	
Reversibilidad del impacto	LARGO PLAZO		
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD MEDIA		
Intensidad del impacto	MÍNIMA		
Significancia del impacto	LEVE		

		Actividad	Desmante
		Factor de impacto	Suelo
		Indicador	Riesgo de erosión
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. La remoción de la vegetación del polígono del proyecto dejará descubierto el suelo, dejándolo expuesto a factores erosivos.	
Reversibilidad del impacto	MEDIANO PLAZO		
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA		
Intensidad del impacto	MODERADA		
Significancia del impacto	SIGNIFICATIVO		

		Actividad	Desmante
		Factor de impacto	Suelo
		Indicador	Contaminación
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto indirecto. La presencia de personal puede generar residuos sólidos urbanos que si no son manejados correctamente podrían generar acumulación de desechos y con esto, contaminación del suelo.	
Reversibilidad del impacto	LARGO PLAZO		
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA		
Intensidad del impacto	MÍNIMA		
Significancia del impacto	LEVE		



	Actividad	Desmante
	Factor de impacto	Paisaje
	Indicador	Calidad de la visibilidad
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. La remoción de la vegetación resultará en un paisaje de desmante, completamente diferente a su estado natural.
Reversibilidad del impacto	LARGO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD MEDIA	
Intensidad del impacto	MODERADA	
Significancia del impacto	MODERADO	

	Actividad	Desmante
	Factor de impacto	Paisaje
	Indicador	Impacto visual
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. La remoción de la vegetación cambiará en su totalidad el espectro visual de las comunidades vegetales presentes en el área del proyecto.
Reversibilidad del impacto	LARGO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD MEDIA	
Intensidad del impacto	MODERADA	
Significancia del impacto	MODERADO	

	Actividad	Desmante
	Factor de impacto	Vegetación
	Indicador	Cobertura
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Se removerá la totalidad de la vegetación existente que no haya sido rescatada y reubicada conforme al Programa de rescate y reubicación de flora silvestre en el polígono del proyecto.
Reversibilidad del impacto	LARGO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD MEDIA	
Intensidad del impacto	MODERADA	
Significancia del impacto	MODERADO	

	Actividad	Desmante
	Factor de impacto	Vegetación
	Indicador	Índices de diversidad
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. La remoción de la vegetación provocará la disminución de la abundancia y densidad de las especies presentes en el polígono. Es importante mencionar que la riqueza de especies en este polígono es bastante homogénea.
Reversibilidad del impacto	LARGO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD MEDIA	
Intensidad del impacto	MODERADA	
Significancia del impacto	MODERADO	



		Actividad	Desmante
		Factor de impacto	Vegetación
		Indicador	Especies de interés
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto indirecto. Se afectará al hábitat de las especies de interés. No se afectará directamente a las especies pues previamente serán reubicadas en un hábitat similar.	
Reversibilidad del impacto	LARGO PLAZO		
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD MEDIA		
Intensidad del impacto	MÍNIMA		
Significancia del impacto	LEVE		

		Actividad	Desmante
		Factor de impacto	Fauna
		Indicador	Presencia
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Las actividades de desmante ahuyentan a la fauna que pudiera encontrarse en los alrededores del polígono del proyecto.	
Reversibilidad del impacto	CORTO PLAZO		
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA		
Intensidad del impacto	MÍNIMA		
Significancia del impacto	LEVE		

		Actividad	Desmante
		Factor de impacto	Fauna
		Indicador	Hábitat
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. La remoción de la vegetación elimina hábitats y fuentes de alimento para la fauna que se pudiera encontrar en las áreas del proyecto.	
Reversibilidad del impacto	MEDIANO PLAZO		
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD MEDIA		
Intensidad del impacto	MÍNIMA		
Significancia del impacto	MODERADO		

		Actividad	Desmante
		Factor de impacto	Socioeconómico
		Indicador	Empleo
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Se generarán empleos entre los habitantes de la zona. Lo que deriva en un bienestar social y económico en la región.	
Reversibilidad del impacto	NO APLICA		
Medida de mitigación	NO APLICA		
Intensidad del impacto	MÍNIMA		
Significancia del impacto	LEVE		



V.3.2.3. Red de caminos internos y entronques

Se contará con una red de caminos internos con la finalidad de que los vehículos y maquinaria puedan transitar libremente dentro del polígono del proyecto durante las actividades de operación y mantenimiento.

Las actividades para la construcción de la red de caminos, considera las siguientes actividades

- Trazo, nivelación y replanteo
- Extendido
- Humectación
- Compactación

De igual manera para dar salida al agua que se llegara a acumular en el camino, así como para reducir y eliminar la cantidad de agua, y evitar que ésta provoque daños estructurales en el camino, se construirán cunetas en ambos lados del camino.

		Actividad	Red de caminos internos y entronques
		Factor de impacto	Atmósfera
		Indicador	Emisiones (contaminación)
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. El uso de vehículos, equipo y maquinaria para las actividades de construcción de caminos provocará emisiones de gases a la atmósfera.	
Reversibilidad del impacto	CORTO PLAZO		
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA		
Intensidad del impacto	MÍNIMA		
Significancia del impacto	LEVE		

		Actividad	Red de caminos internos y entronques
		Factor de impacto	Atmósfera
		Indicador	Partículas
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Las actividades de nivelación, traslado de material, y construcción de los caminos generarán dispersión de partículas de materiales orgánicos y polvo.	
Reversibilidad del impacto	CORTO PLAZO		
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA		
Intensidad del impacto	MÍNIMA		
Significancia del impacto	LEVE		



	Actividad	Red de caminos internos y entronques
	Factor de impacto	Atmósfera
	Indicador	Niveles de ruido
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. El uso de equipo y maquinaria para la construcción y establecimiento de caminos generará niveles moderados de ruido.
Reversibilidad del impacto	CORTO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

	Actividad	Red de caminos internos y entronques
	Factor de impacto	Hidrología
	Indicador	Calidad del agua (contaminación)
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. El uso de equipo y maquinaria durante las actividades de construcción y establecimiento de caminos podría generar el derrame de sustancias que podrían contaminar las corrientes intermitentes de agua.
Reversibilidad del impacto	MEDIANO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD MEDIA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

	Actividad	Red de caminos internos y entronques
	Factor de impacto	Hidrología
	Indicador	Infiltración
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. La superficie que se afectará con el establecimiento de los caminos quedará sellada, lo cual provocará cambios en los elementos del balance hidrológico del polígono del proyecto, pues será una superficie que no podrá captar agua que se infiltre.
Reversibilidad del impacto	LARGO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD MEDIA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

	Actividad	Red de caminos internos y entronques
	Factor de impacto	Suelo
	Indicador	Riesgo de erosión
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Durante el trazo y nivelación de los caminos se compactarán estas áreas, que podrían quedar propensas a erosionarse.
Reversibilidad del impacto	MEDIANO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	



	Actividad	Red de caminos internos y entronques
	Factor de impacto	Suelo
	Indicador	Contaminación
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto indirecto. La presencia de personal puede generar residuos sólidos urbanos que si no son manejados correctamente podrían generar acumulación de desechos y con esto, contaminación del suelo.
Reversibilidad del impacto	LARGO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

	Actividad	Red de caminos internos y entronques
	Factor de impacto	Paisaje
	Indicador	Impacto visual
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. El establecimiento de los caminos generará impacto visual dentro del predio del proyecto.
Reversibilidad del impacto	LARGO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD MEDIA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

	Actividad	Red de caminos internos y entronques
	Factor de impacto	Fauna
	Indicador	Presencia
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Las actividades de establecimiento de caminos ahuyentan a la fauna que pudiera encontrarse en los alrededores del polígono del proyecto.
Reversibilidad del impacto	CORTO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	



		Actividad	Red de caminos internos y entronques
		Factor de impacto	Socioeconómico
		Indicador	Empleo
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Se generarán empleos entre los habitantes de la zona. Lo que deriva en un bienestar social y económico en la región.	
Reversibilidad del impacto	NO APLICA		
Medida de mitigación	NO APLICA		
Intensidad del impacto	MÍNIMA		
Significancia del impacto	LEVE		

		Actividad	Red de caminos internos y entronques
		Factor de impacto	Socioeconómico
		Indicador	Requerimiento de servicios e infraestructura
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Esta actividad requiere servicios y materiales más especializados, por lo que se obtendrán de los poblados o ciudades cercanas.	
Reversibilidad del impacto	NO APLICA		
Medida de mitigación	NO APLICA		
Intensidad del impacto	MODERADA		
Significancia del impacto	MODERADO		

V.3.2.4. Excavaciones

Esta actividad se realizará con herramienta manual y/o equipo. Retiro de material a orillas de la cepa.

		Actividad	Excavaciones
		Factor de impacto	Atmósfera
		Indicador	Emisiones
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. El uso de vehículos, equipo y maquinaria para esta actividad provocará emisiones de gases a la atmósfera.	
Reversibilidad del impacto	A CORTO PLAZO		
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA		
Intensidad del impacto	MÍNIMA		
Significancia del impacto	LEVE		



	Actividad	Excavaciones
	Factor de impacto	Atmósfera
	Indicador	Partículas
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Producido por el movimiento y trabajo de la maquinaria requerida para las excavaciones.
Reversibilidad del impacto	A CORTO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

	Actividad	Excavaciones
	Factor de impacto	Atmósfera
	Indicador	Niveles de ruido
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. El uso de equipo y maquinaria para la remoción de vegetación y troceo de ramas generará niveles moderados de ruido.
Reversibilidad del impacto	A CORTO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

	Actividad	Excavaciones
	Factor de impacto	Hidrología
	Indicador	Modificación de cauces
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Las excavaciones provocaran lugares de almacenamiento temporal del agua evitando su escorrentía continua.
Reversibilidad del impacto	A CORTO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	



	Actividad	Excavaciones
	Factor de impacto	Hidrología
	Indicador	Infiltración
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Las excavaciones provocaran lugares de almacenamiento temporal del agua evitando su infiltración normal.
Reversibilidad del impacto	A CORTO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

	Actividad	Excavaciones
	Factor de impacto	Socioeconómico
	Indicador	Empleo
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Se generarán empleos entre los habitantes de la zona. Lo que deriva en un bienestar social y económico en la región.
Reversibilidad del impacto	NO APLICA	
Medida de mitigación	NO APLICA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

V.3.2.5. Carga y acarreo de materiales

Se debe de contar con los permisos necesarios para el desarrollo de los trabajos. Una vez excavado se procederá al retiro de materiales excedentes. Dicha actividad se llevará a cabo con herramienta manual y/o equipo. El retiro de materiales se efectuará utilizando camión de volteo de 7 m³. Los acarreos se efectuarán siguiendo los caminos más cortos y convenientes. Limpieza del área de trabajo.



	Actividad	Carga y acarreo de materiales
	Factor de impacto	Atmósfera
	Indicador	Emisiones
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. El uso de vehículos, equipo y maquinaria para esta actividad provocará emisiones de gases a la atmósfera.
Reversibilidad del impacto	A CORTO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

	Actividad	Carga y acarreo de materiales
	Factor de impacto	Atmósfera
	Indicador	Partículas
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Producido por el movimiento y trabajo de la maquinaria requerida para la carga y el acarreo de materiales.
Reversibilidad del impacto	A CORTO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

	Actividad	Carga y acarreo de materiales
	Factor de impacto	Atmósfera
	Indicador	Niveles de ruido
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. El uso de equipo y maquinaria generará niveles moderados de ruido.
Reversibilidad del impacto	A CORTO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	



	Actividad	Carga y acarreo de materiales
	Factor de impacto	Socioeconómico
	Indicador	Empleo
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Se generarán empleos entre los habitantes de la zona. Lo que deriva en un bienestar social y económico en la región.
Reversibilidad del impacto	NO APLICA	
Medida de mitigación	NO APLICA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	
	Actividad	Carga y acarreo de materiales
	Factor de impacto	Socioeconómico
	Indicador	Requerimiento de servicios e infraestructura
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Esta actividad requiere servicios y materiales más especializados, por lo que se obtendrán de los poblados o ciudades cercanas.
Reversibilidad del impacto	NO APLICA	
Medida de mitigación	NO APLICA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

V.3.2.6. Relleno y compactado

Se empleará material de banco cercano autorizado. Se emplearán motoconformadoras, camión, pipa y vibro compactador. El tendido del material será en capas de 20 centímetros con incorporación de agua. Se efectuarán pruebas de laboratorio para determinar el porcentaje o grado de compactación. Finalmente, limpieza del área de trabajo.

	Actividad	Relleno y compactado
	Factor de impacto	Atmósfera
	Indicador	Emisiones
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. El uso de vehículos, equipo y maquinaria para esta actividad provocará emisiones de gases a la atmósfera.
Reversibilidad del impacto	A CORTO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	



	Actividad	Relleno y compactado
	Factor de impacto	Atmósfera
	Indicador	Partículas
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Producido por el movimiento y trabajo de la maquinaria requerida para el relleno y compactado de zanjas.
Reversibilidad del impacto	A CORTO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

	Actividad	Relleno y compactado
	Factor de impacto	Atmósfera
	Indicador	Niveles de ruido
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. El uso de equipo y maquinaria durante el relleno y compactado generará niveles moderados de ruido.
Reversibilidad del impacto	A CORTO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

	Actividad	Relleno y compactado
	Factor de impacto	Hidrología
	Indicador	Modificación de cauces
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. El relleno y compactado permitirá recuperar el cauce normal de la escorrentía.
Reversibilidad del impacto	A CORTO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	



	Actividad	Relleno y compactado
	Factor de impacto	Hidrología
	Indicador	Infiltración
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. El relleno y la compactación de las zanjas afectará la infiltración normal, desplazando el agua que iba a infiltrarse y por lo tanto resulta un incremento en los escurrimientos.
Reversibilidad del impacto	A CORTO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

	Actividad	Relleno y compactado
	Factor de impacto	Socioeconómico
	Indicador	Empleo
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Se generarán empleos entre los habitantes de la zona. Lo que deriva en un bienestar social y económico en la región.
Reversibilidad del impacto	NO APLICA	
Medida de mitigación	NO APLICA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

	Actividad	Relleno y compactado
	Factor de impacto	Socioeconómico
	Indicador	Requerimiento de servicios e infraestructura
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Esta actividad requiere servicios y materiales más especializados, por lo que se obtendrán de los poblados o ciudades cercanas.
Reversibilidad del impacto	NO APLICA	
Medida de mitigación	NO APLICA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

V.3.2.7. Habilitado de cimbra

Paralelo a las actividades anteriores se desarrollará la elaboración o habilitado de cimbra. Se aplicarán las actividades de trabajar la madera para darle forma con las dimensiones del elemento a colar, elaborando separadores para asegurar la misma. Se aplicará diésel a la cimbra como lubricante para usos posteriores. Limpieza del área respectiva.

	Actividad	Habilitado de cimbra
	Factor de impacto	Suelo
	Indicador	Contaminación
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto indirecto. El curado de la madera con diésel puede escurrir, o por contacto, contaminar la parte superficial del suelo.
Reversibilidad del impacto	A CORTO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

	Actividad	Habilitado de cimbra
	Factor de impacto	Socioeconómico
	Indicador	Empleo
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Se generarán empleos entre los habitantes de la zona. Lo que deriva en un bienestar social y económico en la región.
Reversibilidad del impacto	NO APLICA	
Medida de mitigación	NO APLICA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

	Actividad	Habilitado de cimbra
	Factor de impacto	Socioeconómico
	Indicador	Requerimiento de servicios e infraestructura
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Esta actividad requiere servicios y materiales más especializados, por lo que se obtendrán de los poblados o ciudades cercanas.
Reversibilidad del impacto	NO APLICA	
Medida de mitigación	NO APLICA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

V.3.2.8. Plantillas de concreto y concreto de $F'c=210\text{Kg/cm}^2$

Primero contar con permisos de trabajo y planos autorizados en las áreas involucradas. Esta actividad se desarrollará en forma separada, ya que primero será la elaboración de plantillas antes de colocar elementos de madera y acero de refuerzo donde se requieran. Preparación de los materiales en sitio. Mezclado con revolvedora de campo. Humedecer el área a trabajar donde se llevará a cabo el vaciado de cualquier concreto. Vaciado de material. Obtención de muestras en cilindros para laboratorio. Curado del elemento durante varios días humedeciendo con suficiente agua. Limpieza del área.

	Actividad	Plantillas de concreto y concreto de $F'c=210\text{Kg/cm}^2$
	Factor de impacto	Hidrología
	Indicador	Infiltración
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Las zonas que sean cubiertas por concreto perderán su capacidad de infiltración mientras el concreto siga presente.
Reversibilidad del impacto	A LARGO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

	Actividad	Plantillas de concreto y concreto de $F'c=210\text{Kg/cm}^2$
	Factor de impacto	Suelo
	Indicador	Características F y Q
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Las zonas que sean cubiertas por concreto perderán su capacidad físicas y químicas mientras el concreto siga presente.
Reversibilidad del impacto	A LARGO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	



	Actividad	Plantillas de concreto y concreto de $F'c=210Kg/cm^2$
	Factor de impacto	Socioeconómico
	Indicador	Empleo
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Se generarán empleos entre los habitantes de la zona. Lo que deriva en un bienestar social y económico en la región.
Reversibilidad del impacto	NO APLICA	
Medida de mitigación	NO APLICA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

	Actividad	Plantillas de concreto y concreto de $F'c=210Kg/cm^2$
	Factor de impacto	Socioeconómico
	Indicador	Requerimiento de servicios e infraestructura
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Esta actividad requiere servicios y materiales más especializados, por lo que se obtendrán de los poblados o ciudades cercanas.
Reversibilidad del impacto	NO APLICA	
Medida de mitigación	NO APLICA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

V.3.2.9. Juntas constructivas

En este caso se tiene diferentes tipos de juntas las cuales se aplicarán como sigue:

Junta de construcción. Aquí se emplear acero redondo (pasa juntas) del número marcado en los planos de construcción a una distancia marcada también en planos. Trazar el corte utilizando cortadora de concreto. Traslado de material al sitio de trabajo. El sello que se aplicará en la ranura será un impermeabilizante elastómero microlastic. Juntas de Expansión. Preparar y limpiar el área donde se efectuará la junta. Se aplicará el celotex asfaltado y banda flexible de PVC, eleastofest e imprimador base solvente. Limpieza del área de trabajo.



	Actividad	Juntas constructivas
	Factor de impacto	Atmósfera
	Indicador	Niveles de ruido
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. El uso de equipo y maquinaria durante esta actividad generará niveles moderados de ruido.
Reversibilidad del impacto	A CORTO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

	Actividad	Juntas constructivas
	Factor de impacto	Suelo
	Indicador	Contaminación
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto indirecto. La construcción puede tener algún tipo de derrame en la parte superficial del suelo.
Reversibilidad del impacto	A CORTO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

	Actividad	Juntas constructivas
	Factor de impacto	Socioeconómico
	Indicador	Empleo
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Se generarán empleos entre los habitantes de la zona. Lo que deriva en un bienestar social y económico en la región.
Reversibilidad del impacto	NO APLICA	
Medida de mitigación	NO APLICA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	



	Actividad	Juntas constructivas
	Factor de impacto	Socioeconómico
	Indicador	Requerimiento de servicios e infraestructura
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Esta actividad requiere servicios y materiales más especializados, por lo que se obtendrán de los poblados o ciudades cercanas.
Reversibilidad del impacto	NO APLICA	
Medida de mitigación	NO APLICA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

V.3.2.10. Instalaciones hidráulicas y sanitarias temporales

Contar con la información necesaria de las dimensiones y trayectorias de los elementos a colocar. Tener los materiales necesarios para su instalación en sitio de acuerdo con planos del proyecto. Preparar el área donde se instalarán los elementos. Colocar los elementos en sus trayectorias. Fijar de ser necesario los elementos colocados. Sellar las orillas de las uniones de las tuberías hidráulicas y sanitarias.

Verificar su correcto funcionamiento detectando y corrigiendo posibles fugas. Retiro de material excedente. Limpieza del área de trabajo.

	Actividad	Instalaciones hidráulicas y sanitarias temporales
	Factor de impacto	Suelo
	Indicador	Contaminación
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto indirecto. La presencia de personal puede generar residuos sólidos urbanos que si no son manejados correctamente podrían generar acumulación de desechos y con esto, contaminación del suelo.
Reversibilidad del impacto	A CORTO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	



	Actividad	Instalaciones hidráulicas y sanitarias temporales
	Factor de impacto	Socioeconómico
	Indicador	Empleo
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Se generarán empleos entre los habitantes de la zona. Lo que deriva en un bienestar social y económico en la región.
Reversibilidad del impacto	NO APLICA	
Medida de mitigación	NO APLICA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

	Actividad	Instalaciones hidráulicas y sanitarias temporales
	Factor de impacto	Socioeconómico
	Indicador	Requerimiento de servicios e infraestructura
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Esta actividad requiere servicios y materiales más especializados, por lo que se obtendrán de los poblados o ciudades cercanas.
Reversibilidad del impacto	NO APLICA	
Medida de mitigación	NO APLICA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

V.3.2.11. Malla electrosoldada

Contar con la información necesaria de las dimensiones de los elementos a colocar. En los traslapes se utilizará alambre recocido para amarres. Tener los materiales necesarios para su fabricación o en su defecto los elementos ya prefabricados. Preparar el área donde se instalarán los elementos. Tensar, fijar y/o rigidizar todos y cada uno de los elementos colocados. Retiro de material excedente. Limpieza del área de trabajo.

	Actividad	Malla electrosoldada
	Factor de impacto	Suelo
	Indicador	Contaminación
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto indirecto. La presencia de personal puede generar residuos sólidos urbanos que si no son manejados correctamente podrían generar acumulación de desechos y con esto, contaminación del suelo.
Reversibilidad del impacto	A CORTO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	



	Actividad	Malla electrosoldada
	Factor de impacto	Socioeconómico
	Indicador	Empleo
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Se generarán empleos entre los habitantes de la zona. Lo que deriva en un bienestar social y económico en la región.
Reversibilidad del impacto	NO APLICA	
Medida de mitigación	NO APLICA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

	Actividad	Malla electrosoldada
	Factor de impacto	Socioeconómico
	Indicador	Requerimiento de servicios e infraestructura
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Esta actividad requiere servicios y materiales más especializados, por lo que se obtendrán de los poblados o ciudades cercanas.
Reversibilidad del impacto	NO APLICA	
Medida de mitigación	NO APLICA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

V.3.2.12. Obra eléctrica

En la parte de obra eléctrica se incluirán algunas actividades que estarán en paralelo con otras actividades de obra civil, las cuales tendrán que ser coordinadas para su ejecución debido a los permisos y libranzas autorizadas.

Para iniciar con las actividades de obra eléctrica se requiere de los planos, procedimientos constructivos, material y permisos de trabajo de acuerdo al área en que se vaya a desarrollar, es decir tener en obra el material, personal y herramienta necesaria así como el que todos tengan su ropa de trabajo y equipo de seguridad e higiene, como pueden ser cascos, botas de trabajo, guantes, lentes así mismo el vehículo que traslade al personal a su área de trabajo junto con los materiales a emplear. Los temas contemplados en la obra eléctrica son el montaje de las estructuras y buses, montaje de los interruptores de potencia, Transformadores de potencia, Transformadores de instrumentos, las cuchillas de potencia, Tablero de Media tensión, tableros de protección, control y medición, tableros de servicios propios, accesorios para sistema de tierras, luminarias a prueba de explosión y fluorescentes, tubería conduit subterránea y aérea, accesorios eléctricos (condulets, contactos, apagadores, tuercas unión, coples flexibles, compuesto sellador, interruptores



termo magnéticos), instalación de cables, tapetes dieléctricos, soportes para cables, charolas, sistema de tierras, tendido de cables, sistema contra-incendio, etc.

	Actividad	Obra eléctrica
	Factor de impacto	Atmósfera
	Indicador	Emisiones
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. El uso de vehículos, equipo y maquinaria provocará emisiones de gases a la atmósfera.
Reversibilidad del impacto	A CORTO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

	Actividad	Obra eléctrica
	Factor de impacto	Atmósfera
	Indicador	Niveles de ruido
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Producido por el uso de equipo y maquinaria durante el montaje de estructuras, instalación de sistema de tierras, etc.
Reversibilidad del impacto	A CORTO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	



	Actividad	Obra eléctrica
	Factor de impacto	Suelo
	Indicador	Contaminación
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto indirecto. Durante el uso de maquinaria, equipo y vehículo pueden generar derrames de aceites o disponerse de material contaminado luego de mantenimiento de urgencia que debe ser manejado adecuadamente para no contaminar el suelo.
Reversibilidad del impacto	A CORTO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

	Actividad	Obra eléctrica
	Factor de impacto	Paisaje
	Indicador	Impacto visual
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Al incorporar elementos antrópicos en el espectro visual del paisaje.
Reversibilidad del impacto	A LARGO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

	Actividad	Obra eléctrica
	Factor de impacto	Socioeconómico
	Indicador	Empleo
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Se generarán empleos entre los habitantes de la zona. Lo que deriva en un bienestar social y económico en la región.
Reversibilidad del impacto	NO APLICA	
Medida de mitigación	NO APLICA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	

	Actividad	Obra eléctrica
	Factor de impacto	Socioeconómico
	Indicador	Requerimiento de servicios e infraestructura
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Esta actividad requiere servicios y materiales más especializados, por lo que se obtendrán de los poblados o ciudades cercanas.
Reversibilidad del impacto	NO APLICA	
Medida de mitigación	NO APLICA	
Intensidad del impacto	MÍNIMA	
Significancia del impacto	LEVE	



V.3.3. Etapa de Operación y Mantenimiento

V.3.3.1. Generación de energía solar

El proceso de generación de energía eléctrica es simple, pues este se compone de generadores solares fotovoltaicos que se encargan de la producción de energía eléctrica. Se contará con el inversor de corriente como el encargado de transformar la energía eléctrica de continua a alterna. Se contempla el transformador para la elevación de tensión que permita la conexión del sistema generador con el sistema eléctrico nacional, así como líneas de conducción de energía de un punto a otro.

	Actividad	Generación de energía fotovoltaica
	Factor de impacto	Atmósfera
	Indicador	Emisiones (contaminación)
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	LARGA	Impacto directo. La generación de energías limpias coadyuvará a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Esto produce un impacto significativo en materia de energía y será un impacto importante en el sector ambiental de la región.
Reversibilidad del impacto	LARGO PLAZO	
Medida de mitigación	NO APLICA	
Intensidad del impacto	ALTA	
Significancia del impacto	SIGNIFICATIVO	

	Actividad	Generación de energía fotovoltaica
	Factor de impacto	Paisaje
	Indicador	Calidad de la visibilidad
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	LARGA	Impacto directo. La calidad de la visibilidad se verá afectada de manera significativa, pues el parque solar será visible desde los terrenos aledaños.
Reversibilidad del impacto	LARGO PLAZO	
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA	
Intensidad del impacto	MODERADA	
Significancia del impacto	SIGNIFICATIVO	



		Actividad	Generación de energía fotovoltaica
		Factor de impacto	Paisaje
		Indicador	Impacto visual
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	LARGA	Impacto directo. El parque solar generará un impacto visual significativo pues será visible desde los alrededores.	
Reversibilidad del impacto	LARGO PLAZO		
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD ALTA		
Intensidad del impacto	MODERADA		
Significancia del impacto	SIGNIFICATIVO		

		Actividad	Generación de energía fotovoltaica
		Factor de impacto	Socioeconómico
		Indicador	Empleo
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	LARGA	Impacto directo. La operación del proyecto generará empleos directos e indirectos durante toda su vida útil, que beneficiarán a los habitantes de la región.	
Reversibilidad del impacto	NO APLICA		
Medida de mitigación	NO APLICA		
Intensidad del impacto	MODERADA		
Significancia del impacto	MODERADO		

		Actividad	Generación de energía fotovoltaica
		Factor de impacto	Socioeconómico
		Indicador	Derrama económica
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	LARGA	Impacto directo. La operación del proyecto generará una derrama económica que superará la inversión para su construcción, esto provocará beneficios económicos que se verán reflejados en la región.	
Reversibilidad del impacto	NO APLICA		
Medida de mitigación	NO APLICA		
Intensidad del impacto	ALTA		
Significancia del impacto	SIGNIFICATIVO		

		Actividad	Generación de energía fotovoltaica
		Factor de impacto	Socioeconómico
		Indicador	Requerimiento de servicios e infraestructura
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	LARGA	Impacto directo. La construcción del parque solar representará una contribución importante en cuestión de infraestructura de la región, pues aumentará el uso de energías limpias.	
Reversibilidad del impacto	NO APLICA		
Medida de mitigación	NO APLICA		
Intensidad del impacto	ALTA		
Significancia del impacto	SIGNIFICATIVO		



V.3.3.2. Mantenimiento de los paneles

Se realizará mantenimiento periódicamente, que consiste la limpieza del módulo, inspección del módulo y el control de conexiones y cableado.

		Actividad	Mantenimiento de los paneles
		Factor de impacto	Suelo
		Indicador	Contaminación
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	CORTA	Impacto directo. La presencia de personal puede generar residuos sólidos urbanos que si no son manejados correctamente podrían generar acumulación de desechos y con esto, contaminación del suelo. También, se podrían generar derrames de sustancias que se utilicen durante el mantenimiento, que podrían contaminar el suelo.	
Reversibilidad del impacto	LARGO PLAZO		
Medida de mitigación	FACTIBILIDAD MEDIA		
Intensidad del impacto	MODERADA		
Significancia del impacto	MODERADO		

		Actividad	Mantenimiento de los paneles
		Factor de impacto	Socioeconómico
		Indicador	Empleo
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	CORTA	Impacto directo. Se generarán empleos para los posibles contratistas que brinden mantenimiento. Lo que deriva en un bienestar social y económico en la región.	
Reversibilidad del impacto	NO APLICA		
Medida de mitigación	NO APLICA		
Intensidad del impacto	MODERADA		
Significancia del impacto	MODERADO		

		Actividad	Mantenimiento de los paneles
		Factor de impacto	Socioeconómico
		Indicador	Requerimiento de servicios e infraestructura
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	CORTA	Impacto directo. Esta actividad requiere servicios y materiales más especializados, por lo que se obtendrán de los poblados o ciudades cercanas.	
Reversibilidad del impacto	NO APLICA		
Medida de mitigación	NO APLICA		
Intensidad del impacto	MODERADA		
Significancia del impacto	MODERADO		



V.3.4. Etapa de Cierre y Abandono

V.3.4.1. Desmantelamiento

La vida útil del proyecto será de 30 años. Una vez terminada la vida útil del mismo se procederá a llevar a cabo el desmantelamiento y abandono de las instalaciones.

		Actividad	Desmantelamiento
		Factor de impacto	Atmósfera
		Indicador	Emisiones
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. El uso de vehículos, equipo y maquinaria para las actividades de desmantelamiento provocará emisiones de gases a la atmósfera.	
Reversibilidad del impacto	CORTO PLAZO		
Medida de mitigación	BAJA		
Intensidad del impacto	MÍNIMA		
Significancia del impacto	LEVE		

		Actividad	Desmantelamiento
		Factor de impacto	Atmósfera
		Indicador	Niveles de ruido
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto indirecto. El uso de vehículos, equipo y maquinaria generará altos niveles de ruido.	
Reversibilidad del impacto	CORTO PLAZO		
Medida de mitigación	BAJA		
Intensidad del impacto	MÍNIMA		
Significancia del impacto	LEVE		

		Actividad	Desmantelamiento
		Factor de impacto	Atmósfera
		Indicador	Partículas
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Las actividades de desmantelamiento generarán dispersión de partículas de materiales orgánicos y polvo.	
Reversibilidad del impacto	CORTO PLAZO		
Medida de mitigación	BAJA		
Intensidad del impacto	MÍNIMA		
Significancia del impacto	LEVE		



		Actividad	Desmantelamiento
		Factor de impacto	Hidrología
		Indicador	Infiltración
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Al generarse montículos de material puede impedir la infiltración de manera temporal.	
Reversibilidad del impacto	CORTO PLAZO		
Medida de mitigación	ALTA		
Intensidad del impacto	MÍNIMA		
Significancia del impacto	LEVE		

		Actividad	Desmantelamiento
		Factor de impacto	Suelo
		Indicador	Características físicas y químicas
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Por la demolición de edificaciones, el retiro de estructuras y el movimiento podría llegar a afectar las características físicas del suelo. También por los posibles derrames de sustancias por el movimiento de maquinaria.	
Reversibilidad del impacto	CORTO PLAZO		
Medida de mitigación	ALTA		
Intensidad del impacto	MÍNIMA		
Significancia del impacto	LEVE		

		Actividad	Desmantelamiento
		Factor de impacto	Suelo
		Indicador	Riesgo de erosión
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Con el movimiento de maquinaria, equipo y vehículos podría llegar a provocar la compactación del suelo y por lo tanto ser susceptible de erosión.	
Reversibilidad del impacto	CORTO PLAZO		
Medida de mitigación	MEDIA		
Intensidad del impacto	MÍNIMA		
Significancia del impacto	LEVE		



		Actividad	Desmantelamiento
		Factor de impacto	Suelo
		Indicador	Contaminación
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. La disposición inadecuada de residuos, el derrame de sustancias o la mala gestión de la disposición de escombros podría provocar contaminación.	
Reversibilidad del impacto	MEDIANO PLAZO		
Medida de mitigación	MEDIA		
Intensidad del impacto	MÍNIMA		
Significancia del impacto	LEVE		

		Actividad	Desmantelamiento
		Factor de impacto	Paisaje
		Indicador	Calidad de la visibilidad
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Se minimizará la afectación a la calidad del paisaje porque se desmontarán los paneles y obras auxiliares.	
Reversibilidad del impacto	NO APLICA		
Medida de mitigación	NO APLICA		
Intensidad del impacto	ALTA		
Significancia del impacto	SIGNIFICATIVO		

		Actividad	Desmantelamiento
		Factor de impacto	Paisaje
		Indicador	Impacto visual
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Al desmantelar la infraestructura se dejará de percibir en área aledañas.	
Reversibilidad del impacto	NO APLICA		
Medida de mitigación	NO APLICA		
Intensidad del impacto	ALTA		
Significancia del impacto	SIGNIFICATIVO		

		Actividad	Desmantelamiento
		Factor de impacto	Fauna
		Indicador	Presencia
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. La presencia de personal y vehículos pudiera generar ahuyentamiento y alteración en el comportamiento de la fauna al invadir su hábitat.	
Reversibilidad del impacto	CORTO PLAZO		
Medida de mitigación	ALTA		
Intensidad del impacto	MÍNIMA		
Significancia del impacto	LEVE		



		Actividad	Desmantelamiento
		Factor de impacto	Fauna
		Indicador	Especies de interés
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Volverá a ser un espacio seguro para las especies de interés.	
Reversibilidad del impacto	NO APLICA		
Medida de mitigación	NO APLICA		
Intensidad del impacto	MODERADA		
Significancia del impacto	MODERADO		

		Actividad	Desmantelamiento
		Factor de impacto	Socioeconómico
		Indicador	Empleo
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto indirecto. Se generarán empleos para operar la maquinaria que se utilizará en el desmantelamiento.	
Reversibilidad del impacto	CORTO		
Medida de mitigación	NO APLICA		
Intensidad del impacto	MODERADA		
Significancia del impacto	MODERADO		

		Actividad	Desmantelamiento
		Factor de impacto	Socioeconómico
		Indicador	Requerimiento de servicios e infraestructura
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto indirecto. Se generarán empleos indirectos de negocios que brindan servicios de alimentación, vivienda y transporte entre otros.	
Reversibilidad del impacto	CORTO		
Medida de mitigación	NO APLICA		
Intensidad del impacto	MODERADA		
Significancia del impacto	MODERADO		



V.3.4.2. Restauración del sitio

Una vez terminada la vida útil del mismo se procederá a llevar a cabo el desmantelamiento y abandono de las instalaciones. Se propone regresar al suelo orgánico una textura y porosidad de manera mecánica (Subsuelo y discado), seguidamente realizar actividades de conservación de suelos y captación de agua de precipitación pluvial, como es la siembra de pasto y la elaboración de terrazas individuales, estas últimas también para realizar la reforestación en cada una de las terrazas.

		Actividad	Restauración del sitio
		Factor de impacto	Suelo
		Indicador	Características físicas y químicas
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Con las actividades de subsuelo y discado se irá restableciendo y regenerándose las características físicas y químicas.	
Reversibilidad del impacto	LARGO PLAZO		
Medida de mitigación	NO APLICA		
Intensidad del impacto	ALTA		
Significancia del impacto	SIGNIFICATIVO		

		Actividad	Restauración del sitio
		Factor de impacto	Hidrología
		Indicador	Infiltración
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Con la siembra de pasto y reforestación de planta se mejorará la capacidad de infiltración.	
Reversibilidad del impacto	NO APLICA		
Medida de mitigación	NO APLICA		
Intensidad del impacto	MODERADA		
Significancia del impacto	MODERADO		



	Actividad	Restauración del sitio
	Factor de impacto	Vegetación
	Indicador	Cobertura
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Al revegetar y reforestar con especies nativas en las áreas afectadas se dará la oportunidad para la sucesión ecológica y se restablezca la cobertura vegetal.
Reversibilidad del impacto	LARGO PLAZO	
Medida de mitigación	NO APLICA	
Intensidad del impacto	ALTA	
Significancia del impacto	SIGNIFICATIVO	

	Actividad	Restauración del sitio
	Factor de impacto	Vegetación
	Indicador	Índices de diversidad
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto indirecto. Al revegetar y reforestar con especies nativas se promoverá la propagación de la diversidad de especies.
Reversibilidad del impacto	LARGO PLAZO	
Medida de mitigación	NO APLICA	
Intensidad del impacto	ALTA	
Significancia del impacto	SIGNIFICATIVO	

	Actividad	Restauración del sitio
	Factor de impacto	Fauna
	Indicador	Hábitat
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Al revegetar y reforestar con especies se favorece las condiciones para restablecer el hábitat de las especies de fauna.
Reversibilidad del impacto	LARGO PLAZO	
Medida de mitigación	NO APLICA	
Intensidad del impacto	ALTA	
Significancia del impacto	SIGNIFICATIVO	

	Actividad	Restauración del sitio
	Factor de impacto	Fauna
	Indicador	Presencia
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Restableciendo el hábitat se propicia el establecimiento de especies faunísticas.
Reversibilidad del impacto	LARGO PLAZO	
Medida de mitigación	NO APLICA	
Intensidad del impacto	ALTA	
Significancia del impacto	SIGNIFICATIVO	



		Actividad	Restauración del sitio
		Factor de impacto	Socioeconómico
		Indicador	Empleo
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Generación de empleos por las actividades de restauración.	
Reversibilidad del impacto	CORTO PLAZO		
Medida de mitigación	NO APLICA		
Intensidad del impacto	MODERADA		
Significancia del impacto	MODERADO		

		Actividad	Restauración del sitio
		Factor de impacto	Socioeconómico
		Indicador	Requerimientos de servicios e infraestructura
Criterio	Clasificación	Descripción del impacto	
Duración de la acción	MEDIANA	Impacto directo. Se generarán empleos indirectos de negocios que brindan servicios de alimentación, vivienda y transporte entre otros.	
Reversibilidad del impacto	CORTO PLAZO		
Medida de mitigación	NO APLICA		
Intensidad del impacto	MODERADA		
Significancia del impacto	MODERADO		

V.4. Valoración cuantitativa de los impactos

Para realizar una valoración cuantitativa de los impactos se establece una matriz de doble entrada (**Tabla V.7**), colocando los componentes del proyecto en forma vertical (Eje X) y en forma horizontal (Eje Y) los factores ambientales, dejando un espacio en ambos sentidos para realizar las sumatorias, considerando los puntos positivos menos los negativos. Se presentan las matrices de Gull por cada etapa del proyecto.

Tabla V.7 Matriz de evaluación de impactos.

Componente	Atmósfera		Hidrología		Suelo		Paisaje		Vegetación		Fauna		Socioeconómico		TOTAL
	Factor ambiental	Factor ambiental	Factor ambiental	Factor ambiental	Factor ambiental	Factor ambiental	Factor ambiental	Factor ambiental	Factor ambiental	Factor ambiental	Factor ambiental	Factor ambiental	Factor ambiental		
Etapa del proyecto															
Componente del proyecto															0
Componente del proyecto															0
Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**V.4.1. Etapa de Preparación del Sitio**

Componente	Suelo		Vegetación			Fauna			Socioeconómico		TOTAL
	Riesgo de erosión	Contaminación	Cobertura	Índices de diversidad	Especies de interés	Presencia	Hábitat	Especies de interés	Empleo	Derrama económica	
Etapa de Preparación del sitio											
Delimitación del área del proyecto	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	-1
Rescate y reubicación de fauna	0	0	0	0	0	+3	-1	+3	+1	+1	+7
Rescate y reubicación de flora	-1	-1	-1	+2	+3	-1	0	0	+1	0	+2
TOTAL	-1	-1	-1	+2	+3	+1	-1	+3	+2	+1	+8

La delimitación del área del proyecto no representa casi ningún impacto, debido a que para realizarla el personal circulará en vehículos por caminos ya establecidos y para delimitar las áreas el trabajo se realizará a pie. El único impacto negativo será el ahuyentamiento de fauna por la presencia humana, sin embargo, este impacto se neutraliza pues es necesario desplazar a la fauna fuera de las áreas donde se ejecutará el proyecto, para evitar afectarla.

Al ejecutar el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre, en el caso de encontrar alguna especie que se encuentre enlistada con alguna categoría de riesgo en la NOM-059- SEMARNAT-2010, aquellas que tengan dificultad para desplazarse o para reproducirse, serán removidas del área del proyecto y trasladadas a sitios que cuenten con las condiciones similares a las que fueron encontrados, para que continúen su desarrollo. De modo que se tendrá un impacto positivo al permitir la continuidad de estas especies y de esta manera preservar la biodiversidad del sistema ambiental regional.

También, la generación de empleos que producirán estas actividades tiene un impacto positivo, de manera que se contribuye al bienestar social y económico de la región.



V.4.2. Etapa de Construcción

Componente	Atmósfera		Hidrología			Suelo			Paisaje		Vegetación			Fauna		Socioeconómico			TOTAL	
	Emisiones (contaminación)	Partículas	Niveles de ruido	Calidad del agua	Modificación de cauces	Infiltración	Características F y Q	Riesgo de erosión	Contaminación	Calidad de la visibilidad	Impacto visual	Cobertura	Índices de diversidad	Especies de interés	Presencia	Hábitat	Empleo	Derrama económica		Servicios e infraestructura
Desmante	-1	-1	-2	-2	0	-1	0	-2	-1	-2	-2	-2	-2	-1	-1	-2	1	0	0	-21
Red de caminos internos y entronques	-1	-1	-1	-1	0	-1	0	-1	-1	0	-1	0	0	0	-1	0	1	0	2	-6
Excavaciones	-1	-1	-1	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	-4
Carga y acarreo de materiales	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	-1
Relleno y compactado	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	-3
Habilitado de cimbra	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
Plantillas de concreto y concreto de F'c=210Kg/cm ²	0	0	0	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Juntas constructivas	0	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Instalaciones hidráulicas y sanitarias temporales	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
Malla electrosoldada	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
Obra eléctrica	-1	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0	0	1	0	1	-2
TOTAL	-6	-5	-8	-3	-2	-5	-1	-3	-7	-2	-4	-2	-2	-1	-2	-2	11	0	10	-34

El desmante representa una de las actividades que provocarán impactos de mayor magnitud y con mayor número de componentes ambientales afectados. La maquinaria, vehículos y equipo que se utilicen para estas actividades impactará en el componente atmosférico por el ruido que produzcan, así como por el levantamiento de polvos y las emisiones de gases producto de los motores de éstos.



Esta actividad, además, deja al descubierto el suelo facilitando la erosión, provoca una pérdida en la cantidad de infiltración y un aumento en la cantidad de escurrimientos superficiales. Cabe aclarar que el desmonte se llevará a cabo después de terminada la ejecución de los Programas de rescate y reubicación de flora y fauna. Se tienen planeadas acciones para mitigar el impacto ocasionado.

El establecimiento de la red de caminos internos y entronques generará emisiones y partículas provocado por el tránsito de vehículos necesarios para la construcción del parque.

Todas estas actividades han de afectar de manera moderada el hábitat de la fauna, pues se modificará el lugar en el que viven ya sea que encuentren cerca o dentro del área de construcción, además de perturbarla con la presencia de vehículos y personas dentro del área del proyecto, modificando la interacción de los elementos del ecosistema.

V.4.3. Etapa de Operación y Mantenimiento

Componente	Atmósfera	Hidrología	Suelo	Paisaje		Socioeconómico			Total
	Emisiones (contaminación)	Calidad del agua	Contaminación	Impacto visual	Calidad de la visibilidad	Empleo	Derrama económica	Servicios e infraestructura	
Generación de energía solar	3	-2	0	-2	-2	2	3	3	5
Mantenimiento de los paneles	0	0	-2	0	0	2	0	2	2
TOTAL	3	-2	-2	-2	-2	4	3	5	7

En esta etapa del proyecto observamos que durante la operación del proyecto los impactos que se pueden llegar a producir son por los residuos sólidos urbanos que se generen por la presencia del personal o los derrames de sustancias. Y también por la afectación al espectro visual del paisaje con el parque solar instalado. Los impactos significativos positivos serán los que se verán más reflejados en la operación ya que en este momento será donde se genere la energía y con esto se podrá disminuir las emisiones de CO₂.



V.4.4. Cierre y abandono

Componente	Atmosfera		Hidrología	Suelo			Paisaje		Vegetación			Fauna				Socioeconómico		TOTAL	
	Emissiones (Contaminantes)	Partículas		Niveles de ruido	Infiltración	Características F y Q	Riesgo de erosión	Contaminación	Calidad de la visibilidad visual	Impacto visual	Cobertura	índices de diversidad	Especies de interés	Presencia	Hábitat	Rutas migratorias	Especies de interés		Empleo
Etapa de cierre y abandono																			
Desmantelamiento del Parque solar	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	2	2	0	0	0	-1	0	2	2	2	2	4
Restauración del sitio	0	0	0	2	3	0	0	0	0	3	3	0	3	3	0	0	2	2	21
TOTAL	-1	-1	-1	1	2	-1	-1	2	2	3	3	0	2	3	2	2	4	4	25

Se producirán emisiones de gases debido a los vehículos y maquinaria que circulen en el proyecto para el desmantelamiento de los elementos del parque solar, mismos que generarán niveles de ruido.

El desmantelamiento de la infraestructura puede influir en la infiltración de agua, pues al demoler las edificaciones se juntarán montículos de material que impidan la infiltración de manera temporal. Así mismo, el movimiento de maquinaria, equipo y vehículos podría provocar la compactación del suelo en caso de que se haga de manera no controlada, que podría afectar a las características físicas del suelo.

Las características físicas del suelo podrían verse afectadas por la demolición de edificaciones, el retiro de estructuras y el movimiento de maquinaria mientras que las características químicas podrían verse afectadas en caso de que ocurriera un derrame de sustancias. Por otra parte, el movimiento de materiales tendría como consecuencia suelo desnudo, que es susceptible de erosión. La disposición inadecuada de residuos, el derrame de sustancias o la mala gestión de la disposición de escombros podría provocar contaminación.

La actividad de restauración, por su parte, supondrá un impacto positivo debido a que las actividades de restauración mejorarán la calidad del aire, disminuirán la cantidad de fuentes de emisiones fijas y móviles del proyecto y reducirán los niveles de ruido.



A su vez, influirá positivamente en la calidad del agua y la infiltración debido a que, sin la presencia de los componentes del proyecto, se reducirá drásticamente la posibilidad de que se contamine el agua y con la actividad de reforestación mejorará la capacidad de captación del agua.

El suelo se verá beneficiado con las actividades de restauración, debido a que la revegetación y reforestación favorecerá a la recuperación de sus características físicas y químicas originales. Además, las actividades de esta etapa prevendrán la erosión del suelo. En caso de encontrarse sitios que cuenten con suelos contaminados, se realizarán actividades de remediación.

Las acciones positivas tienen una importante contribución debido a que el proyecto no implica grandes instalaciones de difícil desmontaje. En cuanto a la actividad económica, se verá compensada por la generación de puestos de trabajo durante la etapa de abandono.

V.5. Análisis total de impactos

Se analizan la totalidad de impactos por componente del proyecto, se señala el número de impactos y el porcentaje de ellos, de manera que se tenga una idea clara de cuáles son los efectos ambientales del proyecto. Cabe mencionar que se consideran los impactos en las distintas etapas del proyecto.

V.5.1. Preparación del sitio

Derivado de la matriz de evaluación de impacto, para la etapa de preparación del sitio, resultó un impacto negativo leve del 20%, procedente principalmente del desplazamiento de fauna y la remoción de especies de flora que genera efectos como erosión en pequeños espacios. Se considera un impacto positivo total de 23% derivado del beneficio al bienestar social y económico que se generara en las comunidades cercanas y el rescate y reubicación de las especies de flora y fauna silvestres. Finalmente, el 57% se considera sin impactos.



Nivel de impacto	Número	Porcentaje
Significativo negativo (-3)	0	0%
Moderado negativo (-2)	0	0%
Leve negativo (-1)	6	20%
Sin impacto (0)	17	57%
Leve positivo (+1)	3	10%
Moderado positivo (+2)	1	3%
Significativo positivo (+3)	3	10%
TOTAL	30	100%

V.5.2. Construcción

Derivado de la matriz de evaluación de impacto, para la etapa de construcción, resultó un impacto negativo total del 23% causa de las actividades que se realizarán en la construcción del parque solar, principalmente por el desmonte. Se considera un impacto positivo total del 68% derivado del beneficio al bienestar social y económico que se generara en las comunidades cercanas y finalmente, el 9% se considera sin impactos.

Nivel de impacto	Número	Porcentaje
Significativo negativo (-3)	0	0%
Moderado negativo (-2)	8	4%
Leve negativo (-1)	39	19%
Sin impacto (0)	19	9%
Leve positivo (+1)	141	68%
Moderado positivo (+2)	1	0%
Significativo positivo (+3)	0	0%
TOTAL	142	100

V.5.3. Operación y mantenimiento

Derivado de la matriz de evaluación de impacto, para la operación y mantenimiento, resultó un impacto moderado negativo de 25%, a causa principalmente del impacto visual. El 38% de los impactos son positivos, derivado del beneficio al bienestar social, económico y de infraestructura que se generara en las comunidades cercanas y finalmente, el 38% se considera sin impactos.



Nivel de impacto	Número	Porcentaje
Significativo negativo (-3)	0	0%
Moderado negativo (-2)	4	25%
Leve negativo (-1)	0	0%
Sin impacto (0)	6	38%
Leve positivo (+2)	0	0%
Moderado positivo (+2)	3	19%
Significativo positivo (+3)	3	19%
TOTAL	16	100%

V.5.4. Cierre y abandono

Derivado de la matriz de evaluación de impacto, para cierre y abandono, resulto un impacto positivo total de 39 %, esto es por las actividades de restauración que propician que las condiciones del entorno se vayan restableciendo a lo que originalmente existía. En cambio, resulta en 22% de impactos negativos leves por las acciones que se llevarán a cabo para desmantelar la infraestructura del parque solar.

Nivel de impacto	Número	Porcentaje
Significativo (-)	0	0%
Moderado (-)	0	0%
Leve (-)	8	22%
No impacto	14	39%
Leve (+)	0	0%
Moderado	9	25%
Significativo	5	14%
TOTAL	36	100%



V.6. Impactos residuales.

El artículo 3°, fracción X del Reglamento en materia de Impacto Ambiental de la LGEEPA (DOF, 2000) define como Impacto ambiental residual a aquel que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación. En la siguiente tabla se enlistan los impactos residuales identificados para el proyecto “Los Santos Solar II”.

Componente	Factor	Descripción del impacto	Etapas	Medida de mitigación	Razón por la que se considera impacto residual
Atmósfera	Emisiones	El uso de vehículos, equipo y maquinaria para las actividades provocará emisiones de gases a la atmósfera.	Todas las etapas	Curso de inducción de seguridad y medio ambiente a todo el personal del promovente o contratistas que ingresen al área del proyecto Mantenimiento constante de los vehículos	Los vehículos producen gases de efecto invernadero siempre que transiten, a pesar de tener su debido mantenimiento
Hidrología	Modificación de cauces	Algunos trazos del proyecto cruzan flujos intermitentes de agua, al momento de llevar a cabo el despalme	Construcción	Encausamiento de escorrentías	Los cruces se verán afectados, pues las condiciones para la circulación del flujo del agua no serán las mismas
Suelo	Características F y Q	La cimentación cambiará las características físicas y químicas del suelo	Construcción	Restauración del sitio al final de vida útil	Después de la compactación, el suelo no podrá volver a su estado natural, o tardará mucho tiempo para hacerlo
Vegetación	Cobertura	Pérdida de la cobertura vegetal	Preparación del sitio	Revegetación y reforestación al término de la vida útil del proyecto	Pese a que se llevará a cabo la revegetación, la cobertura de vegetación no se reestablecerá a su valor original



Componente	Factor	Descripción del impacto	Etapas	Medida de mitigación	Razón por la que se considera impacto residual
	Índices de diversidad	Disminución en la abundancia, que cambiará los parámetros de la diversidad de vegetación	Preparación del sitio	Revegetación y reforestación al término de la vida útil del proyecto	La revegetación que se llevará a cabo no podrá restablecer los valores de diversidad, riqueza y abundancia que se encontraban originalmente en el sitio
Fauna	Presencia	La presencia de la actividad antropogénica que constituirá la construcción y operación del parque solar provocará el ahuyentamiento de la fauna hacia otras zonas del sistema ambiental y puede provocar alteraciones en su comportamiento al invadir su hábitat	Todas las etapas	Programa de rescate y reubicación de fauna	El desplazamiento de fauna ocurre todo el tiempo, pese a esto, la presencia y abundancia de fauna en el sitio no será la misma
	Hábitat	Se deben ahuyentar y en su caso extraer todos los individuos presentes en el área del proyecto y posteriormente destruir sus nidos, madrigueras u otros tipos de hábitat para evitar que regresen	Todas las etapas	Programa de rescate y reubicación de fauna	Los sitios que ocupará el proyecto no podrán volver a ser utilizados como hábitat para las especies de la zona



V.7. Impactos Acumulativos.

De igual manera, el artículo 3º, fracción VII del Reglamento en materia de Impacto Ambiental de la LGEEPA (DOF, 2000) define el 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. En la siguiente tabla se enlistan los impactos acumulativos identificados para el proyecto “Los Santos Solar II”.

Componente	Impacto	Otras actividades que se desarrollan en la zona y/o en el SAR				Los Santos Solar II
		Agricultura	Ganadería	Asentamientos humanos	Otros proyectos solares	
Atmósfera	Emisiones (contaminantes)		X	X		X
	Partículas	X	X			X
Hidrología	Infiltración	X	X	X	X	X
	Modificación de cauces	X	X	X	X	X
Suelo	Características físicas y químicas	X	X	X	X	X
	Erosión	X	X	X	X	X
Paisaje	Impacto visual	X	X	X	X	X
Vegetación	Pérdida de la cobertura vegetal	X	X	X	X	X
	Índices de diversidad	X	X	X	X	X



Componente	Impacto	Otras actividades que se desarrollan en la zona y/o en el SAR				Los Santos Solar II
		Agricultura	Ganadería	Asentamientos humanos	Otros proyectos solares	
	Afectación de especies de interés	X	X		X	X
Fauna	Presencia	X	X	X	X	X
	Afectación de especies de interés	X	X		X	X



Entre las actividades que se desarrollan en la zona del proyecto y/o dentro del Sistema ambiental regional se encuentran principalmente parcelas de agricultura, terrenos de ganadería, asentamientos humanos y el desarrollo de otros proyectos solares, pues la región tiene mucho potencial para este tipo de generación de energía.

Casi todas estas actividades impactan en igual o mayor medida que el proyecto, las que se consideran más relevantes como impactos acumulativos son la pérdida de suelo pues casi todas las actividades provocan erosión, algunas en mayor medida y algunas no cuentan con medidas de mitigación para compensar la pérdida.

Por otra parte, la pérdida de la cobertura vegetal y el desplazamiento de la fauna también son significativos, ya que las actividades tienen patrones de distribución no controlados y eso genera fragmentación del ecosistema, lo que provoca que los espacios que la flora y fauna utilizan como hábitat se vean reducidos en su calidad y cantidad, afectando en gran medida a la biodiversidad.

Finalmente, la presencia de otros parques solares en la zona genera un gran impacto visual en cuestión de paisaje.

V.8. Conclusiones

La mayoría de los impactos generados por la realización del proyecto son de naturaleza negativa, los impactos positivos son dirigidos en su mayoría al factor social y económico; en las matrices de importancia podemos observar que la mayoría son de importancia leve, sin embargo, las medidas de mitigación ayudaran a reducir considerablemente el impacto por la generación del proyecto. Se detectaron únicamente dos impactos acumulativos, esto debido a que en el área en que se pretende realizar el proyecto se encuentra ya impactada por proyectos anteriores y actividades agropecuarias que han generado impactos similares a los que se ocasionarían con la realización del proyecto.



CAPÍTULO VI

JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO



VI. Justificación técnica, económica y social que motive la autorización excepcional del cambio de uso de suelo

Con la finalidad de dar cumplimiento al artículo 93, párrafo primero, de la Ley General para el Desarrollo Forestal Sustentable que a la letra establece:

ARTICULO 93. La Secretaría autorizará el cambio de uso de 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 cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.

De acuerdo con lo anterior, se entiende que solamente está permitido autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción, cuando se demuestre a través del estudio para cambio de uso de suelo en terrenos forestales, que el proyecto:

- No comprometerá la biodiversidad.
- No generará la erosión del suelo.
- No reducirá la capacidad de captación del agua.
- No alterará la calidad del agua.
- Y que el uso alternativo propuesto sea más productivo a largo plazo.

Es así como en el presente capítulo se desarrolla la justificación técnica y económica y social que atienden los puntos mencionados, con el objetivo de mencionar la factibilidad de la autorización del cambio de uso de suelo.

VI.1 Análisis de la biodiversidad

Flora

Porcentajes de las superficies de la vegetación presente en el área sujeta a CUSTF y SAR

El área sujeta a Cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) representa el 0.83 % en relación con la superficie total del Sistema Ambiental Regional (SAR).

El área sujeta a CUSTF se encuentra inmersa en el tipo de vegetación de Matorral Desértico Micrófilo y representa el 0.87 % con respecto a la superficie que contempla Matorral Desértico Micrófilo para el SAR y la vegetación de pastizal halófilo del CUSTF representa el 1.95% con



respecto a la superficie que contempla el pastizal halófilo del SAR (**Tabla VI.1**), por lo que al aplicar el CUSTF se disminuiría a 9,601.65 ha la superficie de matorral desértico micrófilo existente en la SAR y el pastizal halófilo se disminuiría a 1,801.20 ha la superficie de pastizal halófilo existente en la SAR.

Tabla VI.1 Superficie del área sujeta a CUSTF en relación con el SAR.

Uso de suelo y vegetación	Superficie del SAR (ha)	Superficie del área sujeta a CUSTF (ha)	Porcentaje que representa el CUSTF con respecto al SAR (%)
Matorral Desértico Micrófilo	9,685.572780	83.922892	0.87
Pastizal Halófilo	1,836.943798	35.741073	1.95

Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

De acuerdo con el muestreo realizado en el área sujeta a CUSTF no se registró ninguna especie de flora enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Biodiversidad

La riqueza específica es la forma sencilla de medir la biodiversidad, dado que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas (Moreno, 2001). La riqueza específica que se encontró en el área propuesta para CUSTF y el área muestreada para el SAR (donde se encuentra inmerso el proyecto) indica que el SAR presenta una mayor riqueza en los dos diferentes tipos de vegetación matorral desértico micrófilo y pastizal halófilo, como se puede apreciar a continuación:

Tabla VI.2 Número de especies registradas en matorral desértico micrófilo tanto para la SAR como para el área sujeta a CUSTF.

FORMA DE CRECIMIENTO	RIQUEZA DE ESPECIES DE MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	
	CUSTF	SAR
Arbustivo	9	15
Arbóreo	0	0
Herbáceo	15	7
Suculentas	5	3
Total	29	25

Como se puede observar en la **Tabla VI.2** dentro del CUSTF se registró mayor riqueza de especies tanto para el estrato herbáceo como para el arbustivo de en el matorral desértico micrófilo.



Tabla VI.3 Número de especies registradas en pastizal halófilo tanto para el SAR como para el área sujeta a CUSTF.

FORMA DE CRECIMIENTO	RIQUEZA DE ESPECIES DE PASTIZAL HALÓFILO	
	CUSTF	SAR
Arbustivo	2	12
Arbóreo	1	2
Herbáceo	4	11
Suculentas	5	3
Total	12	28

Como se puede observar en la **Tabla VI.3** dentro del SAR se registró mayor riqueza de especies tanto para el estrato arbustivo como para el herbáceo de pastizal halófilo de manera que la riqueza específica del SAR es mayor que el área sujeta a CUSTF.

Por lo anterior expuesto la riqueza de especies no se verá afectada.

Tabla VI.4 Especies registradas por tipo de vegetación en el SAR y en el área sujeta a CUSTF.

Listado de especies de vegetación						
No.	Nombre científico	Categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Registrada en			
			SAR		CUSTF	
			MDM	PH	MDM	PH
Arbóreo						
1	<i>Prosopis glandulosa</i>	S/C		*		*
2	<i>Rhus microphylla</i>	S/C		*		
Arbustivo						
3	<i>Aloysia gratissima</i>	S/C		*		
4	<i>Aloysia wrightii</i>	S/C	*	*		
5	<i>Condalia ericoides</i>	S/C	*		*	
6	<i>Dalea formosa</i>	S/C			*	
7	<i>Ephedra trifurca</i>	S/C	*	*	*	
8	<i>Flourensia cernua</i>	S/C	*	*	*	
9	<i>Fouquieria splendens</i>	S/C	*			
10	<i>Koeberlinia spinosa</i>	S/C		*		
12	<i>Krameria lanceolata</i>	S/C	*	*	*	
13	<i>Larrea tridentata</i>	S/C	*	*	*	
14	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	S/C	*	*		
15	<i>Parthenium incanum</i>	S/C	*			
16	<i>Prosopis glandulosa</i>	S/C	*	*	*	*
17	<i>Rhus microphylla</i>	S/C	*	*		
18	<i>Senna wislizeni</i>	S/C	*	*	*	
19	<i>Tecoma stans</i>	S/C	*			
20	<i>Vachellia constricta</i>	S/C	*	*	*	*



Listado de especies de vegetación						
No.	Nombre científico	Categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Registrada en			
			SAR		CUSTF	
			MDM	PH	MDM	PH
21	<i>Ziziphus obtusifolia</i>	S/C	*			
Suculentas						
22	<i>Coryphantha macromeris</i>	S/C			*	
23	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	S/C	*	*	*	*
24	<i>Coryphantha robustispina</i>	S/C	*			
25	<i>Opuntia chlorotica</i>	S/C	*			
26	<i>Opuntia macrocentra</i>	S/C		*	*	*
27	<i>Opuntia orbiculata</i>	S/C				*
28	<i>Opuntia phaeacantha</i>	S/C		*		
29	<i>Opuntia polyacantha</i>	S/C			*	*
30	<i>Opuntia pottsii</i>	S/C				*
31	<i>Yucca elata</i>	S/C			*	
Herbáceo						
32	<i>Ambrosia psilostachya</i>	S/C			*	
33	<i>Aristida adscensionis</i>	S/C				*
34	<i>Aristida divaricata</i>	S/C		*	*	
35	<i>Bothriochloa barbinodis</i>	S/C		*		
36	<i>Bouteloua curtipendula</i>	S/C		*		
37	<i>Bouteloua gracilis</i>	S/C		*	*	*
38	<i>Conyza canadensis</i>	S/C			*	
39	<i>Cryptantha micrantha</i>	S/C			*	
40	<i>Dalea wislizeni</i>	S/C	*			
41	<i>Dasyochloa pulchella</i>	S/C	*	*	*	
42	<i>Enneapogon desvauxii</i>	S/C			*	
43	<i>Eriogonum wrightii</i>	S/C			*	
44	<i>Evolvulus alsinoides</i>	S/C		*		
45	<i>Heteropogon contortus</i>	S/C	*			
46	<i>Hibiscus denudatus</i>	S/C		*		
47	<i>Hilaria mutica</i>	S/C	*	*	*	*
48	<i>Jatropha macrorhiza</i>	S/C			*	
49	<i>Lasthenia gracilis</i>	S/C				*
50	<i>Melinis repens</i>	S/C		*		
51	<i>Phemeranthus aurantiacus</i>	S/C	*			
52	<i>Portulaca pilosa</i>	S/C			*	
53	<i>Salsola kali</i>	S/C			*	
54	<i>Senna bahinioides</i>	S/C	*	*		
55	<i>Sida abutifolia</i>	S/C	*		*	
56	<i>Sporobolus airoides</i>	S/C			*	



Listado de especies de vegetación						
No.	Nombre científico	Categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Registrada en			
			SAR		CUSTF	
			MDM	PH	MDM	PH
57	<i>Thymophylla pentachaeta</i>	S/C		*		
58	<i>Tribulus terrestris</i>	S/C			*	

Como se puede observar en la **Tabla VI.4**, no se encontraron especies con estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Índices de biodiversidad

Para el análisis comparativo de biodiversidad de la flora en el área sujeta a CUSTF y el SAR se consideró usar los valores obtenidos del cálculo del índice de Shannon puesto que este índice manifiesta la heterogeneidad de una comunidad con base al número de especies presentes y su abundancia relativa (Castellanos, y otros, 2008). En la **Tabla VI.5** se presenta los resultados obtenidos para este índice:

Tabla VI.5 Índice de Shannon-Wiener y en el área de CUSTF y SAR.

Estrato	Índice de Shannon			
	SAR		CUSTF	
	MDM	PH	MDM	PH
Arbóreo	-	0.5916	-	-
Arbustivo	2.7639	2.212	1.6237	0.54235
Suculentas	1.2958	1.0612	1.8676	2.12193
Herbáceo	1.4018	2.9434	3.3691	0.96156

Estrato arbóreo

Como se puede apreciar en la **Tabla VI.5** el valor del índice de Shannon para la vegetación PH en el SAR el índice representa que en la comunidad arbustiva la diversidad de especies es baja. Para el área sujeta a CUSTF, el índice señala que en MDM la diversidad es considerada de nula, pues no se registraron individuos ni especies en este estrato, al igual que para la vegetación PH, ya que en este únicamente se registraron 9 individuos de una especie, por lo que no aplica un análisis de diversidad.

La mayoría de las especies identificadas en el área sujeta a CUSTF están representadas en el SAR, por lo que no se verán afectadas en biodiversidad al ejecutar el proyecto.



Tabla VI.6 Comparativo de riqueza específica de especies del estrato arbóreo entre el área sujeta a CUSTF y el SAR.

Riqueza específica del estrato arbóreo					
No.	Nombre científico	SAR		CUSTF	
		MDM	PH	MDM	PH
1	<i>Prosopis glandulosa</i>		*		*
2	<i>Rhus microphylla</i>		*		
Subtotal			2		1
Total		2		1	

Tabla VI.7 Comparativo de abundancia absoluta de especies del estrato arbóreo entre el SAR y el área sujeta a CUSTF.

Abundancia absoluta del estrato arbóreo							
SAR				CUSTF			
Nombre científico	Abundancia absoluta		Total	Nombre científico	Abundancia absoluta		Total
	MDM	PH			MDM	PH	
<i>Prosopis glandulosa</i>	0	6	6	<i>Prosopis glandulosa</i>	0	9	9
<i>Rhus microphylla</i>	0	1	1	-	0	0	0
Total	0	7	7	Total	0	9	9

Estrato arbustivo

Para el estrato arbustivo el índice de Shannon en el SAR en la vegetación de MDM representa diversidad normal para esta comunidad; igualmente para la vegetación PH indica diversidad normal de especies. Para el área sujeta a cambio uso de suelo, en ambos tipos de vegetación la diversidad de especies se considera baja.

Tabla VI.8 Comparativo de riqueza específica de especies del estrato arbustivo entre el área sujeta a CUSTF y el SAR.

Riqueza específica del estrato arbustivo					
No.	Nombre científico	SAR		CUSTF	
		MDM	PH	MDM	PH
1	<i>Aloysia gratissima</i>		*		
2	<i>Aloysia wrightii</i>	*	*		
3	<i>Condalia ericoides</i>	*		*	
4	<i>Dalea Formosa</i>			*	
5	<i>Ephedra trifurca</i>	*	*	*	
6	<i>Flourensia cernua</i>	*	*	*	
7	<i>Fouquieria splendens</i>	*			
8	<i>Koeberlinia spinosa</i>		*		
9	<i>Krameria lanceolata</i>	*	*	*	
10	<i>Larrea tridentata</i>	*	*	*	



Riqueza específica del estrato arbustivo					
No.	Nombre científico	SAR		CUSTF	
		MDM	PH	MDM	PH
11	<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	*	*		
12	<i>Parthenium incanum</i>	*			
13	<i>Prosopis glandulosa</i>	*	*	*	*
14	<i>Rhus microphylla</i>	*	*		
15	<i>Senna wislizeni</i>	*	*	*	
16	<i>Tecoma stans</i>	*			
17	<i>Vachellia constricta</i>		*	*	*
18	<i>Vachellia constricta</i>	*			
19	<i>Ziziphus obtusifolia</i>	*			
Subtotal		15	12	9	2
Total		18		9	

En cuanto a la riqueza específica es mayor en el SAR que en el CUSTF. (Tabla VI.9).



Tabla VI.9 Comparativo de abundancia absoluta de especies del estrato arbustivo entre la SAR y el área sujeta a CUSTF.

Abundancia absoluta del estrato arbustivo							
SAR				CUSTF			
Nombre científico	Abundancia absoluta		Total	Nombre científico	Abundancia absoluta		Total
	MDM	PH			MDM	PH	
<i>Aloysia wrightii</i>	32	2	34	<i>Condalia ericoides</i>	1	0	1
<i>Aloysia gratissima</i>	0	1	1	<i>Dalea Formosa</i>	1	0	1
<i>Condalia ericoides</i>	5	0	5	<i>Ephedra trifurca</i>	5	0	5
<i>Ephedra trifurca</i>	38	13	51	<i>Flourensia cernua</i>	72	0	72
<i>Flourensia cernua</i>	54	75	129	<i>Krameria lanceolata</i>	42	0	42
<i>Fouquieria splendens</i>	6	0	6	<i>Larrea tridentata</i>	341	0	341
<i>Koeberlinia spinosa</i>	0	9	9	<i>Senna wislizeni</i>	65	0	65
<i>Krameria lanceolata</i>	11	2	13	<i>Prosopis glandulosa</i>	5	253	258
<i>Larrea tridentata</i>	207	330	537	<i>Vachellia constricta</i>	792	36	828
<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	24	37	61	Total	1,324	289	1,613
<i>Parthenium incanum</i>	3	0	3				
<i>Prosopis glandulosa</i>	1	27	28				
<i>Rhus microphylla</i>	6	13	19				
<i>Senna wislizeni</i>	51	11	62				
<i>Tecoma stans</i>	2	0	2				
<i>Vachellia constricta</i>	43	315	358				
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	7	0	7				
Total	490	835	1,325				

Estrato herbáceo

El índice de Shannon para el estrato herbáceo en el SAR en vegetación de MDM se considera baja mientras que para la vegetación PH señala que la diversidad de especies es normal. En el área sujeta a cambio uso de suelo para el tipo de vegetación PH el índice de Shannon se considera bajo, mientras que para la vegetación MDM se considera alto.

La mayoría de las especies de plantas herbáceas encontradas en el área sujeta a CUSTF están representadas en el SAR. Es posible que estas especies si se encuentren en el SAR, pues son especies que presentan una amplia distribución en México. Cabe mencionar que solo se toma la



muestra de un metro cuadrado por sitio de muestreo, por lo que existe una gran posibilidad de que estén presentes dichas especies en el SAR (**Tabla VI.10**).

Tabla VI.10 Comparativo de riqueza específica de especies del estrato herbáceo entre el área sujeta a CUSTF y el SAR.

Riqueza específica del estrato herbáceo					
No.	Nombre científico	SAR		CUSTF	
		MDM	PH	MDM	PH
1	<i>Ambrosia psyllostachya</i>			*	
2	<i>Aristida adscensionis</i>				*
3	<i>Aristida divaricata</i>			*	
4	<i>Aristida divaricata</i>		*		
5	<i>Bothriochloa barbinodis</i>		*		
6	<i>Bouteloua curtipendula</i>		*		
7	<i>Bouteloua gracilis</i>		*	*	*
8	<i>Conyza canadensis</i>			*	
9	<i>Cryptantha micrantha</i>			*	
10	<i>Dalea wislizeni</i>	*			
11	<i>Dasyochloa pulchella</i>		*	*	
12	<i>Dasyochloa pulchella</i>	*			
13	<i>Enneapogon desvauxii</i>			*	
14	<i>Eriogonum wrightii</i>			*	
15	<i>Evolvulus alsinoides</i>		*		
16	<i>Heteropogon contortus</i>	*			
17	<i>Hibiscus dentatus</i>		*		
18	<i>Hilaria mutica</i>	*	*	*	*
19	<i>Jatropha macrorhiza</i>			*	
20	<i>Lasthenia gracilllis</i>				*
21	<i>Melinis repens</i>		*		
22	<i>Phemeranthus aurantiacus</i>	*			
23	<i>Portulaca pilosa</i>			*	
24	<i>Salsola kali</i>			*	
25	<i>Senna bahuinioides</i>	*	*		
26	<i>Sida abutifolia</i>			*	
27	<i>Sida abutifolia</i>	*			
28	<i>Sporoboulus airoides</i>			*	
29	<i>Thymophylla pentachaeta</i>		*		
30	<i>Tribulus terrestris</i>			*	
Subtotal		7	11	15	4
Total		16		17	



Tabla VI.11 Comparativo de abundancia absoluta de especies del estrato herbáceo entre el SAR y el área sujeta a CUSTF.

Abundancia absoluta del estrato herbáceo							
SAR				CUSTF			
Nombre científico	Abundancia absoluta		Total	Nombre científico	Abundancia absoluta		Total
	MDM	PH			MDM	PH	
<i>Dalea wislizeni</i>	1	0	1	<i>Aristida adscensionis</i>	0	1	1
<i>Aristida divaricata</i>	0	6	6	<i>Ambrosia psyllostachya</i>	3	0	3
<i>Bothriochloa barbinodis</i>	0	6	6	<i>Aristida divaricata</i>	23	0	23
<i>Bouteloua curtipendula</i>	0	2	2	<i>Bouteloua gracilis</i>	7	5	12
<i>Bouteloua gracilis</i>	0	5	5	<i>Conyza canadensis</i>	1	0	1
<i>Dasyochloa pulchella</i>	55	5	60	<i>Cryptantha micrantha</i>	4	0	4
<i>Evolvulus alsinoides</i>	0	1	1	<i>Dasyochloa pulchella</i>	24	0	24
<i>Heteropogon contortus</i>	5	0	5	<i>Enneapogon desvauxii</i>	6	0	6
<i>Hibiscus dentatus</i>	0	8	8	<i>Eriogonum wrightii</i>	23	0	23
<i>Hilaria mutica</i>	12	34	46	<i>Hilaria mutica</i>	21	64	85
<i>Melinis repens</i>	0	11	11	<i>Jatropha macrorhiza</i>	3	0	3
<i>Phemeranthus aurantiacus</i>	1	0	1	<i>Lasthenia gracillis</i>	0	10	10
<i>Senna bahuinioides</i>	2	9	11	<i>Portulaca pilosa</i>	1	0	1
<i>Sida abutifolia</i>	1	0	1	<i>Salsola kali</i>	10	0	10
<i>Thymophylla pentachaeta</i>	0	5	5	<i>Sida abutifolia</i>	16	0	16
Total	77	92	169	<i>Sporoboulus airoides</i>	8	0	8
				<i>Tribulus terrestris</i>	1	0	1
				Total	151	80	231

Las especies herbáceas registradas en el área de CUSTF no están contempladas con alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Estrato suculentas

El índice de Shannon para el estrato de plantas suculentas en el SAR para el tipo de vegetación MDM se considera bajo igual que para el tipo de vegetación PH se considera bajo en biodiversidad. En el área sujeta a cambio uso de suelo para MDM el índice resulta en un valor bajo de biodiversidad y para la vegetación de PH una diversidad normal de especies.

Tabla VI.12 Comparativo de riqueza específica de especies del estrato suculentas entre el área sujeta a CUSTF y el SAR.

Riqueza específica del estrato suculentas					
No.	Nombre científico	SAR		CUSTF	
		MDM	PH	MDM	PH
1	<i>Coryphantha macromeris</i>			*	
2	<i>Coryphantha robustispina</i>	*			
3	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	*	*	*	*
4	<i>Opuntia chlorotica</i>	*			
5	<i>Opuntia macrocentra</i>		*	*	*
6	<i>Opuntia orbiculata</i>				*
7	<i>Opuntia phaeacantha</i>		*		
8	<i>Opuntia polyacantha</i>			*	*
9	<i>Opuntia pottsii</i>				*
10	<i>Yucca elata</i>			*	
Subtotal		3	3	5	5
Total		5		7	

En cuanto a la abundancia es mayor en el SAR que en el CUSTF, en el CUSTF se encontraron 18 individuos, mientras que en el SAR 22 para los dos tipos de vegetación en ambos resultados (Tabla VI.13).

Tabla VI.13 Comparativo de abundancia absoluta de especies del estrato suculentas entre el SAR y el área sujeta a CUSTF.

Riqueza específica del estrato suculentas							
Nombre científico	SAR			Nombre científico	CUSTF		
	Abundancia absoluta		Total		Abundancia absoluta		Total
	MDM	PH			MDM	PH	
<i>Coryphantha robustispina</i>	1	0	1	<i>Coryphantha macromeris</i>	1	0	1
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	7	6	13	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	6	1	7
<i>Opuntia chlorotica</i>	6	0	6	<i>Opuntia macrocentra</i>	1	2	3
<i>Opuntia macrocentra</i>	0	1	1	<i>Opuntia orbiculata</i>	0	2	2
<i>Opuntia phaeacantha</i>	0	1	1	<i>Opuntia polyacantha</i>	2	4	6
Total	14	8	22	<i>Opuntia pottsii</i>	0	1	1
				<i>Yucca elata</i>	1	0	1



Riqueza específica del estrato suculentas							
SAR			CUSTF				
Nombre científico	Abundancia absoluta		Total I	Nombre científico	Abundancia absoluta		Total I
	MDM	PH			MDM	PH	
			Total	11	10	18	

Se encontraron dos especies endémicas *Yucca elata* y *Opuntia orbiculata*; con el fin de no comprometer su existencia y propiciar su conservación se proponen las acciones de rescate y reubicación previo a las actividades que involucran el cambio uso de suelo en terreno forestal (ver **Programa de Rescate y Reubicación de Flora** anexo a el presente DTU).

Se incluirán en el programa de rescate a las especies que estén en el estrato suculento ya que la mayoría presenta una limitada habilidad para restablecerse demográficamente por el lento crecimiento que tienen, las cuales se estimó en 1,157 individuos para rescate (**Tabla VI.14**).

Es importante mencionar que la cantidad manifestada es un estimado de individuos a rescatar, no es una cantidad definitiva y que **invariablemente dependerá de las condiciones que se presenten en campo.**

En caso eventual de encontrarse alguna especie de suculenta que no se haya detectado durante el muestreo se procederá a su rescate conforme al **Programa de Rescate y Reubicación de Especies de Flora anexo**.

Es muy importante resaltar que la estimación de individuos susceptibles de ser rescatados en el área sujeta a CUSTF (Tabla VI.16) **es únicamente una referencia sobre el tamaño de las poblaciones de las especies registradas durante el muestreo de vegetación** y que de ninguna manera representa un dato total o final del número de individuos presente de cada una de las especies.



Tabla VI.14 Estimación de individuos susceptibles de ser rescatados en el área sujeta a CUSTF.

Estimación de individuos susceptibles de ser rescatados en el área sujeta a CUSTF					
Especie	Número de individuos registrados en muestreo	No. de individuos en 1m ²	Abundancia en Ha	Estimación de individuos en el área de CUSTF	No. de individuos a rescatar siguiendo la regla de rescate
Otras especies susceptibles de ser rescatadas por ser consideradas de lento crecimiento (principalmente suculentas)					
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	7	0.0006	5.8333	698	140
<i>Opuntia polyacantha</i>	6	0.0005	5	598	120
<i>Yucca elata</i>	1	0.0001	0.8333	100	100
<i>Opuntia macrocentra</i>	3	0.0003	2.5000	299	299
<i>Opuntia orbiculata</i>	2	0.0002	1.6666	199	199
<i>Opuntia pottsii</i>	2	0.0002	1.6666	199	199
<i>Coryphantha macromeris</i>	1	0.0001	0.8333	100	100
Total, de individuos a rescatar					1,157

Fauna

Biodiversidad

Como se muestra en la **Tabla VI.15**, dentro del área sujeta a CUSTF se registró un mayor número de especies para el grupo taxonómico de mamíferos que en el SAR; en el caso de las aves se observaron más especies en el área sujeta a CUSTF que en el SAR y finalmente, para el grupo taxonómico de los reptiles se observaron más especies en el SAR que dentro del área sujeta CUSTF. Cabe mencionar que las especies observadas dentro del polígono sujeto a cambio uso de suelo son de rápido desplazamiento y se trasladan a otros territorios dependiendo de la disponibilidad de alimento y refugio.

Tabla VI.15 Riqueza específica de especies registradas para el SAR y el área sujeta a CUSTF.

FAUNA	ESPECIES REGISTRADAS	
	SAR	CUSTF
Aves	14	18
Mamíferos	13	30
Reptiles	12	2
Total	39	50

Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010



De las especies registradas en el inventario de fauna en el SAR y CUSTF, solo se encontró una especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (**Tabla VI.16**).

Tabla VI.16 Listado de especies de fauna registradas en el SAR y CUSTF y su categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Listado de especies de fauna				
No.	Nombre científico	Categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Registrada en	
			SAR	CUSTF
Aves				
1	<i>Buteo swainsonii</i>	Pr	*	
2	<i>Chordeiles acutipennis</i>	N/A	*	
3	<i>Cathartes aura</i>	N/A	*	*
4	<i>Athene cunicularia hypugaea</i>	Pr	*	*
5	<i>Spizella passerina</i>	N/A		*
6	<i>Geococcyx californianus</i>	N/A	*	*
7	<i>Lanius ludovicianus</i>	N/A		*
Mamíferos				
1	<i>Sylvilagus audubonii</i>	N/A	*	*
2	<i>Xerospermophilus spilosoma</i>	N/A	*	
3	<i>Lepus californicus</i>	N/A	*	*
Reptiles				
1	<i>Cnemidophorus uniparens</i>	N/A	*	
2	<i>Phrynosoma cornutum</i>	N/A	*	*
3	<i>Aspidoscelis exsanguis</i>	N/A	*	
4	<i>Holbrookia maculata aproximans</i>	N/A		*

Índices de biodiversidad

Se utilizaron los valores obtenidos del índice de Shannon para realizar el análisis comparativo de biodiversidad de la fauna encontrada en el muestreo del SAR y el área sujeta a CUSTF en el mismo tipo de vegetación. En las **Tablas VI.17** y **IV18**, se muestran los resultados para cada grupo taxonómico.

En el SAR y en el área sujeta a CUSTF se registró una baja diversidad, sin embargo, es importante mencionar que la diversidad en todas las clases registradas fue mayor en el SAR (**Tabla VI.19**).



Tabla VI.17 Comparación del índice de Shannon para el área sujeta a CUSTF y del SAR.

Clase	Índice de Shannon	
	SAR	CUSTF
Aves	1.5691	0.9608
Mamíferos	1.0733	0.5779
Reptiles	0.9184	0.6931

Aves

Como se observa en las **Tablas VI.18 y VI.19**, la riqueza específica es mayor en el SAR (6 especies) que en el CUSTF (5 especies), así mismo, la abundancia es mucho mayor en el CUSTF que en el SAR. Cabe mencionar que las especies observadas dentro del polígono sujeto a cambio uso de suelo y en el SAR son de rápido desplazamiento y se trasladan a otros territorios dependiendo de la disponibilidad de alimento y refugio.

Tabla VI.18 Riqueza específica absoluta del grupo taxonómico de las aves.

Aves		
Nombre científico	Riqueza específica	
	SAR	CUSTF
<i>Buteo swainsonii</i>	*	-
<i>Chordeiles acutipennis</i>	*	-
<i>Cathartes aura</i>	*	*
<i>Athene cunicularia</i>	*	*
<i>Spizella passerina</i>	*	*
<i>Geococcyx californianus</i>	*	*
<i>Lanius ludovicianus</i>	-	*
Total	6	5
	11	

Tabla VI.19 Abundancia absoluta del grupo taxonómico de las aves.

Aves		
Nombre científico	Abundancia absoluta	
	SAR	CUSTF
<i>Buteo swainsonii</i>	1	-
<i>Chordeiles acutipennis</i>	2	-
<i>Cathartes aura</i>	4	1



Aves		
Nombre científico	Abundancia absoluta	
	SAR	CUSTF
<i>Athene cunicularia</i>	1	2
<i>Spizella passerina</i>	5	13
<i>Geococcyx californianus</i>	1	1
<i>Lanius ludovicianus</i>	-	1
Total	14	18
	32	

Mamíferos

La riqueza específica del grupo de los mamíferos es mayor para el SAR que el área de CUSTF con 1 especie de diferencia, en ambas se considera baja, como se muestra en las **Tablas VI.20 y VI.21**. La abundancia absoluta es mayor en el área de CUSTF (30 individuos) que en el SAR (13 individuos). (**Tabla VI.21**). La mayoría de las especies que se registraron son residentes del área, ya sea por su comportamiento de arraigo o por su bajo rango de desplazamiento.

Ninguna de las especies se encuentra contemplada en alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Todas ellas son sensibles al ruido, la presencia de automotores y presencia humana, por lo que se consideran de rápido desplazamiento, conducta que reduce los riesgos de daños por las actividades al ejecutar el proyecto. La implementación de medidas de mitigación como el rescate y reubicación de aquellas especies que, por su etapa de desarrollo, arraigo de madriguera o lento desplazamiento se observen en el área sujeta a CUSTF, permitirá la preservación de estas especies.

Tabla VI.20 Riqueza específica del grupo taxonómico de los mamíferos.

Mamíferos		
Nombre científico	Riqueza absoluta	
	SAR	CUSTF
<i>Sylvilagus audubonii</i>	*	*
<i>Xerospermophilus spilosoma</i>	*	-
<i>Lepus californicus</i>	*	*
Total	3	2
	5	



Tabla VI.21 Abundancia absoluta del grupo taxonómico de los mamíferos.

Mamíferos		
Nombre científico	Abundancia absoluta	
	SAR	CUSTF
<i>Sylvilagus audubonii</i>	5	8
<i>Xerospermophilus spilosoma</i>	3	-
<i>Lepus californicus</i>	5	22
Total	13	30
	43	

Reptiles

Como se observa en las **Tablas VI.22** y **VI.23**, la riqueza específica es mayor en el CUSTF (50 especies) que en el SAR (39 especies), así mismo, la abundancia es mucho mayor en el SAR que en el CUSTF. Cabe mencionar que las especies observadas dentro del polígono sujeto a cambio uso de suelo y en el SAR son de rápido desplazamiento y se trasladan a otros territorios dependiendo de la disponibilidad de alimento y refugio.

Tabla VI.22 Riqueza específica del grupo taxonómico de los reptiles.

Reptiles		
Nombre científico	Riqueza específica	
	SAR	CUSTF
<i>Cnemidophorus uniparens</i>	*	-
<i>Phrynosoma cornutum</i>	*	-
<i>Phrynosoma modestum</i>	-	*
<i>Aspidozelis exsanguis</i>	*	-
<i>Holbrookia maculata aproximans</i>	-	*
<i>Total</i>	3	2
	2	



Tabla VI.23 Abundancia absoluta del grupo taxonómico de los reptiles.

Reptiles		
Nombre científico	Abundancia absoluta	
	SAR	CUSTF
<i>Cnemidophorus uniparens</i>	6	
<i>Phrynosoma cornutum</i>	1	
<i>Phrynosoma modestum</i>	-	1
<i>Aspidoscelis exsanguis</i>	5	
<i>Holbrookia maculata aproximans</i>	-	1
Total	12	2
	14	

De acuerdo con lo descrito anteriormente y al análisis de cada grupo taxonómico se considera que no se verá comprometida la biodiversidad de la fauna silvestre, puesto que la mayoría especies que se observaron dentro del polígono propuesto para el cambio uso de suelo no se encuentran incluidas en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En el caso de las especies enlistadas que tienen alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 tendrán un manejo adecuado conforme al **Programa de Rescate y Reubicación de Especies de Fauna Silvestre**, además de que las especies vistas durante los transectos son de rápido desplazamiento y al ver perturbado su entorno tienden a trasladarse a otros lugares.

Cabe señalar que previo al inicio de la remoción de la vegetación se procederá a realizar las acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de los individuos de fauna que se encuentren en el polígono sujeto a CUSTF, tal y como se describe en el **Programa de Rescate y Reubicación de Especies de Fauna**.

Medidas preventivas, de mitigación y compensación para proteger y conservar la biodiversidad

En la **Tabla VI.24** se describen las medidas propuestas que inciden de alguna manera en la conservación de la biodiversidad.



Tabla VI.24 Medidas para proteger y conservar la biodiversidad.

Medidas para conservar o mejorar la biodiversidad			
Aplicación de medida	Tipo de medida	Medida específica propuesta	Impacto atendido
General	Mitigación	Área especial para resguardo de combustibles, residuos o materiales peligrosos de acuerdo con lo señalado en el Reglamento correspondiente en materia de residuos peligrosos.	Disminución de especímenes de flora y fauna por contacto con residuos peligrosos
General	Preventiva	El sitio que sea propuesto para el resguardo de maquinaria deberá establecerse dentro del área del Proyecto.	Impactos al suelo y flora
General	Mitigación	Se le dará puntual seguimiento a cada una de las medidas para verificar que su funcionamiento sea de acuerdo con lo planeado de no ser así se toman las medidas correctivas necesarias para el logro de los objetivos.	Protección al agua, suelo, flora y fauna
Particular	Mitigación	Se realizará la delimitación del área sujeta a CUSTF, con la finalidad de evitar afectación a sitios aledaños o no considerados en el presente estudio.	Protección al suelo, agua, fauna y flora
Particular	Preventiva	Se llevará a cabo el programa de Rescate y Reubicación de Flora silvestre previo a las actividades de preparación del sitio, desmonte, despalme.	Perdida de cobertura vegetal por remoción de vegetación Pérdida de beneficios ambientales Perdida de germoplasma de las especies presentes en el CUSTF
Particular	Preventiva	Rescate y Reubicación de especies de Fauna Silvestre	Perdida de hábitat de la fauna al remover la vegetación Perdida de fauna por apropiación o mortandad por atropellamiento Desplazamiento de fauna por aumento del nivel sonoro y actividades antropogénicas Estrés de la fauna por incremento de actividades antropogénicas
Particular	Mitigación	Remoción de la vegetación de manera manual y/o maquinaria	Protección al suelo, agua, fauna y flora
Particular	Medidas de reducción	Depósito y resguardo de suelo vegetal u orgánico	Conservar el contenido de germoplasma de vegetación original
Particular	Restauración	Revegetación con individuos de especies nativas en el área de afectación temporal	Protección al suelo, hidrología, atmosfera, flora y fauna y paisaje



Por lo anteriormente expuesto consideramos que si bien es cierto que el desarrollo de cualquier actividad antropogénica genera impactos, lo es también que se pueden ejecutar proyectos sostenibles tomando las medidas necesarias para no poner en riesgo la viabilidad de las especies y con ello tener mayor certeza que los impactos generados se atienden de manera puntual en cada etapa del proyecto, con monitoreo y evaluación en la efectividad de implementación mediante indicadores de éxito, umbrales de alarma y correcciones oportunas, para así llegar al logro del objetivo fundamental de la empresa, la generación de energías limpias con menor o nula afectación posible de la biodiversidad.

En conclusión, debido a que la mayoría de las especies de flora y fauna silvestre registradas en el área sujeta a CUSTF se encontraron en el SAR y aquellas especies que no se registraron en el SAR tienen una distribución amplia, observándose en la parte norte, centro y sur del país, se demuestra que la ejecución del cambio de uso de suelo en terrenos forestales no comprometerá a la biodiversidad, por lo cual el proyecto cumple con el precepto normativo del artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, que indica que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantendrá.



CONCLUSIONES

Con base en el análisis realizado, la información señala que la riqueza específica de las especies registradas es mayor para el SAR respecto al área sujeta a CUSTF.

Así mismo de acuerdo con los índices de biodiversidad, el SAR es más diverso y equitativo respecto al área sujeta a CUSTF.

Por lo tanto, se concluye que área destinada de cambio de uso de suelo y el SAR de estudio presentan una composición faunística variable y más rica en especies, diversa y equitativa en el SAR y además se contempla un programa de rescate y reubicación de fauna silvestre por lo que la ejecución del proyecto no compromete la diversidad.



VI.2 Análisis de la pérdida de suelo

La estimación del incremento de la pérdida de suelo como resultado del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, tanto por erosión eólica como hídrica, considerando el tiempo en que el suelo permanecerá desnudo, se encuentra analizada y descrita en el **Capítulo IV**.

El tipo de vegetación en el área sujeta a CUSTF corresponde a matorral desértico micrófilo con 70.13% y pastizal halófilo con 29.87%. En cuanto a la clasificación edafológica, están presentes dos tipos de suelo: regosol con 37.83% y cambisol con 62.17%. La litología está representada por un paquete no resistente de alternancia irregular de caliza gris a oscuro y lutita calcárea de estratificación delgada a mediana. El clima está definido como muy seco templado (BWkw), se caracteriza por ser desértico; presentar temperaturas templadas con un verano cálido, la temperatura media anual es 17.5°C. Una precipitación media anual de los 125 a 400 milímetros. El terreno pertenece al tipo Sierras y Llanuras del Norte, con un rango de altitud entre 1300-1500 msnm y -1° a 45° de pendiente. En cuanto a hidrología superficial, el área de CUSTF se encuentra dentro de la Región Hidrológica 34 "Cuencas Cerradas del Norte con una red de drenaje intermitente, como en casi todo el desierto de Chihuahua, esta red se activa al incrementar la precipitación en la temporada de lluvias.

Por su parte, respecto a la hidrología subterránea, el proyecto se encuentra sobre el acuífero Flores Magón-Villa Ahumada.

Las medidas de mitigación u obras descritas a continuación tienen como finalidad contrarrestar la erosión potencial del suelo, ya que contribuyen a disminuir la velocidad de escurrimiento, del viento y aumentar la capacidad de captación e infiltración de agua. Asimismo, se contempla el humedecer los sustratos de suelo durante la construcción de caminos y terraplenes, como también el riego de estos una vez construidos para reducir la emisión de polvo a la atmósfera.

Para el cálculo de las obras de conservación de suelos se consideraron criterios como nivel de erosión actual, disponibilidad de materiales y protección que brinda contra procesos de erosión para seleccionar obras de conservación aplicables en el sitio. Según el manual de CONAFOR-SEMARNAT (2007), se utilizan diferentes métodos para el cálculo de cantidad y retención de suelo de cada obra.

**Pérdida de suelo por Erosión Eólica en el área del CUSTF por ejecución del proyecto (escenario con y sin CUSTF).**

En la **Tabla VI.27** se presenta la pérdida de suelo por **erosión eólica** actual (Escenario I) y potencial (Escenario II) que existiría al realizar el cambio uso de suelo en terreno forestal en la superficie propuesta.

Tabla VI.27 Pérdida de suelo por erosión eólica actual y potencial al ejecutar el CUSTF en la superficie propuesta.

Polígono	Tipo de erosión	IAVIE	CATEX	CAUSO	Erosión (t/ha)	Superficie en ha	Erosión en el área sujeta a CUSTF (t/año)
CUSTF	Actual	131.4225	0.2621	0.141	4.8569	119.6640	581.1914
CUSTF	Potencial	131.4225	0.2621	0.40	13.7783	119.6640	1,648.7700
Incremento en la pérdida de suelo por erosión eólica en el área sujeta a CUSTF							1,067.5786

De esta manera, al llevar a cabo el cambio uso de suelo en la superficie donde se desarrollará el proyecto, la pérdida de suelo por la acción del viento aumentaría en **1,067.5786 t/año**, puesto que actualmente, sin remover la cobertura vegetal, se tiene una pérdida de suelo de **581.1914 t/año** y al remover esa cobertura vegetal se incrementaría la pérdida de suelo hasta **1,648.77 t/año**.

Al incrementarse la erosión eólica a **13.7783 t/ha** se considera una degradación ligera (**Tabla VI.28**), puesto que las cantidades de pérdida de suelo se encuentran entre 12 t/ha/año y 50 t/ha.

Tabla VI.28 Clasificación del tipo degradación causado por la erosión eólica.

Clase de degradación	Valor de la 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

**Pérdida de suelo por Erosión Hídrica en el área del CUSTF por ejecución del proyecto (escenario analizado en el Capítulo IV)**

En la **Tabla VI.29** se presenta la pérdida de suelo actual (escenario I) y potencial (escenario II) que existiría al realizar el cambio uso de suelo en terreno forestal en la superficie propuesta.

Tabla VI.29 Pérdida de suelo por erosión hídrica actual y potencial al ejecutar el CUSTF en la superficie propuesta.

Polígono	IALLU	CAERO	CATEX	CATOP	CAUSO	Erosión actual (ton/ha/año)	Superficie en Has	Erosión en el área sujeta a CUSTF (ton/año)
Sujeto a CUSTF Sin Ejecución	28.366972	0.81085	0.26217	0.35	0.141039	0.297677	119.66396	35.6212
Sujeto a CUSTF Con Ejecución	28.366972	0.81085	0.26217	0.35	0.4	0.844237	119.66396	101.0248
Incremento en la pérdida de suelo por erosión hídrica en el área de CUSTF						0.546560		65.4035

Al llevar a cabo el cambio uso de suelo en la superficie donde se tiene planeado, la pérdida de suelo por erosión hídrica aumentaría en **65.4035 t/año**, puesto que actualmente, sin remover la cobertura vegetal, se tiene una pérdida de suelo de **35.6212 t/año** y al remover esa cobertura vegetal se incrementaría la pérdida de suelo hasta **101.0248 t/año**.

A pesar de que la erosión hídrica se incrementa a **0.546560 t/ha**, sigue clasificándose como **baja** (**Tabla VI.30**) puesto que las cantidades de pérdida de suelo siguen siendo menores de 50 t/ha.

Tabla VI.30 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
5	200-250	Muy alta
6	>250	Extrema

El incremento de pérdida total de suelo (hídrica y eólica) por la ejecución del CUSTF se resume en la **Tabla VI.31**.



Tabla VI.31 Incremento de pérdida total de suelo por la ejecución del CUSTF.

Tipo de erosión	Erosión (ton/ha/año)	Superficie en ha	Erosión en área sujeta a CUSTF (ton/año)
Eólica	6.4709	119.663965	470.0874
Hídrica	0.84423		101.0248

Mitigación de la Pérdida de Suelo por Erosión hídrica y eólica en el área sujeta a CUSTF

Cálculo de obras de conservación de suelo y captación de agua

Las obras descritas a continuación tienen como finalidad contrarrestar la erosión potencial del suelo, ya que contribuyen a la retención de azolves, disminuir la velocidad de escurrimiento y aumentar la capacidad de infiltración de agua.

Para el cálculo de las obras de conservación de suelos se consideraron criterios como nivel de erosión actual, disponibilidad de materiales y protección que brinda contra procesos de erosión para seleccionar obras de conservación aplicables en el sitio.

El desarrollo del cálculo de cada obra y/o medida de mitigación se encuentra descrito dentro del **Programa Integral de Suelo y Agua**, encontrado en los anexos del presente DTU.

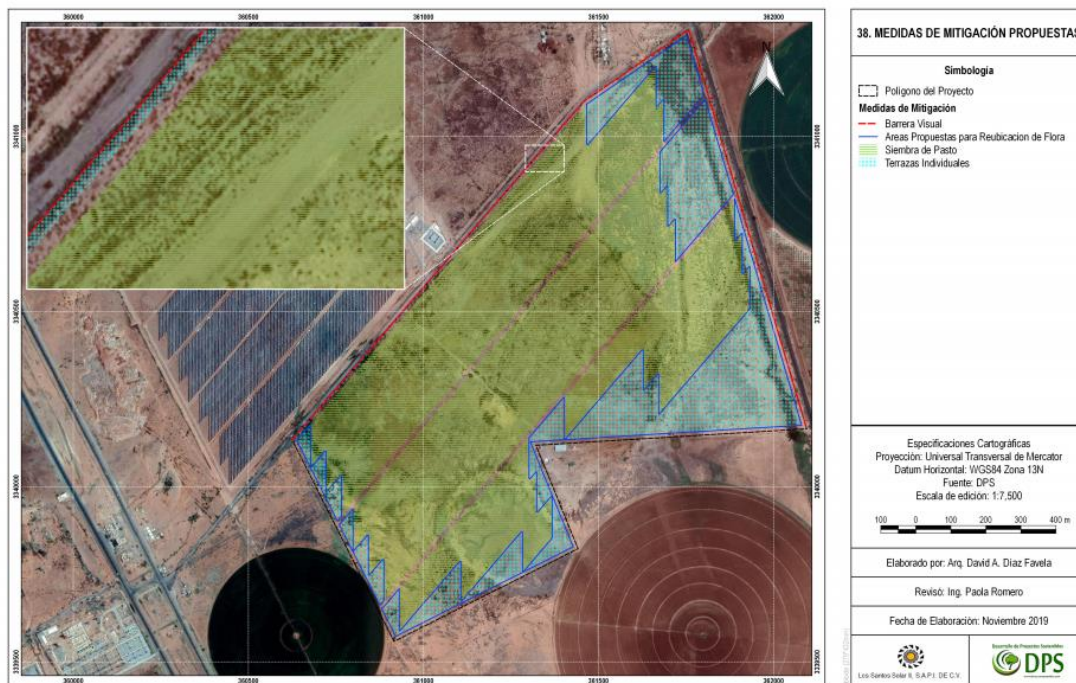


Figura VI.1 Medidas de mitigación propuestas

**Mitigación de pérdida de suelo por erosión eólica con obras y prácticas de conservación de suelos****❖ Medida de compensación: siembra de pasto bajo área paneles**

Se propone la siembra de pasto en el área sujeta a CUSTF como medida de mitigación. El realizar esta siembra dentro de dichas superficies se volvería a mantener una cobertura vegetal y por tanto se estaría atenuando la erosión hídrica y eólica.

En la siguiente tabla se muestra la comparación de la erosión en los tres escenarios: actual, potencial y con medidas de mitigación:

Comparativo de erosión eólica en el área sujeta a CUSTF

Polígono	IAVIE	CATEX	CAUSO	Erosión actual (ton/ha)	Superficie en Has	Erosión actual en el CUSTF (ton/año)
Sujeto a CUSTF Sin Ejecución	131.422486	0.2621	0.1410	4.85686254	119.663965	581.191
Sujeto a CUSTF Con Ejecución	131.422486	0.2621	0.4000	13.7783334	119.663965	1648.770
CUSTF Medida Pasto	131.422486	0.2621	0.2073	7.14192959	119.663965	854.632
CUSTF Medida TI Vol.	No. TI	2360	Peso/TI	0.1162		274.232
CUSTF Aplicando medidas					119.663965	580.400
Saldo a favor compensado en el área sujeta a CUSTF						-0.792

La erosión actual sin CUSTF es de 581.191 ton/año, al ejecutar el CUSTF se tiene una erosión potencial de 1,648.770 ton/año, es decir hay un incremento de 1,067.579 ton/año, aplicando como medida la siembra de pasto bajo el área ocupada por paneles y ponderando el CAUSO resulta una erosión en el CUSTF de 854.632, por lo que se propone como medida adicional la construcción de barrera visual con la especie *Prosopis glandulosa* empleando 2,360 terrazas individuales que captarían un volumen de 274.232 ton/año, por lo cual al aplicar ambas medidas de mitigación es de 580.400 ton/año lo cual nos indica que haciendo esas medidas de mitigación se reducirá la



erosión al pasar de un suelo desnudo a cubierto por pasto por lo que se reducirá la erosión, incluso la erosión una vez implementada la medida es menor que la erosión actual que hay en el área sujeta a CUSTF en 0.792 ton/año, es decir, la ejecución del cambio de uso de suelo en terrenos forestales no aumentará la erosión actual sino al contrario reducirá la misma debido a las medidas de mitigación que serán aplicadas en el área sujeta a CUSTF.

❖ **Medida de compensación: barrera visual perimetral con *sp. Prosopis glandulosa***

Esta medida se propone para disminuir el impacto visual y aumentar la calidad del paisaje. Por ello, se procederá a plantar 4,602 mezquites distribuidos en 2,301 m lineales con un ancho de 2m. agregando las 798 terrazas iniciales necesarias para cada una de las plantas que se propone rescatar.

Mitigación de pérdida de suelo por erosión hídrica con obras y prácticas de conservación de suelos

❖ **Medida de compensación: Terrazas individuales (1 cada planta reubicada)**

Se propone emplear **5,400** terrazas individuales para mitigar la pérdida de suelo por erosión hídrica y si cada una capta un peso de **0.1162** t/terrazza, da un peso conjunto de **627.69168** t/año (**Tabla VI.35**).

Tabla VI.35 Peso de suelo captado por terrazas individuales.

Tipo de Suelo	Textura	Superficie (ha)	% de Sup.	Densidad aparente	Densidad aparente promedio	Peso captado por Terraza Individual	No. Terrazas Individuales	Peso captado por terrazas Individuales
Cambisol	Media	74.395472	62.17	1.4	104.153661	0.1162392	5400	627.69168
Regosol	Gruesa	45.268493	37.83	1.6	72.4295888			
Superficie total		119.663965			1.48			

VI.3 Análisis del recurso agua

Estimación del balance hidrológico en condiciones actuales, después de ejecutar el cambio uso de suelo en terrenos forestales y al implementar las medidas de mitigación.

Balance hidrológico en el área del CUSTF (escenario actual y escenario con CUSTF).

Escenario 1: Este escenario comprende la estimación de los volúmenes del balance hidrológico en condiciones actuales.



Tabla VI.37 Balance hidrológico en condiciones actuales.

Parámetro	Balance hidrológico en condiciones actuales	
	Volumen en m ³ /año	%
Volumen precipitado	373,231.9068	100
Volumen de evapotranspiración	288,629.4835	77.33
Escurrimiento	4,329.4901	1.16
Infiltración	80,272.9332	21.51

Como se puede observar en la tabla anterior, en condiciones actuales resulta un volumen total precipitado de 373,231.9068 m³, de este volumen el 77.33% es el volumen de evapotranspiración, permitiendo que el 1.16% del agua precipitada escurra y el 21.51% del volumen se infiltre.

Escenario 2: Para este escenario se estimó el comportamiento del movimiento del agua al realizar el cambio uso de suelo en terrenos forestales.

Tabla VI.38 Balance hidrológico después de realizar el CUSTF.

Parámetro	Balance hidrológico al ejecutar el CUSTF	
	Volumen en m ³ /año	%
Volumen precipitado	373,231.9068	100.00
Volumen de evapotranspiración	211,771.7839	56.74
Escurrimiento	33,590.8716	9.00
Infiltración	127,869.2513	34.26

De esta forma, bajo el escenario de haber realizado el CUSTF se tiene que el volumen de evapotranspiración disminuye a un 56.74%, por lo tanto, el escurrimiento aumenta a un 9.0% y la infiltración a un 34.26%. Esto se debe a la remoción de la vegetación, puesto que al resultar un suelo desnudo no habrá vegetación que intercepte el agua de lluvia (follaje) y la transpire. De manera que el agua disponible aumente, se escurra y se infiltre.

Mitigación de la alteración en el Balance hidrológico en el área sujeta a CUSTF

Escenario 3: En este escenario se presenta las medidas de mitigación que se implementaran sobre el recurso agua para su conservación.

Como se describió en el [Capítulo VII](#) se proponen medidas de compensación, que, de manera directa, sinérgica y positiva influyen en el balance hidrológico tanto del CUSTF como del SAR:

1. Terrazas individuales dentro del área del CUSTF. Se propone que se realicen **5,400** terrazas, una en cada planta que se va a reubicar.
2. Siembra de pasto en la superficie de área de paneles solares (83.025362 ha)



Estas medidas tienen la función de interceptar escorrentía (disminuir o evitar erosión hídrica), captar agua (propiciar aumento de infiltración) y suelo disuelto en ella (conservar y proteger el suelo), todo ello con el propósito de mitigar o compensar los impactos al recurso hídrico, derivado de la ejecución del CUSTF.

Adicionalmente, para el desarrollo del proyecto y de acuerdo con la distribución de la infraestructura, en las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, se construirán y usaran una red de caminos internos, dentro del área del CUSTF, que de manera indirecta hacen la función de intercepción temporal de las escorrentías, disminuyendo su velocidad y volumen de concentración (fuerza erosiva), al disminuir la longitud de la escorrentía y al estar más distribuido el volumen de agua precipitado.

Es de nuestro interés conservar, proteger, compensar y de ser posible mejorar la calidad del agua, por ello proponemos una serie de medidas preventivas y de mitigación tanto generales como particulares encaminadas al logro de este objetivo (**Tabla VI.39**), en todas las etapas del proyecto se tiene contemplado el uso de baños portátiles con proveedores autorizados para su mantenimiento y contar con 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 contempla la adquisición de agua para consumo humano.

Tabla VI.39 Medidas para conservar, proteger y compensar la calidad y cantidad de agua.

Medidas para conservar, proteger y compensar la calidad y cantidad de agua			
Aplicación de medida	Tipo de medida	Medida específica propuesta	Impacto atendido
General	Preventiva	Baños portátiles	Modificación de características físicas y químicas del agua por contaminación de residuos
General	Preventiva	Sanitarios y fosas colectoras	
General	Preventiva	Instalación de contenedores de residuos sólidos urbanos	Perdida de propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y agua por contaminación de residuos
General	Mitigación	Remediación de suelo por derrame de hidrocarburos	Calidad de agua superficial Calidad de agua subterránea Perdida de propiedades físicas, químicas y biológicas por contaminación de hidrocarburos
General	Mitigación	Reducción de velocidad en caminos internos y de acceso al proyecto	Protección al personal, la hidrología, calidad atmosférica y paisaje
General	Preventiva	No usar agua de lluvia captada dentro del proyecto o sistema ambiental, para ninguna actividad del proyecto	Protección hidrología Calidad de agua de superficial y subterránea



Medidas para conservar, proteger y compensar la calidad y cantidad de agua			
Aplicación de medida	Tipo de medida	Medida específica propuesta	Impacto atendido
			Conservar volumen de agua superficial y subterránea
Particular	Preventiva	Delimitación del área sujeta a CUSTF	Protección al suelo, agua, fauna y flora
Particular	Mitigación	Remoción de la vegetación de manera manual y/o maquinaria	Protección al suelo, agua, fauna y flora
Particular	Mitigación	Encausamiento de escorrentías	Protección al suelo y agua Modificación del flujo natural de escorrentías
Particular	Medidas de compensación	Programa Integral de Suelo y Agua	Favorecer la captación del agua
Particular	Restauración	Revegetación de especies nativas	Protección al suelo, hidrología, atmosfera, flora y fauna y paisaje
Particular	Restauración	Terrazas individuales	Modificación del volumen de agua infiltrada
Particular	Mitigación	Siembra de pasto	Pérdida de suelo por acción del viento
Particular	Mitigación	Terrazas individuales	Disminución en la captación de agua que se infiltra por escorrentía.

De acuerdo con el análisis de la información, lo descrito en el presente capítulo, se considera que se están tomando las medidas preventivas, de mitigación y compensación acorde con la atención de los impactos generados en relación al recurso hídrico, principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción, ya que una vez que entre en operación y mantenimiento no se generaran la mayoría de los impactos, pero si se continuarán aplicando las medidas, monitoreo de su eficiencia y la detección de aquellos impactos no previstos en su dimensión o por ser nuevos, para la aplicación inmediata de medidas correctivas y de urgente aplicación, según el grado de atención necesaria.

Considerando así que los impactos a la calidad y cantidad del recurso hídrico no se verán afectados de manera considerable, al no ser un área de protección, reserva, humedales o veda del recurso agua, aunado a que no es necesario su uso para la operación del proyecto (para consumo humano y sanitarios será con proveedor autorizado).

La ejecución del cambio de uso de suelo en terrenos forestales no provocará el deterioro de la calidad del agua ni la disminución en su captación, debido a las medidas de mitigación que serán



aplicadas en el área sujeta a CUSTF, por lo cual el proyecto cumple con el precepto normativo del artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

VI.4 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL

El proyecto consiste en una planta de energía fotovoltaica con una capacidad total de 48MW AC para Los Santos Solar II, compuesto por módulos fotovoltaicos, que se interconectarán a la red de transmisión nacional a través de la línea de transmisión de 115 kV existente.

Cabe señalar que el área propuesta para el CUSTF no está contemplada como área prioritaria para el pago de servicios ambientales de la CONAFOR, pero se estimó la valoración económica de los servicios ambientales. La estimación de los recursos biológicos forestales para el área sujeta a cambio uso de suelo se presentan en la **Tabla VI.40**.

Tabla VI.40 Supuesto del pago de los recursos biológicos en el área de CUSTF.

Recurso	Monto
Forestales maderables	\$26,552.43
Recursos no maderables	\$1,349,945.14
Recursos faunísticos	\$21,625.00
Servicios ambientales	\$ 2,831,808.25
Total	\$4,229,930.82

Inversión requerida y derrama económica

De acuerdo con la información aportada por el promovente, la derrama económica del proyecto será generada desde la fase de preparación del sitio hasta la etapa de operación. El monto de inversión es de **\$50,000,000.00USD**, equivalentes a **\$970,500,000.00** pesos mexicanos con un tipo de cambio de 19.41 pesos mexicanos por dólar en el Banco de México al 21 de noviembre de 2019 (Banxico, 2019).

El proyecto “Los Santos Solar II” contribuirá en la generación de empleos en las etapas de preparación, construcción, operación, mantenimiento y abandono del sitio. Adicionalmente se generarán empleos por la ejecución de las medidas de mitigación que se implementarán en el área del proyecto. Por otro lado, se impactará de manera positiva en la economía local al cubrir gastos de alimentación, hospedaje, mano de obra, pago de combustible e insumos, entre otros, a través de los comercios existentes en la localidad.



Para el desarrollo del proyecto, los recursos humanos y servicios necesarios para realizar la obra que no se encuentran en el área del proyecto serán provistos por proveedores de la ciudad de Villa Ahumada y localidades aledañas.

El valor de la inversión para el proyecto Los Santos Solar II supera la cifra calculada para los recursos biológicos forestales, el cual es de **\$4,229,930.82** (cuatro millones doscientos veintinueve mil novecientos treinta pesos con ochenta y dos centavos 82/100 M.N.).

Por lo anteriormente expuesto se justifica que el uso de suelo propuesto es más productivo a largo plazo (**\$970,500,000.00** m.n.) que el actual (**\$4,229,930.82** M.N.) y los beneficios sociales y económicos de la población de la región se verán reflejados en un incremento, por lo cual el proyecto cumple con el precepto normativo del artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.



CAPITULO VII

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



VII. Estrategias 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

Todas aquellas actividades que intervienen para realizar un cambio de uso de suelo, en general producen o generan un impacto directo sobre los componentes del medio ambiente como el suelo, agua, flora, fauna y paisaje. Las medidas de mitigación de impactos ambientales, son trascendentales en la prevención y/o mitigación de los efectos negativos generados por las actividades del proyecto.

La implementación de medidas puntuales en esta etapa del proyecto, aunado a su integración a programas de conjunto, permiten que este proyecto sea más viable al medio ambiente.

Teniendo en cuenta que las acciones del Cambio de Uso de Suelo Terreno Forestal consideran el retiro parcial o total de la vegetación forestal y que sus efectos e impacto ambiental son significativos, se analizan de manera particular y detallada en el presente apartado con la finalidad de proponer acciones específicas durante este proceso.

Tabla VII.1. Actividades del CUSTF e impactos generados sobre los factores y servicios ambientales.

Factores y servicios ambientales	Etapas o actividades del CUSTF	Impactos generados
Suelo/ Agua	Preparación del sitio y construcción	Pérdida de suelo por erosión eólica
		Pérdida de suelo por erosión hídrica
		Pérdida de propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo por posible contaminación de residuos
		Pérdida de la capacidad productiva del suelo
Flora	Preparación del sitio	Pérdida de cobertura vegetal por remoción de vegetación
		Pérdida de beneficios ambientales
		Pérdida de germoplasma de las especies presentes en el CUSTF
Fauna	Preparación del sitio	Pérdida de hábitat al remover la vegetación
		Pérdida de fauna por apropiación o mortandad por posible atropellamiento
	Preparación del sitio, construcción y operación	Desplazamiento de fauna por aumento del nivel sonoro y actividades antropogénicas
		Fragmentación de la conectividad
Atmosfera	Preparación del sitio, construcción	Estrés de la fauna por incremento de actividades antropogénicas
		Diminución de calidad atmosférica (aumento de polvo y gases)



Factores y servicios ambientales	Etapas o actividades del CUSTF	Impactos generados
		Aumento en generación de residuos
Producción de oxígeno	Preparación del sitio	Pérdida en la producción de oxígeno por remoción de la vegetación
Captura de carbono	Preparación del sitio	Pérdida en la captura de carbono por remoción de la vegetación
Paisaje	Preparación del sitio y construcción	Presencia de maquinaria o equipo
		Modificación del paisaje natural
		Modificación espectro visual por estructuras y subestación eléctrica

Las actividades específicas que incluyen la remoción de la vegetación es la contemplada en la etapa de Preparación del Sitio, misma que son descritas de manera detallada en el Capítulo II.2.4 del presente estudio.

Tabla VII.2. Etapas y actividades relacionadas con el Cambio de Uso del Suelo

Etapa/Actividades
Preparación del Sitio
Delimitación del área
Actividades de identificación, rescate reubicación de especies de flora y fauna silvestre
Remoción de la vegetación
Derribo, derrame y troceo
Deposito temporal de material vegetal
Picado y esparcido de material vegetal sobre el suelo orgánico

Las medidas de mitigación de impactos ambientales son trascendentales en la prevención y/o mitigación de los efectos negativos generados por las actividades del proyecto.

La implementación de medidas puntuales en cada etapa del proyecto, aunado a su integración a programas de conjunto, permiten que este proyecto sea más amigable y sustentable al medio ambiente.

A continuación, se describen las diversas medidas de mitigación de acuerdo con su alcance en relación con los impactos ambientales.



Tabla VII.3. Tabla de descripción de medidas de mitigación.

Tipo de medida	Descripción
Medidas preventivas (Pr)	Serán el conjunto de acciones anticipadas para evitar el deterioro del ambiente o afectación a los recursos forestales, o mediante la no ejecución de una obra o acción, o de alguna de sus partes.
Medidas de reparación (Re)	Tienen 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 impacto sobre dicho componente o elemento
	o, en caso de no ser posible, restablecer sus propiedades básicas.
Medidas de mitigación (Mi)	Tienen por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos del proyecto o actividad, en cualquier fase de su ejecución, y abarcan:
	— Las que minimizan o disminuyen el efecto adverso significativo, mediante una adecuada limitación o reducción de la extensión, magnitud o duración de la obra o acción, o de alguna de sus partes.
	— Las que minimizan o disminuyen el efecto adverso significativo mediante medidas tecnológicas o de gestión consideradas en el diseño.
Medidas de compensación (Co)	Tienen por finalidad producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado, que no sea posible mitigar o reparar.

El proyecto propone medidas generales de prevención, mitigación, minimización, monitoreo y control de los impactos ambientales, así como medidas particulares para la atención puntual de los impactos significativos identificados en el análisis del Capítulo V del presente DTU, en concordancia con los programas y los impactos serán atendidos de acuerdo con lo descrito en la **Tabla VII.4.**



Tabla VII.4. Programas y los impactos ambientales que atenderá cada uno.

Programas	Plan de Manejo Ambiental	Programa rescate y reubicación de flora silvestre	Programa Rescate y reubicación de fauna silvestre	Programa de desmantelamiento y restauración	Programa de Obras y Prácticas para Mitigar Impactos Ambientales	Programa de Manejo Integral de Residuos			
						Sólidos	Líquidos	Manejo especial	Peligrosos
Impactos atendidos									
Pérdida de suelo por erosión eólica	X				X				
Pérdida de suelo por erosión hídrica	X				X				
Pérdida de propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo por posible contaminación de residuos	X					X		X	X
Pérdida de la capacidad productiva del suelo	X	X		X	X	X	X		
Pérdida de cobertura vegetal por remoción de vegetación	X	X		X	X				
Pérdida de beneficios ambientales	X	X		X	X				



Programas	Plan de Manejo Ambiental	Programa rescate y reubicación de flora silvestre	Programa Rescate y reubicación de fauna silvestre	Programa de desmantelamiento y restauración	Programa de Obras y Prácticas para Mitigar Impactos Ambientales	Programa de Manejo Integral de Residuos			
						Sólidos	Líquidos	Manejo especial	Peligrosos
Impactos atendidos									
Pérdida de germoplasma de las especies presentes en el CUSTF	X	X		X	X				
Pérdida de hábitat al remover la vegetación	X	X	X	X	X				
Pérdida de fauna por apropiación o mortandad por posible atropellamiento	X	X							
Desplazamiento de fauna por aumento del nivel sonoro y actividades antropogénicas	X		X						
Fragmentación de la conectividad	X		X		X				
Estrés de la fauna por incremento de actividades antropogénicas	X		X	X					



Programas	Plan de Manejo Ambiental	Programa rescate y reubicación de flora silvestre	Programa Rescate y reubicación de fauna silvestre	Programa de desmantelamiento y restauración	Programa de Obras y Prácticas para Mitigar Impactos Ambientales	Programa de Manejo Integral de Residuos			
						Sólidos	Líquidos	Manejo especial	Peligrosos
Impactos atendidos									
Diminución de calidad atmosférica (aumento de polvo y gases)	X				X				
Aumento en generación de residuos	X					X	X	X	X
Pérdida en la producción de oxígeno por remoción de la vegetación	X	X			X				
Pérdida en la captura de carbono por remoción de la vegetación	X	X			X				
Presencia de maquinaria o equipo	X			X	X				
Modificación del paisaje natural	X			X	X				
Modificación espectro visual por estructuras y subestación eléctrica	X			X	X				



Medidas Particulares

Tabla VII.1. 1. Medidas de mitigación particulares propuestas durante las diferentes etapas que se desarrollará el proyecto.

Nombre de la medida	
Delimitación del área sujeta a Cambio de Uso de Suelo	
Impactos atendidos	
Protección al suelo, agua, fauna y flora	
Descripción de la medida	
Previo a que se lleve a cabo la remoción de la vegetación durante la preparación del sitio, se realizará la delimitación del área sujeta a CUSTF; con la finalidad de evitar afectación a sitios aledaños o no considerados en el presente estudio.	
Tipo de medida	Responsable de ejecución
Preventiva (Pr)	<ul style="list-style-type: none">• Constructor• Supervisor de Obra
Etapas de aplicación	Mecanismo de revisión y seguimiento
Preparación del sitio	Delimitación visible en campo con referencia en Coordenadas UTM.
Temporalidad de ejecución	
Durante el trazo y delimitación	
Indicadores de éxito	
No se presenten áreas afectadas fuera de las autorizadas por el cambio de uso de suelo en terreno forestal.	
Ubicación	
Superficie en donde se está proponiendo el Cambio de Uso de Suelo.	



Nombre de la medida	
Remoción de la vegetación de manera manual y/o con maquinaria	
Impactos atendidos	
Protección al suelo, agua, fauna y flora	
Descripción de la medida	
<p>El proceso de desmonte deberá seguir las siguientes actividades para garantizar el adecuado retiro de la vegetación:</p> <ol style="list-style-type: none">1.-La remoción de la vegetación se realizará de forma paulatina para facilitar el desplazamiento de la fauna a zonas aledañas sin perturbación.2. La remoción de la vegetación se hará inicialmente de manera manual para detectar nidos y fauna de lento desplazamiento o que por sus características de desarrollo o arraigo aún se encuentran en el área al momento del desmonte. En todo momento habrá personal técnico especializado en rescate y reubicación de fauna silvestre.3. A la hora de realizar el desmonte se aplicará la técnica direccional, de esta manera la vegetación que se esté removiendo caiga hacia el lado del área sujeta a cambio uso de suelo y no se perturbe la vegetación existente y el renuevo de las zonas aledañas.	
Tipo de medida	Responsable de ejecución
Reducción (Rd)	<ul style="list-style-type: none">• Constructor• Supervisor de Obra
Etapas de aplicación	Mecanismo de revisión y seguimiento
Preparación del sitio	Se deberá registrar en una bitácora el inicio de la remoción de la vegetación, así como el progreso que se lleva en la superficie a remover; y evidenciar mediante reporte fotográfico el cumplimiento de cada acción.
Temporalidad de ejecución	
Remoción de la vegetación	
Indicadores de éxito	
Durante los recorridos de supervisión no se presenten vestigios de haber realizado el desmonte usando el fuego o sustancias químicas, así como que no se presentan zonas aledañas con perturbación.	
Ubicación	
Superficie en donde se está proponiendo el Cambio de Uso de Suelo.	



Nombre de la medida	
Triturar y distribuir material vegetal proveniente de la remoción en superficie sujeta a CUSTF	
Impactos atendidos	
Protección al suelo y agua	
Descripción de la medida:	
Es importante destacar que dentro del área sujeta a Cambio de Uso de Suelo se presenta el tipo de vegetación: matorral desértico micrófilo y pastizal halófilo, por lo que no se contempla realizar el aprovechamiento comercial de ninguna de las especies encontradas en dicha superficie. El material vegetal proveniente de la remoción será picado y esparcido dentro de la misma área del proyecto, con el fin de retener humedad y se propicie el desarrollo del pasto que se pretende sembrar, y así proteger el suelo de la acción del viento y la lluvia.	
Tipo de medida:	Responsable de ejecución:
Reducción (Rd)	<ul style="list-style-type: none">• Constructor• Supervisor de Obra
Etapas de aplicación:	Mecanismo de revisión y seguimiento:
Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.	Verificación y registro diario del cumplimiento de la medida mediante reporte fotográfico.
Temporalidad de ejecución.	
Entre las etapas de remoción de la vegetación, construcción y operación, acorde al programa de trabajo del proyecto.	
Indicadores de éxito	
No se presenten áreas afectadas por la acción del viento y lluvia.	
Ubicación:	
Superficie en donde se está proponiendo el Cambio de Uso de Suelo.	



Nombre de la medida	
Siembra de pasto nativo	
Impactos atendidos	
Protección al suelo y agua, fauna y flora.	
Descripción de la medida:	
Se pretende sembrar pasto con especies nativas dentro de la superficie donde se realizará el cambio uso de suelo, con el fin de atenuar la erosión, capturar carbono, generar oxígeno, disminuir las escorrentías, favorecer la infiltración y restablecer el paisaje. Cabe mencionar que los caminos internos y perimetrales del proyecto no se realizara la siembra de pasto, pues en ellos se realizara el tránsito de los vehículos.	
Tipo de medida:	Responsable de ejecución:
Remediación (Re)	<ul style="list-style-type: none">• Mitigador,• Constructor• Supervisor de obra
Etapas de aplicación:	Mecanismo de revisión y seguimiento:
Entre las etapas de preparación del sitio, construcción y operación	<ul style="list-style-type: none">• Supervisión de programa de obras y prácticas para mitigación de impactos.• Reportes de actividades con evidencia fotográfica.
Temporalidad de ejecución.	
Se pretende realizar entre la etapa de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto; de acuerdo con el cronograma de trabajo del proyecto.	
Indicadores de éxito	
No se presenten áreas desprovistas de pasto, a excepción de los caminos internos y perimetrales.	
Ubicación:	
Superficie donde se pretende realizar el cambio uso de suelo, a excepción de los caminos internos y perimetrales.	



Nombre de la medida	
Barrera visual perimetral	
Impactos atendidos	
Protección al paisaje	
Descripción de la medida:	
Se propone establecer una barrera visual con el trasplante de mezquite (<i>Prosopis sp.</i>) al norte y del polígono que conforma al parque fotovoltaico Los Santos Solar II. Dichas barreras se realizarán dentro del polígono mencionado, con el fin de minimizar el impacto visual en el paisaje y favorecer la captura de carbono.	
Tipo de medida:	Responsable de ejecución:
Remediación (Re)	<ul style="list-style-type: none">• Mitigador,• Constructor• Supervisor de obra
Etapas de aplicación:	Mecanismo de revisión y seguimiento:
Entre las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.	<ul style="list-style-type: none">• Supervisión de programa de obras y prácticas para mitigación de impactos.• Reportes de actividades con evidencia fotográfica.
Temporalidad de ejecución.	
Se pretende realizar entre la etapa de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto; de acuerdo con el cronograma de trabajo del proyecto.	
Indicadores de éxito	
Mejora en la calidad visual del paisaje.	
Ubicación:	
Parte norte del perímetro Los Santos Solar II, como parte este del perímetro de los polígonos Los Santos Solar II.	



Nombre de la medida	
Terrazas individuales	
Impactos atendidos	
Modificación del volumen de agua infiltrada Pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica Pérdida de cobertura vegetal por remoción de vegetación Pérdida de servicios ambientales	
Descripción de la medida	
Se realizará la formación de 5,400 terrazas individuales en contra pendiente, de un metro de diámetro lo que reducirá el arrastre de suelo por erosión y favorece la infiltración. En el centro se plantará una especie arbórea nativa, lo que favorecerá la sobrevivencia, y acelerará el desarrollo de la planta. 798 terrazas individuales de flora rescatada y reubicada, y 4,602 para restaurar barrera visual perimetral y en la restauración del sitio en la etapa de cierre y abandono.	
Tipo de medida	Responsable de ejecución
Mitigación y Restauración (Re)	· Mitigador · Supervisor de seguridad y medio ambiente
Etapa de aplicación	Mecanismo de revisión y seguimiento
Actividades durante la etapa de preparación del sitio, construcción, y cierre y abandono	Supervisión del Programa de Desmantelamiento de infraestructura y restauración del sitio Supervisión del Programa Obras y Practicas para mitigar Impactos Ambientales
Temporalidad de ejecución	Reportes periódicos (semanal) de actividades con evidencia fotográfica, área de construcción y mantenimiento de terrazas individuales.
Estas obras se llevarán a cabo durante la etapa de cierre y abandono.	Ubicación de las obras, con coordenadas UTM y plano por componente a restaurar.
Indicadores de éxito	
<ul style="list-style-type: none">• Avance de superficie restaurada igual al programado y/o antes• Obras propuestas ejecutadas• Recursos ejercidos de acuerdo con el presupuesto propuesto• Sobrevivencia superior al 85% de especies arbóreas plantadas• Captación de agua y suelo de escorrentía• Disminución de erosión	
Medidas de urgente aplicación	
Avance inferior en un 30%	Aumento de supervisión Aumento de personal
Recursos sobre ejercidos en un 30%	Análisis de costos, ver el origen del sobre ejercicio
Terrazas individuales destruidas o colmadas en un 30% del total del componente	Mantenimiento general de terrazas individuales construidas en el componente
Ubicación	
Áreas con el mismo tipo de vegetación MDM y PH.	



Nombre de la medida	
Rescate y reubicación de especies de flora	
Impactos atendidos	
<ul style="list-style-type: none">• Pérdida de Biodiversidad• Erosión de suelo	
Descripción de la medida:	
Se llevará a cabo el programa de Rescate y Reubicación de Flora previo a las actividades de preparación del sitio, rescatando las especies susceptibles identificadas en el proyecto, haciendo hincapié en especies sensibles, de importancia ecológica, endémicas, lento desplazamiento o que se encuentren citadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 susceptibles a daño alguno. Dichas especies se trasplantarán dentro de los polígonos del proyecto, en aquellas zonas libres de módulos solares.	
Tipo de medida:	Responsable de ejecución:
Preventiva (Pr)	Mitigador
Etapas de aplicación:	Mecanismo de revisión y seguimiento:
Preparación del sitio (PR)	<ul style="list-style-type: none">• Supervisión de programa de Rescate y Reubicación de Flora• Reportes de actividades con evidencia fotográfica• Seguimiento a trasplantes de individuos
Temporalidad de ejecución.	
Previo a las actividades de preparación del sitio.	
Indicadores de éxito	
No rebasar el 15 % de la mortandad de las especies reforestadas.	
Ubicación:	
Dentro de los polígonos que conforman al proyecto, específicamente en zonas libres de módulos solares.	



VII.1.1. Medidas Generales.

Tabla VII.1.1. 1. Medidas generales propuestas durante el Cambio de Uso de Suelo.

Nombre de la medida	
Baños portátiles	
Impactos atendidos	
<ul style="list-style-type: none">• Fecalismo al aire libre;• Contaminación visual;• Malos olores	
Descripción de la medida:	
Se propone la colocación y distribución de 1 baño portátil por cada 15 trabajadores en los sitios en los que no se cuente con el servicio sanitario, debiendo realizar el depósito o tratamiento de los residuos de acuerdo con las alternativas que brinde la región.	
Tipo de medida:	Responsable de ejecución:
Preventiva (Pr)	<ul style="list-style-type: none">• Constructor• Supervisor Ambiental
Etapa de aplicación:	Mecanismo de revisión y seguimiento:
Preparación del sitio y operación	<ul style="list-style-type: none">• Verificar periódicamente las condiciones higiénicas de los sanitarios.• Asignación y movilidad acorde a los frentes de trabajo.• Bitácora de mantenimientos.
Temporalidad de ejecución.	
Durante la etapa de preparación y construcción hasta que el contingente de trabajadores sea menor a 15 personas.	
Indicadores de éxito	
<ul style="list-style-type: none">• Ausencia de fecalismo en el área de afectación del proyecto.• Disminución de olores en el área de afectación del proyecto.	
Ubicación:	
Superficie en donde se está proponiendo el proyecto Los Santos Solar II.	



Nombre de la medida	
Contenedores de Residuos Sólidos Urbanos	
Impactos atendidos	
<ul style="list-style-type: none">• Dispersión de RSU en el área de afectación;• Contaminación visual;• Deposición de RSU en agua superficial;• Incidencia de fauna en el área de afectación por residuos orgánicos;• Composición física del suelo.	
Descripción de la medida:	
Llevar a cabo la colocación de contenedores para la recolección de residuos sólidos urbanos, distribuidos en las áreas de generación. Su disposición deberá ser periódica y en rellenos sanitarios autorizados.	
Tipo de medida:	Responsable de ejecución:
Preventiva (Pr)	<ul style="list-style-type: none">• Constructor• Supervisor Ambiental
Etapas de aplicación:	Mecanismo de revisión y seguimiento:
Preparación del sitio y operación	<ul style="list-style-type: none">• Verificar periódicamente las condiciones higiénicas de los sanitarios.• Asignación y movilidad acorde a los frentes de trabajo.• Bitácora de mantenimientos.
Temporalidad de ejecución.	
Durante la etapa de preparación y construcción hasta que el contingente de trabajadores sea menor a 15 personas.	
Indicadores de éxito	
<ul style="list-style-type: none">• Ausencia de fecalismo en el área de afectación del proyecto.• Disminución de olores en el área de afectación del proyecto.	
Ubicación:	
Superficie en donde se está proponiendo el proyecto Los Santos Solar II.	



Nombre de la medida	
Jornadas laborales diurnas	
Impactos atendidos	
<ul style="list-style-type: none">• Contaminación auditiva,• Contaminación lumínica,• Procesos biológicos en fauna.	
Descripción de la medida:	
Las actividades de preparación del sitio se deberán realizar durante el día, evitando la instalación de reflectores, equipos o actividades ruidosas o luminosas que afecten el desplazamiento de la fauna durante la noche.	
Tipo de medida:	Responsable de ejecución:
Reducción (Rd)	<ul style="list-style-type: none">• Constructor• Supervisor Ambiental
Etapa de aplicación:	Mecanismo de revisión y seguimiento:
Preparación del sitio	<ul style="list-style-type: none">• Horarios laborales• Cronograma de actividades
Temporalidad de ejecución.	
Preparación del sitio	
Indicadores de éxito	
<ul style="list-style-type: none">• Ausencia de luces reflejantes• Ausencia de ruidos en la noche	
Ubicación:	
Frentes de trabajo.	



Nombre de la medida	
Remediación de suelos por derrame de hidrocarburos	
Impactos atendidos	
<ul style="list-style-type: none">• Calidad del agua superficial;• Calidad del agua subterránea;• Composición fisicoquímica del suelo;• Pérdida de vegetación.	
Descripción de la medida:	
En caso de derrame de combustibles o aceites sobre suelo natural deberá realizarse la remediación del sitio atendiendo las especificaciones de la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. En caso de retiro se deberá enviar a una empresa autorizada para su tratamiento o confinamiento.	
Tipo de medida:	Responsable de ejecución:
Reducción (Rd)	<ul style="list-style-type: none">• Constructor• Supervisor Ambiental
Etapas de aplicación:	Mecanismo de revisión y seguimiento:
Preparación del sitio	<ul style="list-style-type: none">• Identificación de derrames dentro del área de afectación por parte del supervisor;• Manifiesto de disposición final de residuo peligroso por parte de la constructora.
Temporalidad de ejecución.	
Preparación del sitio	
Indicadores de éxito	
<ul style="list-style-type: none">• Buena calidad de agua superficial y subterránea.• Disposición final de residuos peligrosos.	
Ubicación:	
Frentes de trabajo.	



Nombre de la medida	
Seguimiento y evaluación de medidas	
Impactos atendidos	
Protección al agua, suelo, flora y fauna	
Descripción de la medida:	
Se le dará puntual seguimiento a cada una de las medidas para verificar que su funcionamiento sea de acuerdo a lo planeado de no ser así se toman las medidas correctivas necesarias para el logro de los objetivos.	
Tipo de medida:	Responsable de ejecución:
Reducción (Rd)	<ul style="list-style-type: none">• Supervisor de medio ambiente• Mitigador,• Constructor• Supervisor de obra
Etapas de aplicación:	Mecanismo de revisión y seguimiento:
Actividades durante las etapas de PR, OP y CA	<ul style="list-style-type: none">• Supervisión de programa de obras y prácticas para mitigación de impactos.• Programa de rescate y reubicación de flora.• Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre.• Seguimiento al cumplimiento de la cronología de las actividades.• Reportes de actividades con evidencia fotográfica.
Temporalidad de ejecución.	
Estas obras se llevarán a cabo durante el desarrollo del proyecto, de acuerdo con el cronograma de trabajo.	
Indicadores de éxito	
<ul style="list-style-type: none">• Realización de actividades planeadas• Cumplimiento en tiempo y forma medidas propuestas• Retroalimentación área ejecutiva y operativa	
Ubicación:	
Áreas de aplicación de programas y medidas aplicables a la superficie sujeta a CUSTF	



VII.2 Programa de manejo ambiental

VII.2.1 ANTECEDENTES

El proyecto denominado “Los Santos Solar II”, se circunscribe al sector eléctrico, y consiste en la construcción y operación de un parque solar fotovoltaico que contará con una capacidad máxima instalada de 57.6 MWDC / 48.0 MWAC bajo el esquema de autoabastecimiento, constituida por un número de 286,000 módulos solares de 310 W (Watts) de la marca *Jinergy*. La energía producida por el parque solar será evacuada a través de una nueva Subestación elevadora de 115 kV (kilovolts) que será instalada en el mismo predio de la central generadora de seguimiento solar de un eje horizontal.

Derivado de la realización del proyecto se generarán impactos ambientales para los cuales en el DTU Modalidad B Regional se propusieron en diferentes programas, una serie de medidas tendientes a mitigarlos, prevenirlos o compensarlos, las cuales se integran en un Programa de Manejo Ambiental (PMA), que constituye la herramienta principal del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental, con el cual se pretenden alcanzar las metas de todos los programas , y verificar el cumplimiento de los objetivos ambientales del proyecto en sus diferentes etapas. Estos programas propuestos se pueden observar en la siguiente figura:

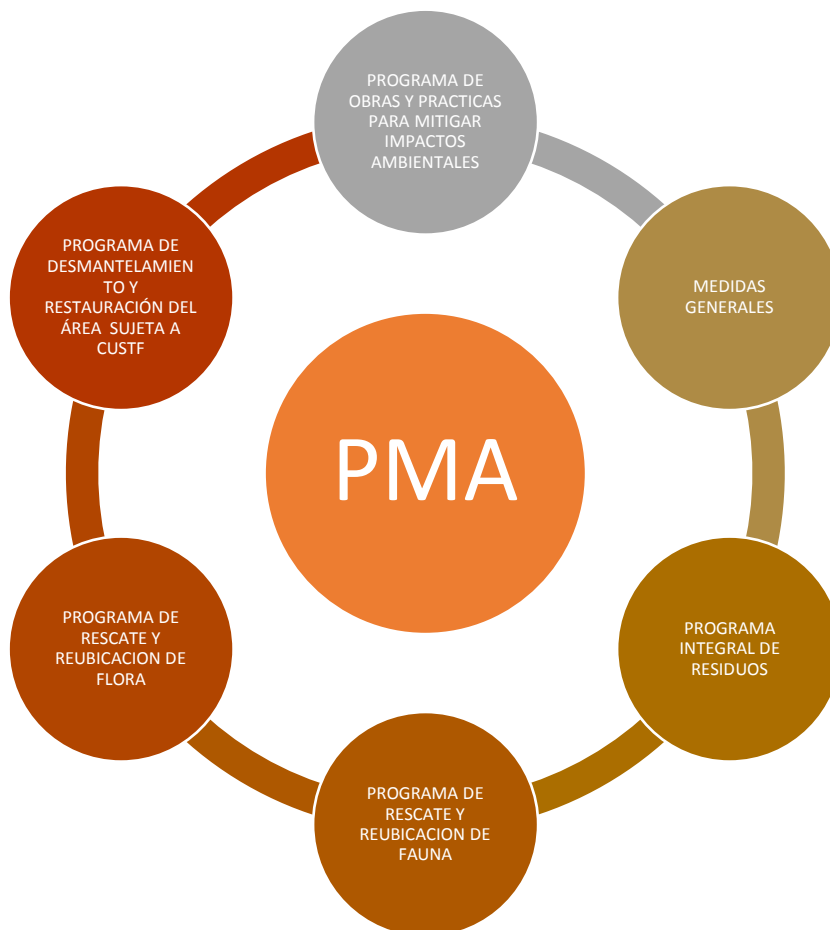


Figura VII.2.1. 1. Estructura de los programas propuestos en el DTU-R.

El Programa de Manejo Ambiental está conformado por cinco programas y por las medidas de mitigación generales que se proponen en el presente estudio:

Programa de Manejo Ambiental (PMA)

1. Programa de rescate y reubicación de flora
2. Programa de rescate y reubicación de fauna
3. Programa de desmantelamiento y restauración del área sujeta a CUSTF
4. Programa de Obras y prácticas para mitigar impactos ambientales
5. Programa Integral de Residuos
6. Medidas de mitigación generales



Figura VII.2.1. 2. Estructura del Programa de Manejo Ambiental

El Programa de Manejo Ambiental es un instrumento de gestión que deberá ser entendido como una herramienta dinámica, y por lo tanto variable en el tiempo, el cual deberá ser actualizado y mejorado en la medida que los programas se vayan implementando, la significancia de los impactos previstos cambie, se modifique sustancialmente el proyecto, la eficiencia de la medida no sea adecuada o difiera de lo previsto inicialmente.

El responsable del cumplimiento del Programa de Supervisión Ambiental y cada uno de los programas que lo conforman es la promovente, en este caso la empresa Los Santos Solar II, S.A.P.I. de C.V., la cual se encargará de que el personal a cargo de la ejecución de cada uno de los programas tenga la capacidad y experiencia técnica para llevar a cabo cada una de las acciones propuestas en dichos programas. De esta manera, la promovente se encargará de la contratación, en función de la complejidad del tema y los alcances de cada programa, de especialistas, empresas especializadas, organizaciones no gubernamentales e instituciones académicas con experiencia en el tema con el fin de garantizar el cumplimiento de las obligaciones aplicables, las medidas de mitigación y/o compensación establecidas en el DTU-R del proyecto, las medidas establecidas por la autoridad, así como las acciones voluntarias en protección y conservación de los ecosistemas involucrados.



VII.2.2 OBJETIVOS

VII.2.2.1 Objetivo General

- Orientar y coordinar las acciones previstas para el cumplimiento de las obligaciones aplicables, las medidas de mitigación y/o compensación establecidas en el DTU-R del proyecto, las medidas establecidas por la autoridad, así como las acciones voluntarias en protección y conservación de los ecosistemas involucrados.

VII.2.2.2 Objetivos Particulares

- ✓ Verificar el cumplimiento de todas las obligaciones ambientales del proyecto en sus diversas etapas de implementación, incluyendo la legislación y normatividad ambiental aplicable.
- ✓ Verificar el cumplimiento de todas y cada de las medidas de mitigación, prevención y/o compensación propuestas en el DTU-R, y de aquellas que de manera voluntaria se han diseñado a fin de atenuar los posibles impactos adversos ambientales identificados y evaluados para el proyecto.
- ✓ Detectar impactos no previstos, en el Documento Técnico Unificado Regional.
- ✓ Integrar la información y las evidencias documentales necesarias para informar periódicamente a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y demás instancias de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) que lo requieran, sobre el cumplimiento de las obligaciones ambientales y el desempeño ambiental del proyecto, entregando copias del mismo en la oficinas centrales de la PROFEPA y en la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la SEMARNAT (DGIRA).

El presente programa es el instrumento mediante el cual el promovente asume la responsabilidad de vigilar el cumplimiento de la normativa ambiental vigente, las medidas propuestas en el DTU-R.



Mediante la aplicación en tiempo y forma del programa se llevarán a buen término las acciones propuestas para la minimización de los impactos ambientales que se generarán por la realización del proyecto “Los Santos Solar II”. Además, permitirá el seguimiento de impactos de difícil predicción, así como la posible ejecución de medidas correctoras *in situ*, en caso de que las propuestas se demuestren insuficientes, la detección de posibles impactos no previstos y estimación de la incidencia real de aquellas afecciones que se valoraron potencialmente en su momento.

Este programa va dirigido a todas las personas que participen en todas las etapas del proyecto:

- Contratistas
- Director de Obras
- Personal Operativo

El programa de manejo ambiental tendrá dos ámbitos de aplicación:

- I. El control de la calidad de la obra, es decir, revisión de que se ejecute según lo contemplado en el proyecto civil en materia ambiental.
- II. El control de la calidad de los componentes del entorno, a través de la medición o del cálculo de sus parámetros de estado, para así ir comprobando la evolución y desarrollo de las medidas de acuerdo con lo previsto.

La implementación de este programa estará a cargo de un equipo multidisciplinario encabezado por un Coordinador de medio ambiente, el cual deberá mantener comunicación permanente con los auxiliares técnico ambiental (ver siguiente figura).

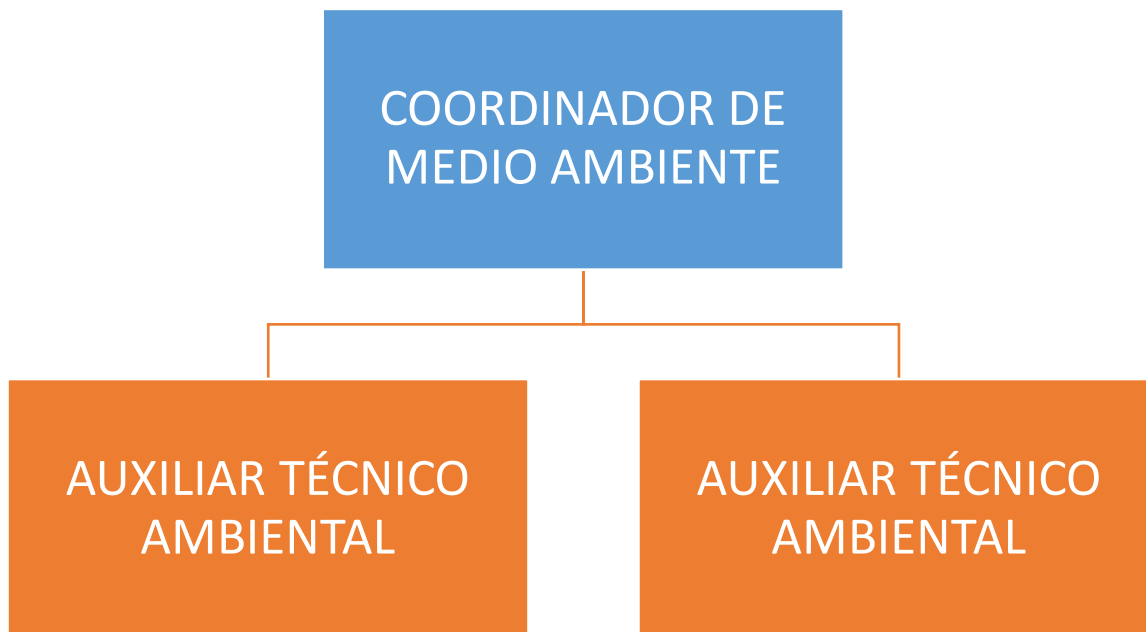


Figura VII.2.2.2. 1. Estructura de la Coordinación Ambiental

Si bien es cierto que se trata de un proyecto de dimensiones menores y el tiempo estimado para su construcción también es corto (aproximadamente 2 años) comparado con otro tipo de proyecto de generación de energía eléctrica, es necesario contar con una estructura administrativa y técnica mínima con el fin de atender los diferentes aspectos que el Manejo Ambiental comprende, ya que esta abarca desde rescate de flora y fauna, reforestación, residuos, restauración de suelos, entre otros. Cabe señalar que el número de personal involucrado para la ejecución de los programas puede ajustarse en función del perfil y experiencia de la empresa ambiental y/o los especialistas contratados para tal fin, de tal manera que un especialista o empresa especialista puede cumplir con varias funciones y abarcar varios programas.



VII.2.3. PERFIL DEL PERSONAL

VII.2.3.1 Coordinador del Manejo Ambiental

El Coordinador debe ser un profesional del área ambiental, con un conocimiento detallado de la problemática ambiental del proyecto y, de ser posible, que haya participado en la elaboración del Programa de Manejo Ambiental del mismo.

El Coordinador del Manejo Ambiental cumplirá con las siguientes funciones y obligaciones:

1. Realizar la coordinación general de manera integral del cumplimiento de las obligaciones adquiridas en materia ambiental, tanto de los aspectos físicos, bióticos y sociales por parte de los diferentes actores involucrados en las etapas del proyecto.
2. Coordinar la ejecución de los programas y medidas propuestas, así como de aquellas de urgente aplicación que no fueron identificadas dentro del DTU-R ni en el PMA.
3. Sostener reuniones periódicas de seguimiento con la estructura de supervisión y gestión ambiental del contratista, en las cuales realizará las observaciones a la ejecución de sus actividades.
4. Conocer en detalle el proyecto y los compromisos ambientales que implica en cada una de las etapas, así como velar por su cumplimiento en los tiempos y formas establecidos para cada uno de ellos.
5. Elaborar los informes del debido cumplimiento del manejo ambiental.
6. Revisar, tramitar y actualizar los documentos derivados de la ejecución e inspección de las medidas ambientales en los tiempos y formas establecidos por las autoridades correspondientes.
7. Mantener en orden y actualizado los informes y expedientes ambientales de cada uno de los programas ambientales y medidas de mitigación propuestos en el DTU-R.
8. Mantener las relaciones establecidas con las entidades ambientales locales y regionales.



VII.2.3.2 Auxiliar técnico ambiental

Este grupo estará conformado por profesionales especialistas en campos específicos del manejo ambiental, y prestará asesoría a la Supervisión Ambiental en el campo, en los temas relacionados con cada una de sus especialidades, principalmente en la evaluación de las medidas u obras concretas. Estos coordinadores son los responsables de la ejecución de cada programa y de un equipo de trabajo, el cual puede atender uno o varios programas de acuerdo al perfil y experiencia en la materia.

El grupo ejecutor tendrá las siguientes funciones:

1. Realizar labores de supervisión permanentemente sobre el desarrollo de los trabajos correspondientes al PMA.
2. Dar trámite a las quejas o motivaciones escritas a que haya lugar por el incumplimiento de las normas u omisión de las obras necesarias, de acuerdo con los mismos procedimientos generales establecidos para la interventora del proyecto.
3. Participar directa y permanentemente en los comités de obra del proyecto, como parte integral de la Supervisión de Campo.
4. Diseñar conjuntamente con el equipo de supervisión de campo, los formatos de seguimiento y evaluación de las labores de campo, así como de manejo de los datos de soporte de los indicadores.
5. Conocer en detalle las medidas y Programas de cumplimiento ambiental a ejecutarse propuestas en el DTU-R, así como asignar responsables de la aplicación de cada uno de ellos.
6. Verificar la aplicación de las medidas de mitigación contenidas en los diferentes programas de conformidad con los respectivos cronogramas de actividades de cada Programa ambiental y del Programa de Actividades del Proyecto.
7. Asesorar al personal encargado de la obra en materia ambiental.
8. Verificar la ocurrencia de situaciones de afectación no previstas.
9. Supervisar la ejecución de los programas y obras específicas de manejo, control y mitigación ambiental.



10. Realizar la inspección ambiental en el campo y diligenciar los documentos de seguimiento y control que se diseñen para el efecto.
11. Ejercer el seguimiento de los problemas ambientales, identificados previamente o no, que se presenten en el proyecto.
12. Mantener el registro y estadística de la ocurrencia de hechos importantes desde el punto de vista ambiental (fecha, sitio de ocurrencia, tipo de evento, posibles causas identificadas, medidas correctivas implementadas).
13. Mantener contacto permanente con el Coordinador general, y suministrarle informes semanales de las actividades ejecutadas.

VII.2.4. IMPACTOS QUE SERÁN ATENDIDOS CON SU RESPECTIVA MEDIDA.

En la siguiente tabla se presenta los impactos ambientales que serán atendidos con la implementación del Programa de Manejo Ambiental y los diferentes programas ambientales lo conforman y que se ejecutarán en el proyecto durante sus diferentes etapas, y en donde quedan incluidas las medidas y programas propuestos en el DTU-R.



Tabla VII.2.4. 1. Programas e impactos que se atenderán.

Impacto Ambiental	Programas y medidas de mitigación que integran el Programa de Manejo Ambiental					
	Programa de Manejo Ambiental	Programa de Rescate y Reubicación de Flora	Programa de Rescate y Reubicación de Fauna	Programa de Obras y Practicas para Mitigar los Impactos	Programa de Desmantelamiento y Restauración del Área sujeta a CUSTF	Medidas Generales
Pérdida de cobertura vegetal						
Pérdida de suelo						
Alteración y/o modificación de los paisajes naturales						
Contaminación de partículas suspendidas						
Afectación a hábitat de ecosistemas terrestres						
Pérdida o afectación a especies de flora						
Pérdida o afectación a especies de fauna						
Contaminación del suelo por residuos sólidos y líquidos						
Pérdidas o afectación de especies de fauna incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010						
Pérdidas o afectación de especies de flora incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010						



VII.2.5. METODOLOGÍA A SEGUIR PARA LLEVAR EL SEGUIMIENTO DE LAS MEDIDAS.

El seguimiento de la aplicación del Programa y de las medidas de mitigación se efectuará haciendo revisiones directas en campo y de manera periódica en los diferentes frentes de trabajo.

Por otra parte, se hará la revisión periódica de las bitácoras de cada uno de los Programas que serán implementados.

VII.2.6 ACCIONES DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO

El monitoreo y seguimiento se efectuará mediante la recopilación y el análisis de los datos recabados en campo y su valoración cuantitativa, derivados de los programas específicos, a partir de ellos podrán obtenerse índices o frecuencias que sean susceptibles de ser evaluadas y analizadas, y en su caso, aplicar medidas correctivas.

VII.2.7 INDICADORES PARA EVALUAR LA EFICIENCIA DEL PROGRAMA

A continuación, se enlistan los indicadores que serán empleados para evaluar la eficiencia del Programa de Manejo Ambiental.

- ✓ Reporte de las acciones cumplidas de acuerdo a lo establecido en el DTU-R.
- ✓ Número de reuniones de planificación con responsables de la operación y mantenimiento del proyecto. Lista de acuerdos y medidas concertadas.
- ✓ Informes periódicos durante las etapas de preparación y construcción y operación ante a la PROFEPA y la DGIRA-SEMARNAT.
- ✓ Listas de chequeo de cumplimiento de obligaciones voluntarias por parte de los actores involucrados en las diferentes etapas e integración de la documentación oficial necesaria para comprobarlo.

VII.2.8 PROGRAMA CALENDARIZADO

La aplicación del Programa se realizará durante las diferentes etapas del proyecto incluyendo la fase de abandono. Para lo cual se proponen diferentes alcances y duración de monitoreo y seguimiento, en función del aspecto que se trata. A continuación, se presenta el cronograma de actividades:



VII.2.8. 1. Programa Calendarizado para el Cumplimiento de acciones y medidas del PMA.

PROGRAMA y/o MEDIDA DE MITIGACIÓN	Previo al inicio de remoción		Etapa de Preparación del sitio y Construcción															Etapa de Operación												Etapa de Cierre y Abandono						
	AÑO 1												AÑO 2 Y 3			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12...	33	34	35								
	MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16...	30																		
Programa de Manejo Ambiental																																				
Programa de Rescate y Reubicación de Flora																																				
Programa de Rescate y Reubicación de Fauna																																				
Programa de Obras y Prácticas para Mitigar Impactos																																				
Programa de desmantelamiento y Restauración del Área sujeta a CUSTF																																				
Baños portátiles																																				
Contenedores de residuos sólidos																																				
Resguardo de maquinaria																																				
Jornadas laborales diurnas																																				
Remediación de suelos por derrame de hidrocarburos																																				



VII.2.9 ACCIONES PREVENTIVAS O CORRECTIVAS EN LA EVENTUALIDAD DE QUE SE PRESENTEN DESVIACIONES EN LAS VARIABLES BAJO CONTROL.

Las acciones correctivas consistirán en buscar la causa raíz de la desviación o incidente e incrementar la frecuencia de los recorridos de supervisión, revisión de bitácoras, solicitud de informes a los responsables de la aplicación de los diferentes programas ambientales que serán implementados, supervisión en la aplicación de las medidas correctivas establecidas en cada programa, aplicación de sanciones al personal que incumpla en la aplicación de las medidas de mitigación contenidas en los Programas.

VII.2.9.1 INFORME DE RESULTADOS

Para informar sobre el cumplimiento del presente programa se presentará un informe anual donde se puntualizará los avances en el desarrollo de cada uno de los programas y medidas de mitigación, de acuerdo con las etapas del proyecto.

VII.3 Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso de suelo

Esta acción se realizara en la etapa de cierre y abandono a través de actividades encaminadas a restituir el área afectada por la ejecución del CUSTF a condiciones similares a las que tenía originalmente, para ello se propone regresar al suelo orgánico una textura y porosidad de manera mecánica (Subsuelo y discado), seguidamente realizar actividades de conservación de suelos y captación de agua de precipitación pluvial, como es la siembra de pasto y la elaboración de terrazas individuales, estas últimas también para realizar la reforestación en cada una de las terrazas. Los costos para esta actividad se describen a continuación:



Tabla VII.3. 1. Estimación del costo de las actividades de restauración.

Supervisión, monitoreo e informes de acciones y actividades de restauración del área del CUSTF				
CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	PERIODO DÍAS	TOTAL
Coordinador medio ambiente	1	1,500	80	120,000
Auxiliar Técnico	2	500	80	80,000
Total				\$ 200,000

MATERIALES E INSUMOS			
CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
GPS	1	3,000.00	3000
Cámara Fotográfica	1	7,000.00	7000
Zacate nativo	731	350	255850
Clisímetro	1	950	950
Cinta métrica	3	115	345
Pala de pico	10	195	1950
Talacho	10	358	3580
Azadón	10	195	1950
Guantes de carnaza	10	85	850
Pick Up (renta diaria)	365	1,100	401500
Libretas para registro	3	40.6	121.8
lápices	9	4.6	41.4
Plumas	9	3.8	34.2
Cinta de color fosforescente	5	50	250



MATERIALES E INSUMOS			
CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
Señalamiento de alta visibilidad (2 x 1 m)	1	2,500	2500
Gasolina	950	14.81	14069.5
Total			\$693,991.9

EQUIPO Y MAQUINARIA				
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
Riiper (subsuelo)	Has	11.2226	2000	22445.2
Tractor (discado)	Has	119	2000	238000
Siembra de pasto	Has	119	2000	238000
Total				\$498,445.2

COSTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE TERRAZAS INDIVIDUALES				
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	CANTIDAD REQUERIDA	COSTO DE ACTIVIDAD
Limpia de terreno	Jornal	300	0.75	225
Excavación	Jornal	300	2	600
Conformación de bordo	Jornal	300	1	300
Costo en 100 Terrazas individuales				1125
Costo por terraza				11.25
Costo por hectárea				12375
Superficie CUSTF				119.663965
Costo por Terrazas Individuales del CUSTF				1,480,841.57
Nota: 300= Salario mínimo pagado para auxiliares generales 2019				



COSTO PARA LA REFORESTACIÓN (RESTAURACIÓN)				
CONCEPTO	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	CANTIDAD REQUERIDA	COSTO DE ACTIVIDAD
Adquisición y transporte de árboles plantación	Arboles	20	1100	22000
Adquisición y transporte de árboles mantenimiento	Arboles	20	330	6600
Plantación de arboles	Jornal	300	12	3600
Seguimiento y Mantenimiento	Jornal	300	4	1200
Costo de Reforestación por hectárea				33400
Superficie Restauración CUSTF				119.663965
Costo Reforestación (Restauración) CUSTF				3996776.431
Densidad por hectáreas				1,100
Costo por planta				30
Densidad de mantenimiento de reforestación: 30% de densidad de reforestación (1100) = 330 plantas por hectárea				
Nota: 300= Salario mínimo pagado para auxiliares generales 2019				

Concepto	TOTAL
Resumen costo de personal	200,000
Costo de materiales e insumos restauración del CUSTF	693,991.90
Equipo y maquinaria	498,445.20
Construcción de terrazas individuales	1,480,841.57
Reforestación y mantenimiento (restauración)	3,996,776.43
Total	\$6,870,055.10

El costo total del Programa de Restauración de Suelos y Reforestación es de **\$6,870,055.10** (seis millones ochocientos setenta mil cincuenta y cinco pesos 10/100 M.N.).



CAPÍTULO VIII

PRÓNOSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.



VIII.1. Descripción del escenario sin proyecto

Para realizar la descripción del escenario sin proyecto se tomó como base el diagnóstico realizado para el sistema ambiental donde se pretende realizar el Proyecto “Los Santos Solar II”. Como ya se mencionó en el Capítulo IV, el área donde se pretende realizar el proyecto cuenta con impacto por actividades agropecuarias y otros parques fotovoltaicos. (Figura VIII.1) En un futuro, el área en un escenario sin proyecto presentaría un impacto ambiental negativo por la actividad agropecuaria que se lleva a cabo en el área, los gases de efecto invernadero producidos por esta actividad y el importante uso de los recursos naturales utilizados para esta misma. Además, el área donde se encuentra el proyecto continuara como una zona fragmentada por los caminos que ya existen en la zona.

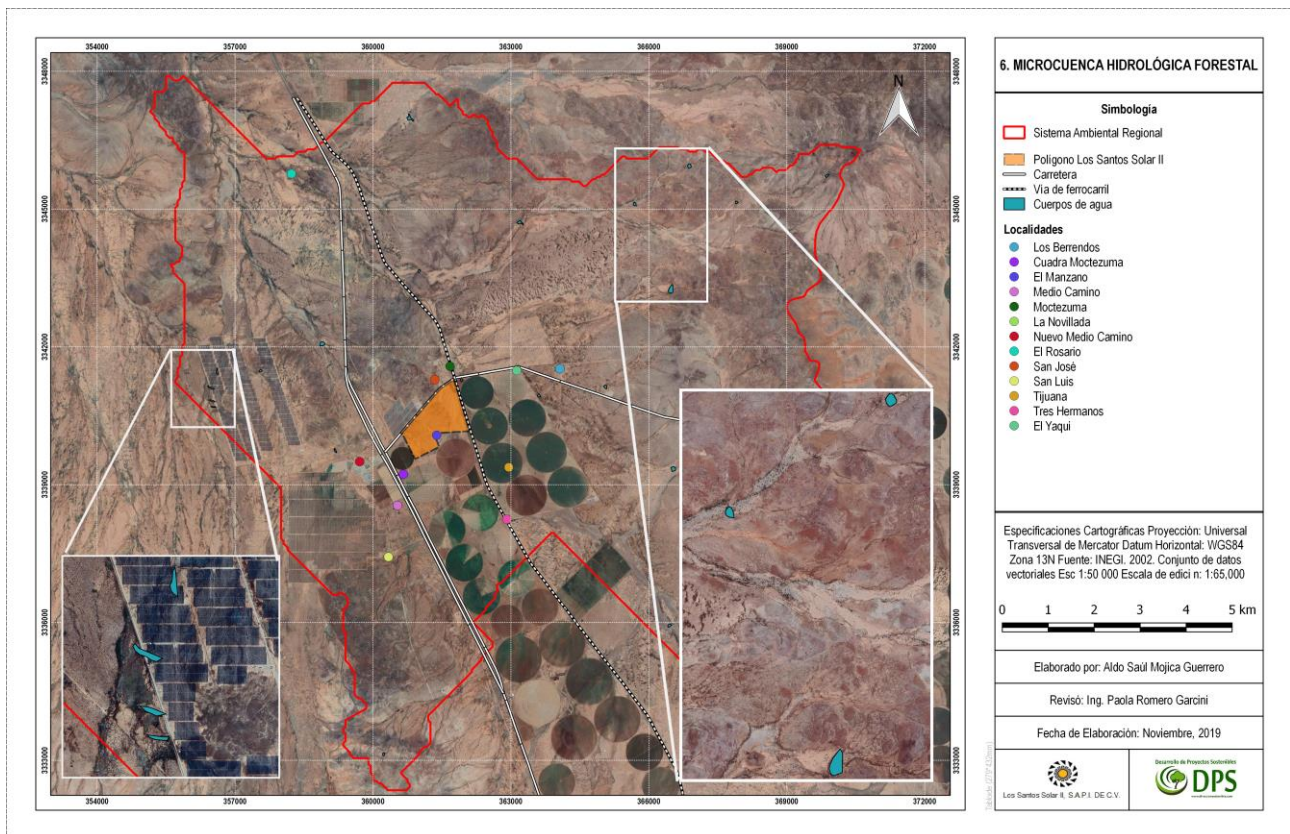


Figura VIII.1 Sistema Ambiental Regional sin el proyecto

Clima y atmósfera

El clima en el SAR es considerado como Muy Seco Templado (BWkw), que se caracteriza por desértico, el clima es muy difícil de percibir si hay modificaciones, aun cuando el área del SAR tiene gran influencia antropogénica, como la agricultura que cambia la vegetación e incorpora a la superficie agua subterránea, e infraestructura. El ruido en el sitio es de muy bajo a nulo, únicamente existen sonidos por la relación de la fauna, la flora y el ambiente, ocasionalmente se presenta la circulación de vehículos en la carretera cercana y el paso del tren, que podrían provocar niveles de



ruidos bajos a moderados. La calidad atmosférica es buena, puesto que no existen emisiones fijas a la atmósfera y muy esporádicamente circulan fuentes móviles por el lugar, solamente se presentaría las emisiones por la actividad pecuaria que se realiza en el lugar. La atmósfera se ve afectada por el levantamiento de partículas de polvo-arena y polen, que son ocasionado por las corrientes de viento.

Suelo

El sitio continuara con un proceso lento de erosión y degradación de suelos. Las actividades pecuarias generarían compactación del suelo en algunas zonas. El clima puede influir en este proceso debido a que el viento levanta partículas de polvo y arena y las desplaza constantemente.

Topografía

Actualmente las únicas actividades que producen impacto son la erosión hídrica y eólica, que arrastran partículas de polvo, sedimentos y suelo.

Hidrología

El agua de las precipitaciones se infiltra y de esa manera se recargan los acuíferos de la zona. El resto del agua se escurre. Sin el proyecto, el área del SAR tiene un volumen total precipitado de **44,807,172.17 m³**, de este volumen, el 77.27 % se evapotranspira, de manera que permite que el 3.95 % del agua precipitada escurra y el 18.78 % se infiltre (**Tabla VIII.1**).

Tabla VIII.1 Balance hidrológico en el SAR.

Balance Hidrológico en el SAR		
Parámetros	Volumen (m ³)	%
Volumen precipitado	44,807,172.1700	100
Volumen de evapotranspiración	34,621,764.9600	77.27
Escurrimiento	1,770,928.8010	3.95
Infiltración	8,414,478.4020	18.78

Vegetación

El Matorral Desértico Micrófilo, Pastizal Halófilo, Agricultura de Riego Anual, Pastizal Inducido y la Vegetación Secundaria de Pastizal Halófilo presentan impactos y lenta regeneración. La regeneración de la vegetación es lenta debido a que dentro del área se cuenta con suelos pobres en materia orgánica, que retrasan el proceso de revegetación del sitio. Sin embargo, a largo plazo pueden superarse las etapas secundarias y regresar a un estado normal.

Fauna



El área del proyecto es un lugar donde ya se cuenta con impacto ambiental y la fauna que se encuentra presente se adaptó a estas condiciones. Por lo que la fauna con el paso del tiempo no sufrirá afectación significativa por parte de maquinaria o fuentes móviles en la zona.

Paisaje

A simple vista se logra apreciar la alteración en el paisaje que rodea al proyecto. Se observan otros parques fotovoltaicos y zonas de agricultura intensiva. Dejar el área intacta permitirá la recuperación de la funcionalidad y dinámica de esa superficie. Aunque se tardaran muchos años para que se regenere la composición y estructura del suelo.

Socioeconómico

Existen actividades agropecuarias, subestación eléctrica, un parque fotovoltaico que ayudan a la generación de empleo e ingresos a las comunidades cercanas.

VIII.2. Descripción del escenario con proyecto

Para realizar la construcción de este escenario se tomó como base las tendencias de cambio descritas en el apartado **VIII.1** y sobreponiendo los impactos ambientales relevantes que generara el proyecto en el sistema ambiental regional.

Cuando se llevan a cabo proyectos que impliquen en su ejecución el cambio de uso de suelo en terrenos forestales traen consigo la aceleración de degradación ambiental.

Para el Sistema Ambiental Regional y principalmente para el área donde se localiza el sitio del proyecto, si este se llevara a cabo sin poner en práctica las medidas de mitigación necesarias, la vegetación, la fauna, el suelo, el aire y el agua resultaría afectados ya que existiría un proceso más acelerado de degradación y ya que es un sistema ambiental el impacto que tengan estos componentes afectaría a los otros recursos asociados.

Clima y atmósfera

Al realizar el proyecto, y sin poner en práctica las medidas de mitigación, el microclima del área del proyecto se vería afectado al remover la vegetación y esta tiene una función de reguladora del clima a nivel del suelo, el ruido que existiría en el área podría generar el ahuyentamiento de las especies de fauna. Generación de emisiones por parte de maquinaria, polvo y materias orgánicas. Durante la habilitación de las estructuras se llevará a cabo el intercambio de material, por lo que se generará el levantamiento de partículas del suelo por parte de la maquinaria, los residuos generados por el personal, los residuos de construcción de maquinaria o equipo.



Suelo

Se generarán residuos sólidos urbanos y aguas residuales, que pueden contaminar al suelo si no son manejados correctamente. También el uso de vehículos, maquinaria y equipos pueden provocar el derrame de aceites o sustancias que contaminen el suelo. Con la remoción de la cubierta vegetal se expone el suelo a factores erosivos. Se reduce el número de especies que tienen poca habilidad para reproducirse o que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Topografía

La erosión eólica en conjunto con el tránsito de vehículos removerá la materia orgánica del suelo evitando su regeneración natural.

Hidrología

Los residuos que pudieran generar el personal participe en la actividad, es un factor que aumenta la posibilidad de contaminación de agua superficial y subterránea. La remoción de la vegetación posiblemente cause cambios en los elementos del balance hídrico del área del proyecto ya que la vegetación es un valor para los cálculos generados (**Tabla VIII.2**). También hay posibilidad de que se derrame accidentalmente hidrocarburos de la maquinaria que es utilizada en esta actividad.

Comparación del balance hidrológico a nivel SAR al ejecutar el cambio uso de suelo

Tabla VIII.2 Balance hidrológico del SAR al ejecutar el cambio uso de suelo.

Balance hidrológico en el SAR				
Parámetro	Actual	Al ejecutar el CUSTF		
	Valor (m ³)	Alteración (+/-)	Valor (m ³)	%
Volumen precipitado	44,807,172.1700	0	44,807,172.1700	100
Volumen de evapotranspiración	34,621,764.9600	76857.6996	34,544,907.2604	-0.17
Escurrimiento	1,770,928.8010	29261.3815	1,800,190.1825	0.07
Infiltración	8,414,478.4020	47596.3181	8,462,074.7201	0.11

Al ejecutar el cambio uso de suelo en el área propuesta observamos que la evapotranspiración del SAR se ve disminuida en un **0.17%**, el escurrimiento se incrementa en un **0.07%** y la infiltración incrementa en un **0.11%**.

Vegetación

Se removerá la vegetación espontanea que surgió en el polígono del proyecto que no haya sido rescatada. En este escenario se presentará la disminución de cobertura vegetal original y también se afectará el hábitat de las especies de interés durante la actividad de remoción de cubierta vegetal.



Además, se reduce el número de especies que tienen poca habilidad para reproducirse o que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Fauna

La ejecución del proyecto permanecería sin los componentes ambientales para el asentamiento definitivo de ejemplares de fauna. El personal al encontrarse con un espécimen de fauna, ya sea que se encuentre o no en la categoría de protección, lo reubicará en un área alejada del proyecto. La maquinaria que se utilizará para el transporte de materiales e instalación de las estructuras de los paneles, producirán ruido al ambiente y provocarán estrés y posible atropellamiento a los ejemplares que se encuentren cerca del área del proyecto.

Paisaje

El desarrollo del proyecto generará bajo impacto en el paisaje de la zona, las áreas aledañas al proyecto se encuentran impactadas con otras zonas de agricultura, proyecto fotovoltaico, subestación eléctrica e infraestructura antrópica.

Socioeconómico

El desarrollo del proyecto generará una fuerte derrama económica en la localidad. La adquisición de servicios y el empleo ayudarán durante el tiempo de vida del proyecto a generar una entrada de ingresos extra a las comunidades aledañas.

VIII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

Como ya se ha visto a lo largo de este estudio, el proyecto causara algunos impactos en el área donde se encuentra, también se puede presentar el riesgo de que sucedan situaciones adversas, sin embargo, como ya fueron mencionadas en el Capítulo VII existen estrategias para la prevención y mitigación de estos impactos ya sean acumulativos o residuales. En este apartado se describe el escenario considerando las medidas de mitigación.

Clima y atmósfera

Se propone la siembra de pasto nativo y barrera perimetral con *Prosopis glandulosa*, adicional bajo los paneles se crean sombras, lo que ayuda a regresar a condiciones similares de temperatura el área del proyecto. Al realizar el proyecto se generarán ruidos, como medida preventiva los mantenimientos de maquinaria, equipo y vehículos y como medida de mitigación para los niveles altos se tiene en cuenta el uso obligatorio de protección auditiva del personal que este expuesto a altos niveles de este y/o durante periodos prolongados. La fauna que se encuentre en el lugar será



ahuyentada por el ruido, si no fuera así será reubicada en un lugar de condiciones iguales a donde se encontró.

Suelo

En el área del proyecto se generarán residuos sólidos urbanos, para atender esto se instalarán contenedores para que sea depositados. Se instalarán sanitarios portátiles (1 cada 15 personas) y fosa colectora para evitar que los desechos estén directamente en el suelo y sea afectado. En caso de derrame de combustibles o aceites sobre el suelo se deberá realizar la remediación del sitio atendiendo las especificaciones de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Con la remoción de la cubierta vegetal se expone el suelo a factores erosivos es por eso por lo que se llevara a cabo la siembra de pasto bajo los paneles, barrera visual perimetral y/o terrazas individuales.

Topografía

El área se del proyecto se encuentra en terrenos planos, donde no es necesario cortes de cerros o rellenos de hondonadas de pendientes fuertes. Para realizar aperturas de nuevos caminos en el área se propone obtener el suelo de bancos de material autorizados y utilizar como base el material sin interés proveniente de material de rechazo y así se evitará usar otras áreas que alteren la topografía. También para no alterar la topografía, la maquinaria, equipo y vehículos que transiten por caminos internos no deberán rebasar los 20 km/ hora y los que transiten en los caminos de acceso no deben de rebasar los 60 km por hora, para poder mantener la estructura de la topografía de la zona, los individuos rescatados que se reubicarán se distribuirán en forma similar al tipo de vegetación del área.

Hidrología

Para poder evitar la contaminación de agua se instalarán sanitarios portátiles para el personal que laborara en el sitio del proyecto. También se instalarán contenedores para la clasificación, recolección y disposición de residuos. Durante las actividades del proyecto es posible un derrame de hidrocarburos, para evitar este tipo de accidentes los servicios de mantenimiento y carga de combustibles de la maquinaria equipo y vehículos se realizará afuera del área de proyecto por empresas autorizadas, en caso de no hacerse afuera se asignará un área especialmente para ello. No se permitirá el acceso a los vehículos o maquinaria que visiblemente tenga fugas o derrames, esto para prever la contaminación de mantos acuíferos.

Vegetación

En este escenario en el área donde se llevará a cabo el proyecto se rescatarán y reubicarán las especies de flora en el SAR en un área que presente el mismo tipo de vegetación de donde sea obtenida la especie, al llevar a cabo esta medida se espera una sobrevivencia mayor de 80% de los



individuos. Se propone la siembra de pasto nativo y barrera visual perimetral con *Prosopis glandulosa* y se conservará el contenido de germoplasma de la vegetación original.

Fauna

En caso de que se encontrara la presencia de algún espécimen de fauna se aplicaran técnicas de ahuyentamiento y en caso de que este permanezca aun en el área del proyecto y tenga por su madurez o fragilidad, por su importancia ecológica, hábitos alimenticios, arraigo territorial y condición biológica se procederá a su rescate y reubicación en un área que tenga las mismas condiciones del lugar donde se encontró. Se colocarán contenedores de residuos sólidos urbanos para que la fauna no sea atraída o por los residuos orgánicos que se pudieran encontrar en el suelo. Al personal que participe en el proyecto se les brindarán platicas de educación ambiental en las diferentes etapas del proyecto en las que se hable sobre daños, apropiación y legislación referente a la fauna silvestre.

Las fuentes móviles no podrán rebasar una velocidad de 20 km/h y en los accesos al proyecto no rebasarán una velocidad de 60 km/h para evitar atropellamiento de fauna. Para poder asegurar desplazamiento y dispersión de la fauna, durante la remoción de vegetación deberá realizarse de forma gradual para a propiciar este desplazamiento. Al rescatar y reubicar la fauna que se encuentre dentro del área del proyecto se espera un número de individuos dañados menor a 5%



VIII.4. Pronóstico ambiental

VIII.4.1 Clima y atmósfera

Tabla VIII.3 Pronóstico ambiental de clima y atmósfera.

Clima y atmósfera	
ESTADO	PRESIÓN
<p>El clima en el SAR está definido como muy seco templado (BWkw). Este clima se caracteriza por ser desértico; presentar temperaturas templadas con un verano cálido, las temperaturas medias son: anuales 12° a 18 °C, del mes más frío entre -3° y 18 °C y del mes más cálido > 18 °C; con lluvias en verano o escasas todo el año. Los vientos dominantes provienen principalmente del noroeste y suroeste con una velocidad promedio de 12.93 km/h.</p>	<p>Al realizar el desmonte en 119.663965 Has de vegetación para el cambio uso de suelo, puede facilitar las partículas suspendidas y emisión de gases de combustión por el uso de vehículos, equipo y maquinaria.</p>
ESCENARIO 1: SIN EL PROYECTO	
Pronóstico ambiental	
<p>El ruido en el sitio es de muy bajo a nulo, únicamente existen sonidos por la relación de la fauna, la flora y el ambiente, ocasionalmente se presenta la circulación de vehículos en la carretera cercana y el paso del tren, que podrían provocar niveles de ruidos bajos a moderados. La calidad atmosférica es buena, puesto que no existen emisiones fijas a la atmósfera y muy esporádicamente circulan fuentes móviles por el lugar, solamente se presentaría las emisiones por la actividad pecuaria que se realiza en el lugar. La atmósfera se ve afectada por el levantamiento de partículas de polvo-arena y polen, que son ocasionado por las corrientes de viento.</p>	
IMPACTOS AMBIENTALES	ESCENARIO 2: CON EL PROYECTO, SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN
	Pronóstico ambiental
<ul style="list-style-type: none"> • Niveles de ruido moderados con el uso de la maquinaria y fuentes móviles. • Liberación de gases (GTI) • Se producirán emisiones de gases debido a los vehículos y maquinaria (fuentes móviles) que circulen en el proyecto, mismos que generarán altos niveles de ruido al demoler las edificaciones presentes • Levantamiento de partículas y emisiones por parte de maquinaria, polvo, materiales orgánicos, 	<p>Al realizar el proyecto, y sin poner en práctica las medidas de mitigación, el ruido que existiría en el área podría generar el ahuyentamiento de las especies de fauna. Generación de emisiones por parte de maquinaria, polvo y materias orgánicos. Durante la habilitación de las estructuras se llevará a cabo el intercambio de material, por lo que se generará el levantamiento de partículas del suelo por parte de la maquinaria, los residuos generados por el personal, los residuos de construcción de maquinaria o equipo. También por la remoción de la vegetación se expone la superficie del suelo al aumento de su temperatura superficial.</p>



Clima y atmósfera		
etc. • Generación de emisiones por parte de la maquinaria al remplazo de maquinaria y habilitación de la estructura.	ESCENARIO 3: CON EL PROYECTO Y CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
	Medidas de prevención, mitigación, compensación o restauración	Pronóstico ambiental
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Obligación de uso de equipo de protección auditiva del personal (Curso de inducción de seguridad y medio ambiente a todo el personal del promovente o contratistas que ingresen en el área del proyecto) ✓ Reducción de velocidad en caminos internos y de acceso al proyecto ✓ Actividades de restauración del sitio ✓ Programa de obras y practicas para mitigar impactos ambientales ✓ Medidas de aplicación general 	✓ Para los niveles de ruido generados por las actividades del proyecto se tiene en cuenta el uso obligatorio de equipo de protección auditiva del personal que este expuesto a altos niveles de ruido y/o durante periodos prolongados. La fauna que se encuentre en el lugar será ahuyentada por el ruido, si no fuera así será reubicada en un lugar con condiciones iguales a donde se encontró. Se propone la siembra de pasto nativo y barrera visual perimetral con <i>Prosopis glandulosa</i> que tendrán la función termorreguladora del suelo superficial, similar a sin proyecto.

VIII.4.2 Suelo

Tabla VIII.4 Pronóstico ambiental de suelo

Suelo	
ESTADO	PRESIÓN
El Sistema Ambiental Regional presenta cinco tipos de suelos; aproximadamente el 35.14% es Regosol, 31.05 % Yermosol, 27.83% Litosol, 3.96% Fluvisol y 2.02 % Xerosol. Actualmente el SAR cuenta con una erosión eólica de 113,700.17 Ton/año y 11,031.2577 Ton/año de erosión hídrica.	Este recurso se encuentra en constante presión debido a la erosión hídrica y eólica que se presenta en el SAR; resultado de la acción de la intemperización y el viento. De manera que resulta en un arrastre de sedimentos en época de vientos y época de humedad. La erosión se ve incrementada por el pastoreo que se da en la región. Al realizar la ejecución del CUSTF se estima un incremento de erosión hídrica de 65.404 ton/año y 1,067.579 ton/año de erosión eólica.
ESCENARIO 1: SIN EL PROYECTO	
Pronóstico ambiental	
El sitio continuara con un proceso lento de erosión y degradación de suelos. Las actividades pecuarias generarían compactación del suelo en algunas zonas. El clima puede influir en este proceso debido a que el viento levanta partículas de polvo y arena y las desplaza constantemente.	



Suelo		
IMPACTOS AMBIENTALES	ESCENARIO 2: CON EL PROYECTO, SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
	Pronóstico ambiental	
<ul style="list-style-type: none"> • Generación de residuos sólidos urbanos. • Residuos de construcción, maquinaria o equipo. • Suelo descubierto y propenso a erosión. • Contaminación del suelo. • Polución por el paso de vehículos. • Derrame accidental de hidrocarburos (aceite, combustible) generados por la maquinaria. • Compactación del suelo por el uso de maquinaria. • Pérdida de la capacidad productiva del suelo al no sustentar la vegetación. • El suelo se verá beneficiado con las actividades de restauración, debido a que la reforestación favorecerá a la recuperación de sus características físicas y químicas originales. Además, las actividades de esta etapa prevendrán la erosión del suelo. En caso de encontrarse sitios que cuenten con suelos contaminados, se realizarán medidas de remediación. 	<p>Se generarán residuos sólidos urbanos y aguas residuales, que pueden contaminar al suelo si no son manejados correctamente. También el uso de vehículos, maquinaria y equipos pueden provocar el derrame de aceites o sustancias que contaminen el suelo. Con la remoción de la cubierta vegetal se expone el suelo a factores erosivos. Se reduce el número de especies que tienen poca habilidad para reproducirse o que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>	
	ESCENARIO 3: CON EL PROYECTO Y CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
	Medidas de prevención, mitigación, compensación o restauración	Pronóstico ambiental
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Instalación de sanitarios portátiles (1 cada 15 personas) y fosa colectora. ✓ Se instalarán contadores de residuos. ✓ Cursos o pláticas sobre el manejo y disposición de residuos ✓ Remediación de suelos por derrame de hidrocarburos ✓ Reducción de velocidad en caminos internos y de acceso al proyecto ✓ Uso de almacén temporal de residuos peligrosos ✓ Resguardo de maquinaria ✓ Construcción de terrazas individuales de un metro de diámetro. ✓ Remoción de la vegetación de manera individual y/o maquinaria ✓ Encausamiento de escorrentías ✓ Programa de obras y prácticas para mitigar impactos ambientales ✓ Medidas de aplicación general 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Como medidas de restauración primero se realizará el desmantelamiento, también se realizará una reforestación con especies arbóreas nativas. ✓ En caso de derrame de combustibles o aceites sobre suelo natural deberá realizarse la remediación del sitio atendiendo las especificaciones de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. ✓ Se disminuirá el derrame de combustibles, residuos o materiales peligrosos, y se evitará la alteración de composición fisicoquímica del suelo ✓ Se reducirá el arrastre del suelo por erosión



VIII.4.3 Topografía

Tabla VIII.5 Pronóstico ambiental de topografía.

Topografía				
ESTADO	PRESIÓN			
<p>El SAR pertenece a la provincia fisiográfica Sierras y Llanuras del Norte, dentro de esta provincia el SAR se establece en la subprovincia fisiográfica Llanuras y Médanos del Norte. Se compone de sierras bajas y abruptas divididas por bajadas y grandes planicies. Existe un rango de elevación entre 1300 a 1500 metros sobre el nivel medio del mar. Presenta aproximadamente un rango de pendiente desde menos 1° hasta 45°. Para el área del SAR no se considera potencial para la ocurrencia de sismos, inundaciones, colapsos ni movimiento en masas.</p>	<p>Este factor se encuentra directamente ligado a la presión de la erosión eólica e hídrica que transportan el material erosionado hacia las partes bajas del SAR donde se depositan. La probabilidad de ocurrencia de fenómenos geológicos es prácticamente despreciable.</p>			
ESCENARIO 1: SIN EL PROYECTO				
Pronóstico ambiental				
Actualmente las únicas actividades que producen impacto son la erosión hídrica y eólica, que arrastran partículas de polvo, sedimentos y suelo.				
IMPACTOS AMBIENTALES	ESCENARIO 2: CON EL PROYECTO, SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN			
	Pronóstico ambiental			
<ul style="list-style-type: none"> Los cambios para realizarse serán sobre la capa superficial del suelo, no se necesitarán grandes excavaciones que modifiquen los componentes mencionados. 	<p>La erosión eólica en conjunto con el tránsito de vehículos removerá la materia orgánica del suelo evitando su regeneración natural.</p>			
	ESCENARIO 3: CON EL PROYECTO Y CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Medidas de prevención, mitigación, compensación o restauración</th> <th>Pronóstico ambiental</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <p>✓ Reducción de velocidad en caminos internos y de acceso al proyecto</p> </td> <td> <p>✓ Se delimitará el área en cada etapa del proyecto para evitar daños a la vegetación que se encuentra fuera del área. ✓ Para realizar apertura de nuevos caminos se propone obtener el suelo de bancos de material autorizado y utilizar como base el material sin interés proveniente de material de rechazo y así evitar usar otras áreas que alteren la topografía. ✓ Para no alterar la topografía, la maquinaria, equipo y vehículos que transiten por caminos</p> </td> </tr> </tbody> </table>	Medidas de prevención, mitigación, compensación o restauración	Pronóstico ambiental	<p>✓ Reducción de velocidad en caminos internos y de acceso al proyecto</p>
Medidas de prevención, mitigación, compensación o restauración	Pronóstico ambiental			
<p>✓ Reducción de velocidad en caminos internos y de acceso al proyecto</p>	<p>✓ Se delimitará el área en cada etapa del proyecto para evitar daños a la vegetación que se encuentra fuera del área. ✓ Para realizar apertura de nuevos caminos se propone obtener el suelo de bancos de material autorizado y utilizar como base el material sin interés proveniente de material de rechazo y así evitar usar otras áreas que alteren la topografía. ✓ Para no alterar la topografía, la maquinaria, equipo y vehículos que transiten por caminos</p>			



Topografía		
		<p>internos no deberán rebasar los 20 km hora y los que transiten en los caminos de acceso no deben de rebasar los 60 km por hora.</p> <p>✓ Para poder mantener la estructura de la topografía de la zona, los individuos rescatados que se reubicarán se distribuirán en forma similar al tipo de vegetación del área.</p>

VIII.4.4 Hidrología

Tabla VIII.6 Pronóstico ambiental de hidrología.

Hidrología	
ESTADO	PRESIÓN
<p>El SAR forma parte de la Región Hidrológica 34 “Cuencas Cerradas del Norte”, en la cuenca hidrológica RH34B “Cuenca R. del Carmen”. Existe una red de drenaje intermitente, como en casi todo el desierto de Chihuahua, esta red se activa al incrementar la precipitación en la temporada de lluvias.</p> <p>Los valores del balance hidrológico del SAR son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Volumen precipitado 44,807,172.17m³ • Volumen de evapotranspiración 34,621,764.96 m³ • Escurrimiento 1,770,928.80 m³ • Infiltración 8,414,478.40 m³ <p>El SAR se encuentra principalmente en el acuífero Flores Magón-Villa Ahumada, dicho acuífero abarca el 92.17% de la superficie del SAR; en la parte sureste del SAR se encuentra el acuífero Lagunas de Tarabillas, el cual cubre el 7.82% del SAR. El área del proyecto únicamente se ubica dentro el acuífero Flores Magón-Villa Ahumada.</p> <p>Cuenta con una veda clasificada como tipo III en la que la capacidad de los mantos acuíferos permite extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros.</p>	<p>En el SAR existe una presión por el aprovechamiento de este recurso principalmente por el uso agrícola, pecuario y doméstico.</p> <p>Al ejecutar el cambio de uso de suelo, la evapotranspiración del SAR se ve disminuida a 34,544,907.2604m³, el escurrimiento se incrementa a 1,800,190.1825m³ y la infiltración a 8,462,074.7201m³.</p>
ESCENARIO 1: SIN EL PROYECTO	
Pronóstico ambiental	
<p>El agua de las precipitaciones se infiltra y de esa manera se recargan los acuíferos de la zona. El resto del agua se escurre. Sin el proyecto, el área del SAR tiene un volumen total precipitado de 44,807,172.17 m³, de este volumen, el 77.27 % se evapotranspira, de manera que permite que el 3.95 % del agua precipitada escurra y el 18.78 % se infiltre.</p>	



Hidrología		
IMPACTOS AMBIENTALES	ESCENARIO 2: CON EL PROYECTO, SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
	Pronóstico ambiental	
<ul style="list-style-type: none"> • Residuos que incremente la posibilidad de contaminación del agua superficial y subterránea. • Cambios en el balance hidrológico por remoción de vegetación. • Derrame accidental de hidrocarburos. • Compactación de las capas inferiores reduciendo la infiltración. • Desviación de escorrentías reduciendo la velocidad del escurrimiento. • Interrupción de flujo natural del agua de lluvia • Transferencia y alto consumo de agua. • Contaminación de agua 	<p>Los residuos que pudieran generar el personal participe en la actividad, es un factor que aumenta la posibilidad de contaminación de agua superficial y subterránea. La remoción de la vegetación posiblemente cause cambios en los elementos del balance hídrico del área del proyecto ya que la vegetación es un valor para los cálculos generados (Tabla VIII.2). También hay posibilidad de que se derrame accidentalmente hidrocarburos de la maquinaria que es utilizada en esta actividad.</p> <p>Al ejecutar el cambio uso de suelo en el área propuesta observamos que la evapotranspiración del SAR se ve disminuida en un 0.17%, el escurrimiento se incrementa en un 0.07% y la infiltración incrementa en un 0.11%.</p>	
	ESCENARIO 3: CON EL PROYECTO Y CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
	Medidas de prevención, mitigación, compensación o restauración	Pronóstico ambiental
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Curso de inducción de seguridad y medio ambiente a todo el personal ✓ Instalación de sanitarios portátiles y fosa colectora ✓ Contenedores de residuos sólidos urbanos ✓ Remediación de suelos por derrame de hidrocarburos ✓ No usar agua de lluvia captada dentro del proyecto o sistema ambiental para ninguna actividad del proyecto ✓ Uso del almacén temporal de residuos peligrosos ✓ Encausamiento de escorrentías 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Para poder evitar la contaminación de agua se instalarán sanitarios portátiles para el personal que laborara en el sitio del proyecto. También se instalarán contenedores para su colección, clasificación, recolección y disposición de residuos. ✓ Durante las actividades del proyecto es posible un derrame de hidrocarburos, para evitar este tipo de accidentes los servicios de mantenimiento y carga de combustibles de la maquinaria equipo y vehículos se realizará afuera del área de proyecto por empresas autorizadas, en caso de no hacerse afuera se asignará un área especialmente para ello. No se permitirá el acceso a los vehículos o maquinaria que visiblemente tenga fugas o derrames, esto para prever la contaminación de mantos acuíferos. 	



Hidrología	
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Siembra de pasto nativo ✓ Terrazas individuales

VII.4.5 Vegetación

Tabla VIII.7 Pronóstico ambiental de vegetación.

Vegetación	
ESTADO	PRESIÓN
<p>Con base a la información cartográfica de INEGI (Serie VI) y la verificación en campo, se presenta vegetación Matorral Desértico Micrófilo 67.42%, Pastizal Halófilo 12.79%, Agricultura De Riego Anual 11.30%, Pastizal Inducido 1.19%, Vegetación Secundaria De Pastizal Halófilo 1.44%, Asentamientos Humanos 0.20% y Parque Solar 5.67%.</p> <p>Matorral Desértico Micrófilo. Es el tipo de matorral formado por arbustos de hoja o foliolo pequeño. Se desarrolla principalmente sobre terrenos aluviales más o menos bien drenados, los terrenos planos y partes inferiores de los cerros; puede estar formado por asociaciones de especies sin espinas, con espinas o mezclados; asimismo pueden estar en su composición otras formas de vida, como cactáceas, izotes o gramíneas.</p> <p>Pastizal Halófilo Comunidad de gramíneas y graminoides que se desarrolla sobre suelos salino-sódicos, por lo que su presencia es independiente del clima; es frecuente en el fondo de las cuencas cerradas de zonas áridas y semiáridas; y en algunas áreas próximas a las costas afectadas por el mar o por lagunas costeras.</p> <p>Agricultura de Riego Anual y Semipermanente Conjunto de actividades y conocimientos desarrollados por el hombre, destinados a cultivar la tierra y cuya finalidad es obtener productos vegetales (como verduras, frutos, granos y pastos) para la alimentación del ser humano y del ganado.</p> <p>Riego: Cuando el suministro de agua utilizado para su desarrollo es suministrado por fuentes externas, por ejemplo, un pozo, una presa, un río, etcétera.</p> <p>Anual: Anuales: Son aquellos cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año o menos, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo.</p> <p>Semipermanentes: Su ciclo vegetativo dura entre uno y diez años, como el caso de la papaya, la piña y la caña de azúcar.</p>	<p>Se propone realizar un cambio de uso de suelo en 119.663965 Has, removiendo la cubierta vegetal presente en esa área. Para disminuir la presión hacia este factor se prevé el rescate y reubicación de las especies que se encuentren bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010. Y siembra de pasto nativo área de paneles.</p> <p>También, existe una presión actual baja en cuanto a actividades agropecuarias en el SAR.</p>



Vegetación		
<p>Pastizal Inducido Esta comunidad dominada por gramíneas o gramínoideas aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia</p> <p>Vegetación Secundaria de Pastizal Halófilo Cuando un tipo de vegetación es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales el resultado es una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea en este caso de pastizal halófilo.</p> <p>Asentamientos Humanos y Áreas desprovistas de Vegetación Elementos que no forman parte de la cobertura vegetal ni de las áreas manejadas pero que incide en su distribución nacional.</p>		
ESCENARIO 1: SIN EL PROYECTO		
Pronóstico ambiental		
<p>El Matorral Desértico Micrófilo, Pastizal Halófilo, Agricultura de Riego Anual, Pastizal Inducido y la Vegetación Secundaria de Pastizal Halófilo presentan impactos y lenta regeneración. La regeneración de la vegetación es lenta debido a que dentro del área se cuenta con suelos pobres en materia orgánica y poca precipitación, que retrasan el proceso de revegetación del sitio. Sin embargo, a largo plazo pueden superarse las etapas secundarias y regresar a un estado normal.</p>		
IMPACTOS AMBIENTALES	ESCENARIO 2: CON EL PROYECTO, SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> • Remoción de cubierta vegetal que no haya sido rescatada y reubicada. • Disminución en la cobertura vegetal original • El rescate y reubicación de individuos implica cambios en la abundancia y densidad en las especies de flora. • Se afectará el hábitat de las especies de interés. 	Pronóstico ambiental	
	<p>Se removerá la vegetación espontánea que surgió en el polígono del proyecto que no haya sido rescatada. En este escenario se presentará la disminución de cobertura vegetal original y también se afectará el hábitat de las especies de interés durante la actividad de remoción de cubierta vegetal. Además, se reduce el número de especies que tienen poca habilidad para reproducirse o que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>	
	ESCENARIO 3: CON EL PROYECTO Y CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
	Medidas de prevención, mitigación, compensación o restauración	Pronóstico ambiental
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Curso de inducción de seguridad y medio ambiente a todo el personal del promotor o contratistas que ingrese al área del proyecto ✓ Uso de almacén temporal de residuos peligrosos ✓ Resguardo de maquinaria 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Al llevar a cabo las medidas de mitigación, rescatando y reubicando las especies de flora se espera una sobrevivencia mayor de 80% de los individuos. ✓ Al ejecutar las medidas de mitigación y restauración, con obras y prácticas de



Vegetación		
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Rescate y reubicación de especies de flora ✓ Remoción de la vegetación de manera Manuel y/o maquinaria ✓ Programa de obras y prácticas para mitigar impactos ambientales ✓ Programa de desmantelamiento y restauración del área de CUSTF. 	<p>conservación y restauración de suelos, siembra de pasto nativo, rescate de flora y reforestación y conservar el germoplasma de la vegetación original, se lleva al área afectada a condiciones similares o mejores al estado actual.</p>

VIII.4.6 Fauna

Tabla VIII.8 Pronóstico ambiental de fauna

Fauna	
ESTADO	PRESIÓN
<p>De acuerdo con los resultados del muestreo de fauna se encontró que son 39 individuos en 12 especies y 10 familias, de las cuales la con más individuos son las Aves con el 35.89%, seguido en forma descendente mamíferos con el 33.33% y al final los reptiles con el 30.76%.</p> <p>Del total se consideran dos especies con Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 <i>Buteo swainsonii</i> y <i>Athene cunicularia hypugaea</i>.</p>	<p>Existe una baja presión por los caminos que ya se encuentran existentes. Con la ejecución del cambio de uso de suelo en una superficie de 119.663965 Has. Se puede generar modificaciones en las interacciones de la fauna al tener caminos que atravesar y nuevas instalaciones.</p> <p>Para minimizar el impacto se realizará el ahuyentamiento o en el dado caso el recate y reubicación de aquellas especies con características particulares de arraigo y lento desplazamiento y aquellas que se encuentren enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010</p>
ESCENARIO 1: SIN EL PROYECTO	
Pronóstico ambiental	
<p>El área del proyecto es un lugar donde ya se cuenta con impacto ambiental y la fauna que se encuentra presente se adaptó a estas condiciones. Por lo que la fauna con el paso del tiempo no sufrirá afectación significativa por parte de maquinaria o fuentes móviles en la zona.</p>	
IMPACTOS AMBIENTALES	ESCENARIO 2: CON EL PROYECTO, SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN
	Pronóstico ambiental



Fauna		
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alteración a la fauna ✓ Ahuyentamiento a la fauna ✓ Desplazamiento y dispersión de la fauna. ✓ Ruido ✓ Rescate de fauna. ✓ Destrucción de nidos y madrigueras de fauna para evitar su regreso ✓ Eliminación de fuentes de alimento para la fauna con la remoción de vegetación. ✓ Presencia de personas vehículos, maquinaria y equipo incrementan el riesgo de apropiación o muerte por atropellamiento. 	<p>La delimitación del proyecto permanecería sin los componentes ambientales para el asentamiento definitivo de ejemplares de fauna. El personal al encontrarse con un espécimen de fauna, ya sea que se encuentre o no en la categoría de protección, lo reubicará en un área alejada del proyecto. La maquinaria que se utilizará para el transporte de materiales e instalación de las estructuras de los paneles, producirán ruido al ambiente y provocarán estrés a los ejemplares que se encuentren cerca del área del proyecto.</p>	
	ESCENARIO 3: CON EL PROYECTO Y CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
	Medidas de prevención, mitigación, compensación o restauración	Pronóstico ambiental
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Curso de inducción de seguridad y medio ambiente a todo el personal del promovente o contratista que ingrese al área del proyecto ✓ Contenedores de residuos sólidos urbanos ✓ La maquinaria, equipo y vehículos no rebasara una velocidad de 20 km/h. ✓ Rescate y reubicación para especies de fauna 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ En caso de encontrar presencia de algún espécimen de fauna se aplicarán técnicas de ahuyentamiento y en caso de que este permanezca aun en el área del proyecto y tenga por su madurez o fragilidad, que por su importancia ecológica, hábitos alimenticios, arraigo territorial y condición biológica se procederá a su rescate y reubicación. ✓ Se brindarán platicas de educación ambiental al personal que participe en las diferentes etapas del proyecto en las que se hable sobre daños, apropiación y legislación referente a la fauna silvestre. ✓ Al existir contenedores de residuos sólidos urbanos se espera que la incidencia de fauna en el área al ser atraídos por los residuos orgánicos sea mínima o no exista, ✓ Las fuentes móviles no podrán rebasar una velocidad de 20 km/h y en los accesos al proyecto no rebasarán una velocidad de 60 km/h para evitar atropellamiento de fauna. ✓ Un número de individuos de fauna atropellados inferior a 3 por mes ✓ Para poder asegurar desplazamiento y dispersión de la fauna, durante la remoción de vegetación deberá



Fauna		
		<p>realizarse de forma gradual para a propiciar este desplazamiento.</p> <p>✓ Al rescatar y reubicar la fauna que se encuentre dentro del área del proyecto se espera un número de individuos dañados menor a 5%</p>

VIII.4.7 Paisaje

Tabla VIII.9 Pronóstico ambiental de paisaje

Paisaje		
ESTADO	PRESIÓN	
Dentro del SAR se identificaron 5 unidades de paisaje. El factor de visibilidad puede encontrarse entre los valores 1 a 2, mientras más se acerquen a 2 aumenta la calidad de factor de visibilidad, en este caso se obtuvo un valor de 1.2	La presión en este aspecto se considera mínima ya que hay presencia de obras anteriores por parte de la empresa y el área se encuentra rodeada de zonas agrícolas. Los posibles observadores del paisaje es el mismo personal del parque y la población de la localidad cercana, la cual ya se encuentra familiarizada con el panorama del paisaje.	
ESCENARIO 1: SIN EL PROYECTO		
Pronóstico ambiental		
A simple vista se logra apreciar la alteración en el paisaje que rodea al proyecto. Se observan otro parque fotovoltaico y zonas de cultivo. Dejar el área intacta permitirá la recuperación de la funcionalidad y dinámica de esa superficie. Aunque se tardaran muchos años para que se regenere la composición y estructura del suelo.		
IMPACTOS AMBIENTALES	ESCENARIO 2: CON EL PROYECTO, SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
	Pronóstico ambiental	
	El desarrollo del proyecto generará bajo impacto en el paisaje de la zona, las áreas aledañas al proyecto se encuentran impactadas con otro proyecto fotovoltaico y zonas de agricultura.	
<ul style="list-style-type: none"> • Remoción de la vegetación •El área del proyecto contará con una construcción en la superficie que la cubrirá casi en su totalidad. 	ESCENARIO 3: CON EL PROYECTO Y CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;">Medidas de prevención, mitigación, compensación o restauración</td> <td style="text-align: center;">Pronóstico ambiental</td> </tr> </table>	Medidas de prevención, mitigación, compensación o restauración
Medidas de prevención, mitigación, compensación o restauración	Pronóstico ambiental	



Paisaje		
	<ul style="list-style-type: none">✓ Restauración del área.✓ Contenedores de residuos sólidos urbanos✓ Se realizarán terrazas individuales.✓ Se deben distribuir los individuos de forma similar a la vegetación del área✓ Programa de obras y prácticas para mitigar impactos ambientales✓ Programa de desmantelamiento y restauración del área de CUSTF.	<ul style="list-style-type: none">✓ Como medida preventiva y evitar daños a la vegetación que se encuentra fuera del área propuesta, se delimitara el área sujeta a autorización del DTU, con anticipación al inicio de cualquier obra.✓ Para restaurar el área se usarán especies nativas, las cuales, se distribuirán de manera similar a la vegetación aledaña.✓ No se observará contaminación visual por residuos sólidos urbanos en el área✓ Se realizarán terrazas individuales (TI) temporales cuyo uso se restringirá al tiempo necesario para el establecimiento de la planta de restauración.✓ Una medida para poder preservar el espectro visual es respetar los espacios donde se observe vegetación espontanea de áreas impactadas, solo se usará para restaurar espacios sin vegetación.✓ La reubicación de individuos rescatados deberá de ser distribuidos en forma similar a la distribución que tiene el tipo de vegetación del área. Esto se hace para conservar la estructura del paisaje. Se construirá una barrera visual vegetal en el lado norte y este del proyecto con el propósito de que el espectro visual del camino de acceso al



Paisaje		
		poblado de Moctezuma y la vista del lado este donde pasa el ferrocarril se mejore considerablemente al crecer la vegetación arbórea, ya que al ser terrenos planos y la altura de paneles poca, y las especies arbóreas conforme crecen disminuyen el impacto visual.

VIII.4.8 Socioeconómico

Tabla VIII.10 Pronóstico ambiental-socioeconómico.

Socioeconómico	
ESTADO	PRESIÓN
<p>En el 2015, el municipio de Ahumada tuvo un total de 12,568 personas.</p> <p>Localidades Indígenas el Municipio de Ahumada se considera un municipio con población indígena dispersa, teniendo una población indígena para el 2010 de 70 habitantes (CONAPO).</p> <p>Migración El municipio de Ahumada tiene un índice de intensidad migratoria de -0.49% considerando bajo según la COESPO, 2007, lo cual indica que la migración en el municipio es mínima.</p> <p>Actividad económica Las principales actividades en los ejidos y colonias de Ahumada son la agricultura y la ganadería.</p> <p>Indicadores de desarrollo humano En Ahumada hay un total de 3 314 viviendas particulares habitadas con un promedio de 3.7 ocupantes por vivienda, la capacidad de servicios básicos y bienes materiales.</p>	<p>El desarrollo del proyecto generará mejores condiciones económicas principalmente para la población de Moctezuma y su cabecera municipal Ahumada, generando empleos directos e indirectos para sus habitantes, los cuales incidirán de forma positiva en la región.</p>
ESCENARIO 1: SIN EL PROYECTO	
Pronóstico ambiental	
Existen actividades agropecuarias y un parque fotovoltaico que ayudan a la generación de empleo e ingresos a las comunidades cercanas.	
IMPACTOS AMBIENTALES	ESCENARIO 2: CON EL PROYECTO, SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN
	Pronóstico ambiental



Socioeconómico		
<ul style="list-style-type: none">• Generación de empleos entre los habitantes de la región.• Bienestar social.• Derrama económica por el pago de impuestos y desechos.• Derrama económica por compra de insumos• Bienestar social y económico estatal, por derrama económica por contratistas durante el mantenimiento de vehículos.	El desarrollo del proyecto generará una fuerte derrama económica en la localidad. La adquisición de servicios y el empleo ayudarán durante el tiempo de vida del proyecto a generar una entrada de ingresos extra a las comunidades aledañas.	
	ESCENARIO 3: CON EL PROYECTO Y CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
	Medidas de prevención, mitigación, compensación o restauración	Pronóstico ambiental
	Como tal no existen medidas para este factor, porque solo tiene impactos positivos.	El desarrollo de medida de los otros factores (suelo, fauna, vegetación, entre otros) previene el impacto socioeconómico negativo que representaría la remediación en caso de que no se llevaran a cabo las medidas de prevención, mitigación o compensación para cada uno de los factores.



VIII.5. Evaluación de alternativas

Con la habilitación del Parque Fotovoltaico se pretende lograr los siguientes objetivos:

- Fomentar la energía fotovoltaica como fuente alternativa de producción de energía.
- Disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero en la generación de energía eléctrica.
- Mejorar las condiciones económicas entre las poblaciones cercanas al proyecto, ofreciendo un sistema de generación eléctrica eficiente y segura.
- Generar una derrama económica derivada del proyecto por la creación de empleos directos e indirectos, los cuales incidirán de forma positiva en la región.

El presente Documento Técnico Unificado (DTU), solicita la evaluación del impacto junto con el trámite cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF), en donde se pretende demostrar que se cumple con los preceptos de excepcionalidad establecidos en el Artículo 93 de la LGDFS (DOF, 2018); en **119.663965 Has** de terreno forestal:

- La biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantendrá a través de los programas de rescate y reubicación.
- La erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitigarán en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.
- Se identificarán los impactos ambientales que podrían presentarse al realizar las actividades y obras necesarias para la construcción del proyecto.
- Se establecerán las medidas necesarias que permitan respetar, proteger y conservar los procesos biológicos y ecosistémicos del área.
- Que los usos alternativos del suelo que se proponen en el presente estudio son más productivos a largo plazo en la región, que el resto de las actividades que actualmente se llevan a cabo.

Podemos encontrar que en la zona donde se encuentra el proyecto valores que maneja la CFE (Comisión Federal de Electricidad) y la información del mapa de Inventarios de Energías Limpas (INEL), en el poblado de Moctezuma se evaluó la irradiación global horizontal los meses con más irradiación fueron de Abril a Junio de 3.0 kWh/m²/día y un promedio anual de 30.51 kWh/m²/día,



Criterios sociales

Con base en la demanda existente en la zona, se realizó un análisis de las diferentes opciones factibles, apoyándose en recorridos de campo para ubicar la central generadora, excluyendo aquellas que no cumplan con los requisitos necesarios para realizar el proyecto. El predio donde se ubicará el proyecto es de carácter rural. Las actividades que se llevan a cabo son de tipo agropecuarias. No existen actividades de tipo industrial, turismo ni minería.

Criterios ambientales

El área representa vegetación de tipo desértico: pastizal halófilo y matorral desértico micrófilo. El sitio no se encuentra dentro de ningún Área natural protegida; también se contempló no seleccionar zonas bajo protección y/o restauración ecológica.

El sitio donde se pretende realizar el proyecto se ubica en la Región Hidrológica llamada “Cuencas Cerradas del Norte”. Si bien los ecosistemas de zonas áridas presentan una fragilidad asociada a la disponibilidad de agua, cabe mencionar que el predio donde se instalará el proyecto no se encuentra del todo en su estado natural, ya que en las cercanías se localizan construcciones asociadas a actividades antropogénicas

Bibliografía

SENER. (s.f.). *Inventario Nacional de Energías Limpias*. Obtenido de <https://dgel.energia.gob.mx/inel/mapa.html?lang=es#tab-aws>