# RESUMEN EJECUTIVO

## CONTENIDO

I DATOS GENERALES DEL PROYECTO....4
I.1 Nombre del proyecto....4
I.2 Ubicación del proyecto....4
I.3 Tiempo de vida útil del proyecto....12
II DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO....13
II.1 Superficies de usos de suelo y vegetación....13
II.2 Características particulares del proyecto, plan o programa....14
II.2.1 Componentes del proyecto....14
II.2.2 Dimensiones del proyecto....15
II.2.3 Programa general de trabajo....16
II.2.4 Descripción de las obras o actividades....17
III VINCULACIÓN CON LOS INTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURIDICOS....19
IV DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)....21
IV.1 Medio abiótico....22
IV.2 Medio biótico....28
IV.2.1 Flora....28
IV.2.1.1 Usos de suelo y tipos de vegetación....28
IV.2.2 Fauna....34
IV.2.3 Paisaje....34
IV.2.4 Medio socioeconómico....36
IV.2.5 Diagnóstico ambiental....38
V IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS....38
VI MEDIDAS DE MITIGACIÓN....39
VII PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS....42
VIII CONCLUSIONES....43

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de ubicación del proyecto ..... 5
Tabla 2. Duración de las etapas del proyecto ..... 12
Tabla 3. Usos de Suelo y Vegetación presentes en el AP ..... 13
Tabla 4. Superficie de los componentes ..... 15
Tabla 5. Duración de las etapas del proyecto ..... 16
Tabla 6. Obras y actividades del proyecto ..... 17
Tabla 7. Instrumentos normativos y de planeación aplicables al proyecto ..... 19
Tabla 8. Medidas de mitigación aplicables al proyecto ..... 40

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del proyecto ..... 4

# I DATOS GENERALES DEL PROYECTO

## I.1 Nombre del proyecto

Parque Solar Fotovoltaico Plutón Solar

## I.2 Ubicación del proyecto

El proyecto Parque Solar Fotovoltaico Venus Solar se ubicará en los municipios: de San Juan Evangelista y Sayula de Alemán en el Estado Veracruz de Ignacio de la Llave. Asimismo, contará con una superficie de **856.0766 ha**, tal como se muestra en la siguiente figura.

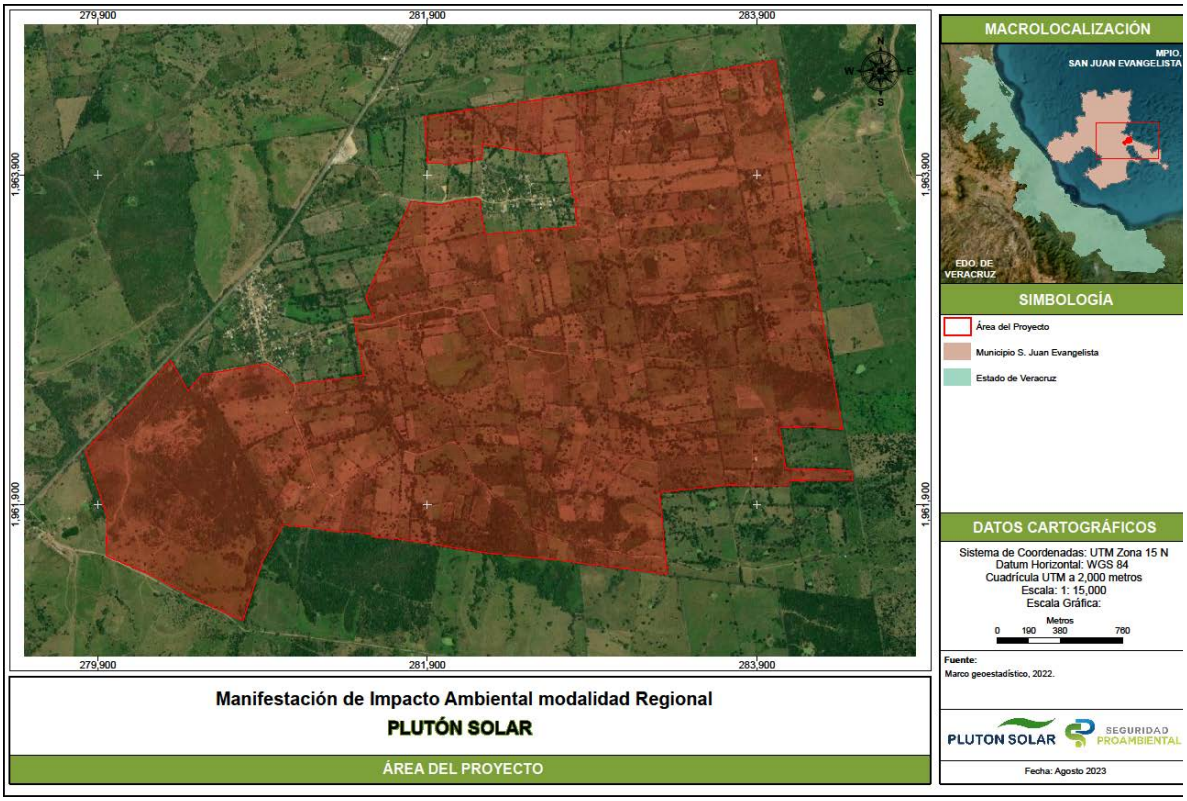


Figura 1. Ubicación del proyecto

A continuación, se presentan las coordenadas geográficas y coordenadas UTM donde se localiza el proyecto.

Tabla 1. Coordenadas de ubicación del proyecto

| Coordenadas UTM Zona 15 WGS84 | | |
|---|---|---|
| Vértices | X | Y |
| 1 | 279,947.9696 | 1,961,590.0748 |
| 2 | 280217.8830 | 1,961476.9068 |
| 3 | 280531.8529 | 1,961308.7001 |
| 4 | 280778.5295 | 1,961198.0645 |
| 5 | 280,894.7549 | 1,961,552.0924 |
| 6 | 281,024.1390 | 1,961,778.3108 |
| 7 | 281,211.1219 | 1,961,762.5743 |
| 8 | 281,216.1387 | 1,961,759.9658 |
| 9 | 281,357.2286 | 1,961,736.6973 |
| 10 | 281,363.4282 | 1,961,742.1781 |
| 11 | 281,470.9521 | 1,961,732.8701 |
| 12 | 281,475.0659 | 1,961,732.8256 |
| 13 | 281,557.7523 | 1,961,722.0430 |
| 14 | 281,567.3491 | 1,961,721.3004 |
| 15 | 281,566.2128 | 1,961,706.6168 |
| 16 | 281,728.1173 | 1,961,691.0799 |
| 17 | 281,732.1311 | 1,961,690.7192 |

| Coordenadas UTM Zona 15 WGS84 | | |
|---|---|---|
| Vértices | X | Y |
| 18 | 282,238.4921 | 1,961,610.2048 |
| 19 | 282,559.5502 | 1,961,575.7294 |
| 20 | 282,559.2871 | 1,961,577.4208 |
| 21 | 282,569.6037 | 1,961,578.6592 |
| 22 | 282,670.2861 | 1,961,568.8585 |
| 23 | 282,849.2268 | 1,961,543.6475 |
| 24 | 282,999.2009 | 1,961,525.7387 |
| 25 | 283,354.2228 | 1,961,478.6462 |
| 26 | 283,346.8387 | 1,961,570.5356 |
| 27 | 283,331.8902 | 1,961,696.6769 |
| 28 | 283,332.4946 | 1,961,713.6800 |
| 29 | 283,308.0444 | 1,961,974.9873 |
| 30 | 283,716.7982 | 1,962,020.2917 |
| 31 | 284,090.2746 | 1,962,016.5437 |
| 32 | 284,087.5301 | 1,962,036.7403 |
| 33 | 284,100.1218 | 1,962,047.6889 |
| 34 | 284,480.8056 | 1,962,050.8406 |

| Coordenadas UTM Zona 15 WGS84 | | |
|---|---|---|
| Vértices | X | Y |
| 35 | 284,471.6725 | 1,962,107.3423 |
| 36 | 284,072.6958 | 1,962,120.7263 |
| 37 | 284,042.0437 | 1,962,319.3391 |
| 38 | 284,037.0914 | 1,962,368.9046 |
| 39 | 284,234.1226 | 1,962,373.6883 |
| 40 | 284,419.3130 | 1,962,357.9454 |
| 41 | 284,398.6720 | 1,962,471.1064 |
| 42 | 284,368.2714 | 1,962,636.2810 |
| 43 | 284,318.8698 | 1,962,904.6928 |
| 44 | 284,288.1698 | 1,963,071.4942 |
| 45 | 284,265.2539 | 1,963,196.0021 |
| 46 | 284,255.6257 | 1,963,248.3145 |
| 47 | 284,046.5223 | 1,964,384.4278 |
| 48 | 284,008.2560 | 1,964,592.3386 |
| 49 | 283,659.7684 | 1,964,533.5555 |
| 50 | 283,655.4237 | 1,964,529.4976 |
| 51 | 283,056.7645 | 1,964,431.7388 |

| Coordenadas UTM Zona 15 WGS84 | | |
|---|---|---|
| Vértices | X | Y |
| 52 | 283,055.5799 | 1,964,431.8591 |
| 53 | 282,927.4873 | 1,964,411.0426 |
| 54 | 282,926.3932 | 1,964,411.2305 |
| 55 | 282,874.2964 | 1,964,401.5098 |
| 56 | 282,865.9124 | 1,964,400.3869 |
| 57 | 282,803.6282 | 1,964,392.2119 |
| 58 | 282,599.6601 | 1,964,358.5731 |
| 59 | 282,454.8747 | 1,964,338.3727 |
| 60 | 282,454.8076 | 1,964,335.9936 |
| 61 | 282,446.7121 | 1,964,334.9885 |
| 62 | 282,251.9081 | 1,964,306.7428 |
| 63 | 282,250.4656 | 1,964,306.8015 |
| 64 | 282,187.0356 | 1,964,300.0645 |
| 65 | 281,906.6857 | 1,964,255.2580 |
| 66 | 281,878.5216 | 1,964,252.1594 |
| 67 | 281,900.8472 | 1,963,971.8469 |
| 68 | 282,033.6257 | 1,963,965.2383 |

| Coordenadas UTM Zona 15 WGS84 | | |
|---|---|---|
| Vértices | X | Y |
| 69 | 282,168.3325 | 1,963,985.8679 |
| 70 | 282,229.2942 | 1,963,995.0344 |
| 71 | 282,233.5972 | 1,964,084.7929 |
| 72 | 282,438.7894 | 1,964,049.5102 |
| 73 | 282,439.9314 | 1,964,049.2907 |
| 74 | 282,588.9715 | 1,964,023.7361 |
| 75 | 282,743.7379 | 1,964,038.2968 |
| 76 | 282,770.5124 | 1,963,855.3236 |
| 77 | 282,778.6723 | 1,963,771.1016 |
| 78 | 282,802.2897 | 1,963,755.9514 |
| 79 | 282,792.6003 | 1,963,719.2814 |
| 80 | 282,798.8305 | 1,963,686.8283 |
| 81 | 282,810.6220 | 1,963,584.9407 |
| 82 | 282,467.9833 | 1,963,557.0783 |
| 83 | 282,257.1593 | 1,963,540.2523 |
| 84 | 282,248.2379 | 1,963,539.7275 |
| 85 | 282,219.3174 | 1,963,714.2123 |

| Coordenadas UTM Zona 15 WGS84 | | |
|---|---|---|
| Vértices | X | Y |
| 86 | 282,217.7396 | 1,963,748.2800 |
| 87 | 282,196.5920 | 1,963,756.6165 |
| 88 | 282,059.8250 | 1,963,738.3929 |
| 89 | 281,979.7637 | 1,963,718.9020 |
| 90 | 281,884.0498 | 1,963,727.4243 |
| 91 | 281,798.6203 | 1,963,738.1823 |
| 92 | 281,526.2668 | 1,963,163.8713 |
| 93 | 281,536.2779 | 1,963,132.5119 |
| 94 | 281,571.2209 | 1,963,046.0397 |
| 95 | 281,453.4587 | 1,963,025.6105 |
| 96 | 281,474.4298 | 1,962,909.7530 |
| 97 | 281,486.5946 | 1,962,856.8469 |
| 98 | 281,487.3071 | 1,962,852.3422 |
| 99 | 281,506.9591 | 1,962,709.3565 |
| 100 | 281,510.3933 | 1,962,684.3698 |
| 101 | 281,100.1968 | 1,962,630.4866 |
| 102 | 281,079.2154 | 1,962,620.2666 |

| Coordenadas UTM Zona 15 WGS84 | | |
|---|---|---|
| Vértices | X | Y |
| 103 | 281,052.2645 | 1,962,672.0508 |
| 104 | 281,004.4798 | 1,962,708.6704 |
| 105 | 280,921.5786 | 1,962,754.1639 |
| 106 | 280,529.9667 | 1,962,687.3175 |
| 107 | 280,445.9071 | 1,962,591.1426 |
| 108 | 280,340.5670 | 1,962,774.2804 |
| 109 | 279,822.0870 | 1,962,227.7185 |

El proyecto Parque Solar Fotovoltaico Plutón Solar se desarrollará en una superficie de **856.0766 ha** y estará compuesto por:

Obras permanentes:

- Módulos Fotovoltaicos
- Estructuras de soporte y seguidores mecánicos
- Cableados subterráneos en Baja Tensión (BT)
- Cableados subterráneos en Media Tensión (MT)
- Subestación Eléctrica Elevadora
- Línea de Transmisión Eléctrica (LT)
- Inversores (DC/ AC) y centros de transformación
- Vialidades externas (caminos de acceso)
- Bahía de acceso
- Vialidades internas (caminos internos)
- Cunetas hidráulicas (obras de drenaje)
- Valla perimetral
- Edificio de operación y mantenimiento
- Baterías de almacenamiento

Instalaciones temporales:

- Área de instalaciones temporales:

- Área provisional de oficinas y caseta de vigilancia
- Área de almacén de materiales de construcción (Caseta de acopio)

- Almacén de residuos peligrosos
- Zona de acopio temporal de Residuos de Manejo Especial
- Instalaciones sanitarias
- Áreas de descanso e hidratación

Es importante mencionar que, las instalaciones temporales se localizarán dentro del Área de instalaciones temporales.

### I.3 Tiempo de vida útil del proyecto

Para el desarrollo del proyecto Parque Solar Fotovoltaico Plutón Solar se contemplan etapas importantes mismas que integrarán sus obras y actividades a ejecutar. Al respecto, el Programa de Trabajo ha sido diseñado con el fin de contemplar y visualizar el avance y progreso dichas obras y actividades.

Es importante mencionar que, para la etapa de Preparación del Sitio se estima un periodo de 2 años, en tanto la Construcción se prevé un periodo de 2.5 años, por lo tanto, se estima una duración de 4.5 años aproximadamente para dichas fases, mientras que la etapa de Operación y Mantenimiento persistirá por 40 años, finalmente, para el Abandono del sitio se propone una duración estimada de 1 año.

Tabla 2. Duración de las etapas del proyecto

| Etapas del proyecto | |
|---|---|
| **Etapa** | **Duración** |
| Preparación del Sitio | 2 años |
| Construcción | 2.5 años |
| Operación y Mantenimiento | 40 años |
| Abandono del Sitio | 1 año |

Es importante mencionar que, el inicio de las obras y actividades se definirá una vez que se obtengan los permisos y autorizaciones correspondientes tanto para la construcción como para la etapa de operación y mantenimiento, además, previo al término de la vida útil del proyecto se propondrán actividades puntuales y tiempos de ejecución para esta etapa.

De esta manera y una vez obtenidos los permisos y autorizaciones se proseguirá con la ejecución del proyecto.

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

## II.1 Superficies de usos de suelo y vegetación

De acuerdo con los datos vectoriales de la carta de Uso de Suelo y Vegetación (USV) Serie VII del INEGI (2021), el Área del Proyecto recae en una zona donde se presentan los Usos de Suelo y Vegetación (USV) impactados por las actividades antropogénicas destinadas a la Agricultura de Temporal Anual (TA) con el 90.30% de incidencia, la cual en algunos sitios cuenta con presencia de Vegetación hidrófila. Sin embargo, de acuerdo con el muestreo realizado en campo del 08 al 13 de agosto de 2023., se logró determinar que cuatro sitios corresponden a Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia (Vsa/SMQ); el Pastizal Cultivado (PC), que representa el 8.89% de la superficie, también se identificó como Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia (Vsa/SMQ), mientras que el 0.80% representado por Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Alta Perennifolia (Vsa/SAP), en realidad es una extensión que sustenta Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia (Vsa/SMQ), tal como se visualiza en la siguiente figura.

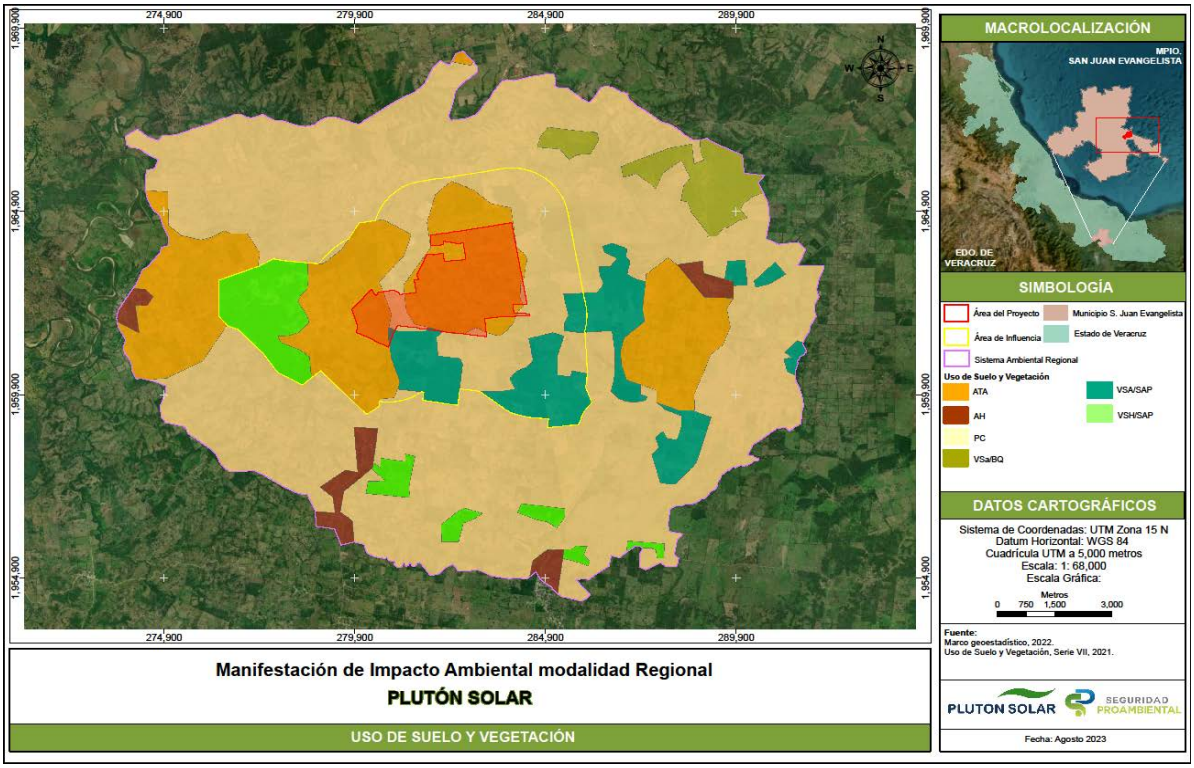


Figura 2. Usos de Suelo y Vegetación presentes en el AP

## II.2 Características particulares del proyecto, plan o programa

El proyecto Parque Solar Fotovoltaico Plutón Solar tendrá una Capacidad Máxima Neta (capacidad entregada en el punto de interconexión de CFE) de 172 MW, una Capacidad Máxima Bruta en corriente alterna (capacidad de la Central Eléctrica) de 177.24 MW y una potencia pico en corriente directa (capacidad de los paneles fotovoltaicos de la Central Eléctrica) de 230.412 MWp, contará con 354,480 paneles fotovoltaicos construidos por 132 células de silicio monocristalino, cada uno con una potencia de 650 Wp. En este sentido, estos paneles fotovoltaicos cumplirán con los estándares aplicables en México, siendo también de alta eficiencia. Asimismo, los módulos estarán respaldados por certificados de calidad que permiten que éstos dispongan de garantía de potencia del 90% durante los 10 o 12 primeros años, y garantía de potencia del 80% durante los 25 primeros años.

Asimismo, se contará con 30 centros de inversión de la marca INGETEAM y modelo 1640TL B630 en función de las dimensiones 2,820 mm x 890 mm x 2,260 mm y formas del terreno. Es importante mencionar que, se considera un área para la subestación eléctrica elevadora de 5,596.1800 $m^2$., cuya energía que sea generada por el proyecto se evacuará a través de su Línea de Transmisión Eléctrica (con un nivel de tensión a Tensión a 230/400 kV) que va desde la subestación elevadora, hasta la subestación eléctrica de CFE.

Aunado a lo anterior, el proyecto Parque Solar Fotovoltaico Plutón Solar generará energía eléctrica diaria directamente proporcional a la radiación solar existente en la zona. De manera general, el sistema fotovoltaico generará energía en corriente continua, misma que será convertida a corriente alterna por medio de los inversores y luego a través de centros de transformación elevando el voltaje que será evacuada a la red de distribución de alta tensión.

### II.2.1 Componentes del proyecto

El proyecto se desarrollará en una superficie de **856.0766** ha y estará compuesto por los siguientes componentes:

Obras permanentes:

- Módulos Fotovoltaicos
- Estructuras de soporte y seguidores mecánicos
- Cableados subterráneos en Baja Tensión (BT)
- Cableados subterráneos en Media Tensión (MT)
- Subestación Eléctrica Elevadora
- Línea de Transmisión Eléctrica (LT)
- Inversores (DC/ AC) y centros de transformación
- Baterías de Almacenamiento

- Vialidades externas (caminos de acceso)
- Bahía de acceso
- Vialidades internas (caminos internos)
- Cunetas hidráulicas (obras de drenaje)
- Valla perimetral
- Edificio de operación y mantenimiento

Instalaciones temporales:

- Área de obras e instalaciones temporales:
  - Área provisional de oficinas y caseta de vigilancia
  - Área de almacén de materiales de construcción (Caseta de acopio)
  - Almacén de residuos peligrosos
  - Zona de acopio temporal de Residuos de Manejo Especial
  - Instalaciones sanitarias
  - Áreas de descanso e hidratación

Es importante mencionar que, las instalaciones temporales se localizarán dentro del Área de obras e instalaciones temporales.

### II.2.2 Dimensiones del proyecto

El proyecto Parque Solar Fotovoltaico Plutón Solar, abarcará una superficie de **856.0766** ha, misma que contempla la distribución de sus principales componentes, tales como se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3. Superficie de los componentes

| Obra | Componentes | | Superficie de área (ha) | Superficie de área ($m^2$) |
|---|---|---|---|---|
| Permanente | Módulos fotovoltaicos y Estructuras de soporte | | 260.8165 | 2,608,164.52 |
| | Inversores y Centros de Transformación | | 0.1007 | 1,007.00 |
| | Subestación Eléctrica Elevadora | | 0.5596 | 5,596.18 |
| | Línea de transmisión eléctrica (LT) | Línea de transmisión eléctrica interna | 0.0589 | 588.5695 |
| | | Línea de transmisión eléctrica externa | 3.2577 | 32,577.71 |
| | Baterías Almacenamiento | | 0.3039 | 3,039.00 |

| Obra | Componentes | | Superficie de área (ha) | Superficie de área ($m^2$) |
|---|---|---|---|---|
| | Vialidades internas (caminos internos) | | 23.845 | 238,454.83 |
| | Vialidades externas (caminos de acceso) | Bahía de acceso | 0.7747 | 7,747.09 |
| | | Caminos de acceso | 1.2659 | 12,659.00 |
| | Edificio de operación y mantenimiento (cuarto de control) | | 0.0313 | 312.9449 |
| Temporal | Superficie de terracería para maniobras y espacios sobrantes entre construcciones (espacio libre sin construcción) | | 564.706 | 5,647,064.6123 |
| | Área de instalaciones temporales | | 0.3555 | 3,554.58 |
| Total | | | 856.0766 | 8,560,766.0394 |

**Las Instalaciones temporales se ubicarán en el Área de instalaciones temporales.

### II.2.3 Programa general de trabajo

Para el desarrollo del proyecto Parque Solar Fotovoltaico Plutón Solar se contemplan etapas importantes mismas que integrarán sus obras y actividades a ejecutar. Al respecto, el Programa de Trabajo ha sido diseñado con el fin de contemplar y visualizar el avance y progreso dichas obras y actividades.

Es importante mencionar que, para la etapa de Preparación del Sitio se estima un periodo de 2 años y para la Construcción se prevén 2.5 años, por lo tanto, estas dos fases tendrán una duración de 4.5 años aproximadamente. Mientras que, la etapa de Operación y Mantenimiento persistirá por 40 años, finalmente, para el Abandono del sitio se propone una duración estimada de 1 año.

Tabla 4. Duración de las etapas del proyecto

| Etapas del proyecto | |
|---|---|
| Etapa | Duración |
| Preparación del Sitio | 2 años |
| Construcción | 2.5 años |
| Operación y Mantenimiento | 40 años |

| Etapas del proyecto | |
|---|---|
| Etapa | Duración |
| Abandono del Sitio | 1 año |

Es importante mencionar que, el inicio de las obras y actividades se definirá una vez que se obtengan los permisos y autorizaciones correspondientes tanto para la construcción como para la etapa de operación y mantenimiento, además, previo al término de la vida útil del proyecto se propondrán actividades puntuales y tiempos de ejecución para esta etapa. De esta manera y una vez obtenidos los permisos y autorizaciones se proseguirá con la ejecución del proyecto.

### II.2.4 Descripción de las obras o actividades

Durante las etapas del proyecto: preparación del sitio, construcción, mantenimiento y abandono del sitio, se contemplarán actividades enfocadas a la construcción de obras permanentes y actividades relacionadas a las instalaciones temporales que componen el proyecto Parque Solar Fotovoltaico Plutón Solar.

Asimismo, en la siente tabla se enlistan dichas obras y actividades de manera general, para mayor detalle consultar el Programa de Trabajo propuesto en el Capítulo II de esta MIA-R.

Tabla 5. Obras y actividades del proyecto

| Etapa | Obras y/o Actividades |
|---|---|
| Etapa previa | Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre |
| | Rescate y reubicación de flora silvestre |
| Preparación del sitio | Desmonte/Desbroce |
| | Nivelación |
| | Compactación |
| | Conformación de caminos internos y caminos de acceso |
| | Movimiento de tierras (obras de drenaje) |

| Etapa | Obras y/o Actividades |
|---|---|
| | Suministro de tierra para rellenos (opcional) |
| | Instalación de infraestructuras temporales |
| Construcción | Excavación de zanjas media y baja tensión |
| | Cableado de media y baja tensión |
| | Cubierta de zanjas de media y baja tensión |
| | Vallado y puerta de acceso |
| | Instalación de estructuras de soporte (hincado de postes) y seguidores mecánicos |
| | Instalación de módulos fotovoltaicos |
| | Instalación eléctrica en puntos de interconexión (montaje junto a cajas de nivel 1 y cableado strings) |
| | Instalación de los inversores (DC/AC) descentralizados (String) y centros de transformación (casetas) |
| | Construcción del edificio de operación y mantenimiento |
| | Construcción de la subestación eléctrica elevadora |
| | Línea de transmisión eléctrica |
| | Limpieza final |
| Operación y Mantenimiento | Producción de electricidad |
| | Gestión de subcontratos |
| | Revisión de cumplimiento de limpieza y condiciones de instalación (mantenimiento preventivo) |
| | Gestión de repuestos y su almacenamiento |
| | Visitas de mantenimiento preventivo de todas las instalaciones de la Parque fotovoltaico |

| Etapa | Obras y/o Actividades |
|---|---|
| | Intervención en caso de avería (mantenimiento correctivo) |
| Abandono del Sitio | Retiro de los elementos |
| | Desmantelamiento de las instalaciones |
| | Desconexión eléctrica |
| | Relleno de zanjas |
| | Limpieza final del sitio |
| | Restauración del terreno |

## III VINCULACIÓN CON LOS INTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURIDICOS

Derivado del análisis mostrado en el Capítulo III en cuanto a la vinculación normativa correspondiente al proyecto Parque Solar Fotovoltaico Plutón Solar en cuanto a las actividades a realizar descritas en el Capítulo II, se puede establecer que siempre y cuando se implementen estrictamente todas las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos negativos previstos en las diferentes etapas del proyecto puede resultar viable ambientalmente hablando.

Por lo que, se presenta el resumen de los instrumentos de planeación y jurídico aplicables al proyecto.

Tabla 6. Instrumentos normativos y de planeación aplicables al proyecto

| Tipo de instrumento normativo | Aplicable al proyecto |
|---|---|
| Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio | • Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. |
| Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas | • Áreas Naturales Protegidas (ANP)<br>• Áreas de Importancia Ecológica para la Conservación de las Aves (AICAS)<br>• Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)<br>• Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)<br>• Sitios Ramsar (RAMSAR) |

| Tipo de instrumento normativo | Aplicable al proyecto |
|---|---|
| Planes o Programas de Desarrollo Urbano Municipales (PDU) | • Plan Municipal de Desarrollo San Juan Evangelista 2022-2025<br>• Plan Municipal de Desarrollo Sayula de Alemán 2022-2025<br>• Programa de recuperación y restablecimiento de las Zonas de Restauración Ecológica |
| Normas Oficiales Mexicanas | • NOM-003-SEMARNAT-1997<br>• NOM-052-SEMARNAT-2005<br>• NOM-054-SEMARNAT-1993<br>• NOM-059-SEMANRNAT-2010<br>• NOM-161-SEMARNAT-2011<br>• NOM-041-SEMARNAT-2015<br>• NOM-045-SEMARNAT-2017<br>• NOM-080-SEMARNAT-1994<br>• NOM-004-STPS-1999<br>• NOM-011-STPS-2001.<br>• NOM-017-STPS-2008.<br>• NOM-028-STPS-2004. |
| Otros instrumentos a considerar:<br>Constitución Política de los Estado Unidos Mexicanos | • Artículos constitucionales que sientan las bases para la regulación ambiental en México y que tienen aplicación sobre la implementación del proyecto Plutón Solar: Artículo 1º, 4°, 5°, Artículo 27°, Artículo 73° y Artículo 115°. |
| Leyes Federales y Reglamentos | • Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente<br>• Ley Federal de Responsabilidad Ambiental<br>• Ley General de Vida Silvestre<br>• Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable<br>• Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos<br>• Ley de Aguas Nacionales<br>• Ley General del Cambio Climático<br>• Ley de Transmisión Energética<br>• Ley de la Industria Eléctrica |
| | • Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Evaluación Ambiental<br>• Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmosfera<br>• Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos |

| Tipo de instrumento normativo | Aplicable al proyecto |
|---|---|
| | • Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica |
| Leyes Estatales | • Ley Estatal de Protección Ambiental<br>• Ley de Vida Silvestre del Estado de Veracruz Ignacio de la Llave |
| Convenios o Tratados Internacionales | • Protocolo de Kioto<br>• Acuerdo de París<br>• Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible<br>• Convención Marco de las Naciones Unidad sobre el Cambio Climático |

## IV DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)

Las categorías del espacio geográfico identificadas en la zona de estudio se definieron con respecto a la ubicación del proyecto, así como de la interacción y amplitud de los componentes ambientales, de las cuales, como punto de partida se describen a continuación.

- **Área del Proyecto (AP):** Es el espacio geográfico que ocupará el proyecto definido en el Capítulo II del presente documento.

- **Área de Influencia (AI):** Es el espacio físico donde se ubican los elementos físicos y socioeconómicos que probablemente serán impactados a causa del desarrollo del proyecto durante todas sus etapas, lo cual, podrían tener una interacción significativa y directa con los elementos ambientales definidos en el SAR.

- **Sistema Ambiental Regional (SAR):** Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

La importancia de realizar una delimitación sistemática, geográfica y administrativa deriva de la función que tiene el proceso de evaluación de impacto ambiental, toda vez que se trata del área de referencia a la que se acudirá en todo momento durante el procedimiento. Por ello se han empleado criterios técnicos, normativos y de planeación para caracterizar, describir y analizar el SAR de una manera integral de todos los elementos que lo conforman.

En este sentido, la configuración espacial del SAR se concretó empleando técnicas de análisis de decisión multicriterio o multiobjetivo basadas en Sistemas de Información

Geográfica, definidas como "…un espectro de técnicas concebidas para analizar eventos geográficos, donde los resultados del análisis (las decisiones) dependen de la configuración espacial de dichos eventos" (Taboada Gonzáles & Cotos, 2005).

Asimismo, la representación cartográfica del SAR se efectuó con el apoyo de Sistemas de Información Geográfica (SIG), específicamente del software ArcMap 10.5, con el que se realizó un análisis espacial de la interrelación y distribución territorial de los diversos componentes identificados entorno al Área del Proyecto (AP). Dicho análisis consistió en sobreponer diversas capas vectoriales de elementos abióticos como el Área del Proyecto (dimensión y distribución territorial del proyecto); se analizaron los Programas de Ordenamiento Ecológico reguladores del territorio donde incide el proyecto, Usos de Suelo y Vegetación y curvas de nivel, donde sobre en una imagen satelital se permitió identificar la interacción directa del AP con respecto a los distintos componentes que integran las condiciones generales.

Es importante mencionar que, de igual manera se consideró lo anterior para la delimitación del Área de Influencia (AI), donde se sobrepusieron aquellos elementos más cercanos y particulares al Área del Proyecto. Tal es el caso de los elementos litológicos Qpt(Lh) y las corrientes de agua, contemplando los elementos físicos y socioeconómicos podrían ser afectados directamente por las diferentes obras y/o actividades del proyecto durante sus diferentes etapas, a corto, mediano y largo plazo.

## IV.1 Medio abiótico

A continuación, se enlistan los elementos del medio abiótico que fueron analizados:

**Clima:** Para determinar el clima del Sistema Ambiental Regional (SAR), Área de Influencia (AI) y Área del Proyecto (AP), se tomaron en cuenta los datos vectoriales de climatología de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), por lo que las áreas de interés poseen un tipo de clima cálido subhúmedo, con clave $Aw_2$.

Por otro lado, con el objetivo de analizar climatológicamente el SAR se buscó la Estación Climatológica por parte de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) que se encontraran en la unidad o en los alrededores. De esta revisión se determinó que, al interior del Sistema Ambiental Regional no se distribuye alguna estación, por lo tanto, se seleccionaron aquellas que estuvieran más cercanas, con una elevación que oscile en el rango altitudinal de la unidad (10 a 160 msnm) y que estén operando. De acuerdo con estos criterios, las

estaciones seleccionadas corresponden a San Juan Evangelista (DGE) con clave 30147[1] y La Florencia con clave 30081[2], cuyas características se presentan a continuación.

A continuación, se describen resultados de los datos climatológicos:

**Temperatura:** los valores medios mensuales oscilan de los 22.5°C hasta 30°C; los máximos se encuentran en un rango de 27.2°C a 36.1°C, por último, la temperatura mínima registrada va de los 17.7°C a 23.9°C, coincidiendo con la descripción climática del INEGI, quien indica un valor superior a los 18°C para el mes más frío que, en este caso es enero. Adicionalmente, se comprueba la clasificación climática mediante la temperatura media anual de 26.2°C, pues para el clima cálido subhúmedo este debe de ser superior a los 22°C.

**Precipitación:** Con base en los valores obtenidos de las normales climatológicas de las estaciones San Juan Evangelista (DGE) y La Florencia, se determinó que al interior del SAR se precipita un valor normal anual de 1,805 mm. Por su parte, INEGI menciona que, para el clima cálido subhúmedo se precipitan de 0 a 60 mm en el mes más seco, lo cual coincide con lo obtenido en el presente análisis, siendo marzo el que registra los datos más bajos con 22.8 mm.

Además, en la siguiente figura se observa que la temporada del verano (junio a septiembre) es la que registra los valores más altos, es decir, la más húmeda con precipitaciones que oscilan de 243.3 a 390.8 mm. El comportamiento de las precipitaciones al interior del SAR debe de ser un fenómeno que considerar durante la implementación del proyecto, ya que, la presencia de estas puede retrasar los tiempos de ejecución.

**Evaporación:** Respecto a la evaporación, solo se tomaron en cuenta los valores registrados en la estación climatológica San Juan Evangelista, ya que es la única que reportó estos datos. Por lo que, al interior del SAR la evaporación media anual es de 1,369.10 mm, cantidad que vuelve a estar disponible para la atmósfera. Este comportamiento es razonable dadas las condiciones de precipitación en el área, así como la clasificación climática.

**Fenómenos hidrometeorológicos**

**Tormentas eléctricas:** El Atlas Nacional de Riesgos[3] indica que, para el SAR el índice de peligro por tormentas eléctricas es *Muy Alto* al registrar más de 30 días con la presencia de estos eventos. Esto se corrobora con los valores reportados en las normales climatológicas

[1] Fuente: CONAGUA. Servicio Meteorológico Nacional. (2023). Normales Climatológicas: San Juan Evangelista (DGE). Recuperado el 1 de agosto de 2023 de smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales_Climatologicas/Normales7100/ver/nor7100_30147.TXT

[2] Fuente: CONAGUA. Servicio Meteorológico Nacional. (2023). Normales Climatológicas: La Florencia. Recuperado el 1 de agosto de 2023 de smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales_Climatologicas/Normales7100/ver/nor7100_30081.TXT

[3] Fuente: Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2023). Atlas Nacional de Riesgos. Recuperado el 1 de agosto de 2023 de Fenónemos MX (atlasnacionalderiesgos.gob.mx)

de San Juan Evangelista (DGE) y La Florencia que, registraron 74 días con tormentas eléctricas al interior del SAR.

**Granizadas:** El CENAPRED en el Atlas Nacional de Riesgos[4] indica que, al interior del Sistema Ambiental Regional el índice de peligro por las tormentas de granizo es *Bajo* pues no registran días con la presencia de este fenómeno. Sin embargo, las normales climatológicas indican un promedio de 0.15 días, por lo que la probabilidad de ocurrencia de estos eventos es baja.

**Inundaciones:** De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED y al Atlas Municipal de Riesgos Nivel Básico de San Juan Evangelista, Veracruz, los municipios de San Juan Evangelista y Sayula de Alemán, donde se inserta el SAR registran un índice de vulnerabilidad y peligro ante las inundaciones categorizado como *Medio* y *Muy Alto*, respectivamente. Esta información indica que, a nivel municipal existe una elevada propensión a ser dañados por los efectos de este fenómeno hidrometeorológico, además de que probablemente no cuenten con la infraestructura para hacerle frente, por lo que existe un grado alto de susceptibilidad por parte de la sociedad y de los bienes a sufrir daños, y, por ende, por la ejecución del proyecto.

**Ciclones y huracanes:** Dado que son fenómenos que se pueden predecir, de acuerdo al Atlas Municipal de Riesgos Nivel Básico de San Juan Evangelista, Veracruz, se ha establecido un Sistema de Alerta Temprana para Ciclones Tropicales (SIATCT) cuyo objetivo es reducir la vulnerabilidad de los sistemas afectables y mitigar los efectos del sistema perturbador mediante la formulación de mecanismos coordinados de acción social, medio por el cual, este fenómeno se pondera con un valor *Bajo y Muy Bajo*, por lo que el desarrollo del proyecto no se verá afectado.

**Sequias:** De acuerdo con la información provista por la CONAGUA y el CENAPRED en el Atlas Nacional de Riesgos, los municipios de San Juan Evangelista y Sayula de Alemán registran un déficit promedio de 25% respecto a la lluvia media anual con periodos de sequía que oscilan de un año y medio a dos años y medio. Además, el grado de peligro, vulnerabilidad y riesgo ante estos fenómenos es *Medio*.

Asimismo, de la revisión del Monitor de Sequía de México (MSM)[5], basado en la obtención e interpretación de una variedad de índices de sequía. De acuerdo con esta fuente, en los últimos nueve años al interior del SAR se han identificado condiciones de sequía en diferentes intensidades, pese a los valores de precipitación que caracteriza a la región. A lo largo del periodo consultado se registró un incremento en la ocurrencia e intensidad de

[4] Fuente: Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2023). Atlas Nacional de Riesgos. Recuperado el 1 de agosto de 2023 de Fenónemos MX (atlasnacionalderiesgos.gob.mx)

[5] Fuente: CONAGUA. (2023). Monitor de Sequía de México. Recuperado de Monitor de Sequía en México (conagua.gob.mx)

estos eventos, siendo 2014 y 2018 los años en donde predominó la ausencia de las sequías con cinco y ocho meses, respectivamente. Es de resaltar que, el año siguiente (2019) fue el más seco al registrar este evento a lo largo de los 12 meses con condiciones que oscilaron de "Anormalmente seco" (D0) hasta "Sequía extrema" (D3), la cual predominó en el segundo semestre del año. Cabe señalar que, esta categoría no se ha vuelto a reportar en los últimos años, sin embargo, los escenarios que oscilan desde D0 hasta D2 (Sequía severa) han sido frecuentes, mientras que los periodos sin sequía cada vez son menos habituales.

**Geología y geomorfología**

**Fisiografía:** De acuerdo con los datos vectoriales fisiográficos del Continuo Nacional, Serie I, escala 1:1,000,000 (2001) provisto por INEGI, el SAR se inserta en la Provincia Fisiográfica "Llanura Costera del Golfo Sur"[6] y en la Subprovincia Fisiográfica "Llanura Costera Veracruzana"[7].

Por su parte, el Continuo Nacional, Serie I, escala 1:1,000,000 (2001) del Sistema de Topoformas provisto por INEGI[8], indica que, en el SAR y en el AI las formas de relieve predominantes están representadas por "Llanura aluvial con lomerío" y "Lomerío típico", siendo esta última la topoforma que caracteriza al área del proyecto.

**Litología:** De acuerdo con la información vectorial proporcionada por GeoInfoMex del Servicio Geológico Mexicano (SGM), particularmente la capa de Geología de la carta de Minatitlán con clave E15-7, escala 1:250,000, en el SAR se distribuyen cinco tipos de litología, representados por Aluvial, Arenisca-Lutita, Conglomerado poligénico-Arenisca, Lutita-Arenisca y Lutita-Toba riolítica.

De manera general, el SAR está conformado por rocas sedimentarias, formadas por la precipitación y acumulación de materia mineral de una solución o por la compactación de restos vegetales y/o animales que se consolidan en rocas duras. Adicionalmente, se determinó que, el SAR corresponde a una formación geológicamente reciente, pues data del Cenozoico, siendo la litología Aluvial la más actual al originarse en el periodo Cuaternario.

**Características del relieve**

**Elevaciones:** Para poder definir la topografía del espacio geográfico, se consultó el conjunto de datos vectoriales de información topográfica de las cartas E15C13, E15C14,

[6] Fuente: INEGI. (2001). Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. Provincias fisiográficas. Recuperado el 2 de agosto de 2023 de Mapa (inegi.org.mx)

[7] Fuente: INEGI. (2001). Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. Subprovincias fisiográficas. Recuperado el 2 de agosto de 2023 de Mapa (inegi.org.mx)

[8] Fuente: INEGI. (2001). Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. Sistema topoformas. Recuperado el 2 de agosto de 2023 de Mapa (inegi.org.mx)

E15C23 y E15C24, escala 1:50,000 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2021), donde se obtuvieron las curvas de nivel a cada 10 metros, las cuales van de los 10 a los 160 metros sobre el nivel del mar (msnm).
En el SAR, AI y AP se presentan desniveles que van de los 80 msnm al norte, bajando al suroeste a 70 msnm y 60 y 50 al suroeste-centro de la poligonal, lo cual representa un desnivel de 10 metros significativos para la implementación del parque solar.

**Fallas y fracturas:** Con base en el conjunto de Datos Vectoriales Geológicos, Serie I, escala 1:250,000 (1984) de la carta de Minatitlán con clave E15-7[9], al interior del SAR se insertan dos fracturas en la porción noroeste y suroeste con una longitud aproximada de 4 y 3 km, cabe señalar que se encuentran a una distancia de 0.67 y 2 km del área del proyecto, tal como se aprecia en la siguiente figura.

**Susceptibilidad de riesgos:** De acuerdo con el CENAPRED en el Atlas de Riesgos de Veracruz, el SAR está expuesto ante los fenómenos geológicos: vulcanismo, deslizamientos y sismos, por lo que, el vulcanismo presenta un nivel bajo debido a que, se determinó que al interior del SAR no existen volcanes dentro del área de interés, siendo San Martín Pajapan el más cercano a 64 km.

Respecto a los deslizamientos, el SAR no incide en regiones potenciales de deslizamiento, además conforme el Mapa Nacional de Susceptibilidad por Inestabilidad de Laderas (CENAPRED, 2020)[10], esta unidad de análisis se inserta en una zona de peligro categorizada como Muy bajo ante este fenómeno. Este se debe a la ausencia de formas de relieve en extremo elevadas, donde las topoformas predominantes son lomeríos con llanuras, caracterizadas por la ausencia de pendientes inclinadas.

Por otro lado, con relación al riesgo de sismos, de acuerdo con la Regionalización Sísmica (CFE, 2015) el SAR se inserta en la Zona C, es decir, registra un peligro Alto ante la probabilidad de eventos sísmicos. Como información complementaria a esta categorización se consultó el Catálogo de Sismos del Servicio Sismológico Nacional[11], con el objetivo de corroborar la frecuencia sísmica en la región. De esta revisión se pudo determinar que, en el área de búsqueda en los últimos 10 años se han registrado 4,755 eventos con una magnitud que oscila entre los 3 y 5.6 en la escala de Richter. Estos sismos se han clasificado como de intensidad menor a moderada, siendo en la mayoría de los casos perceptibles, pero sin ocasionar daños significativos. No obstante, en ciertas ocasiones, pueden llegar a causar daños de consideración en edificaciones débiles.

[9] Fuente: INEGI. (1984). Conjunto de datos vectoriales Geológicos serie I. Minatitlán. Recuperado el 3 de agosto de 2023 de Mapa (inegi.org.mx)
[10] Fuente: CENAPRED. (2023). Mapa Nacional de Susceptibilidad por Inestabilidad de Laderas. Recuperado el 3 de agosto de 2023 de Fenónemos MX (atlasnacionalderiesgos.gob.mx)
[11] Fuente: Servicio Sismológico Nacional. (2023). Catálogo de Sismos. Recuperado el 3 de agosto de 2023 de Servicio Sismológico Nacional | UNAM, México

**Suelo:** Tomando como base la Serie II del conjunto de datos vectoriales edafológicos de la carta de Minatitlán con clave E15-7, escala 1:250,000 (2007)[12], se pudo determinar que, al interior del SAR se distribuyen seis tipos de suelo, siendo el Luvisol crómico el predominante pues abarca el 75% de la superficie con 14,095.86 hectáreas. En el caso particular del área del proyecto, la totalidad de su superficie igualmente incide en el Luvisol crómico.

**Erosión:** Para determinar el estado del suelo en función de la erosión del SAR se consultó el conjunto de datos de erosión del suelo, escala 1:250,000, Serie I (2014)[13]. De esta revisión se identificó que, al interior de la unidad, la erosión es ocasionada por el agua, sin embargo, el 71% de la superficie está catalogada como "Sin erosión evidente".

**Hidrología:** De acuerdo con los datos vectoriales de Hidrología del INEGI[14], en donde se determinó que el SAR se inserta en dos regiones hidrológicas, Papaloapan (RH28) y Coatzacoalcos (RH29), en las cuencas Río Papaloapan (A) y Río Coatzacoalcos (B), subcuencas Río Trinidad (RH28Ao) y Río Coatzacoalcos (RH29Ba)
**Hidrología superficial:** Con el objetivo de saber la interacción de la Red Hidrográfica con las áreas de interés (SAR, AI y AP) se realizó un análisis de las corrientes de agua de las subcuencas en donde se insertan, donde se obtuvieron los escurrimientos presentes en las áreas de interés, los cuales fueron categorizados según su grado de ramificación, es decir su orden y su condición, ya fuese intermitente o perenne, así como su entidad y longitud. De acuerdo con lo reportado por SIATL e INEGI, en su mayoría son intermitentes, esto significa que su flujo solo se mantiene en épocas de lluvia y no durante todo el año, a comparación con las corrientes de agua perennes, de las cuales no hay incidencia, es así, que específicamente en el área del proyecto se encuentran 53 escurrimientos intermitentes y una línea central, la cual se caracteriza por ser un flujo a través de cuerpos de agua o canales de tipo área, teniendo un total de 54 escurrimientos. Del mismo modo, se identificó que en el AI se encuentran 264 corrientes de agua intermitentes, 16 corrientes de agua perennes y 22 líneas centrales, siendo un total de 302 escurrimientos. Con lo que respecta al SAR se identificaron 993 corrientes de agua intermitentes, 53 corrientes de agua perennes y 53 líneas centrales, siendo un total de 1,074 escurrimientos.

**Hidrología subterránea:** De acuerdo con los datos vectoriales de la distribución de acuíferos a nivel nacional (CONAGUA, 2020), se determinó que la totalidad del SAR se inserta en el acuífero denominado "Cuenca del Río Papaloapan" con clave 3019. Cabe mencionar que, presenta un déficit de 19,977.180 $m^3$ anuales que se están extrayendo a costa del almacenamiento no renovable del acuífero, por lo que no existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones.

[12] Fuente: INEGI. (2007). Conjunto de Datos Vectorial Edafológico. Escala 1:250 000 Serie II Continuo Nacional Minatitlán. Recuperado el 4 de agosto de 2023 de Mapa (inegi.org.mx)
[13] Fuente: INEGI. (2014). Conjunto de Datos de Erosión del Suelo, Escala 1: 250 000 Serie I Continuo Nacional. Recuperado el 5 de agosto de 2023 de Mapa (inegi.org.mx)
[14] Fuente: INEGI. (2023). Hidrología. Recuperado de Hidrología (inegi.org.mx)

**Análisis de la calidad y cantidad de agua subterránea:** Con respecto a la Calidad Superficial del Sistema Nacional y a la Estación de Monitoreo de la Calidad del Agua. Se determinó la ausencia de sitios al interior del SAR, por lo que, la estación más cercana a las áreas de interés corresponde a la denominada "OCGCE3430: CMAPS NANCHITAL (P-KM 34-2)", cuyos datos reflejan que la calidad del agua subterránea tiene un estado Excelente, ya que acata al cumplimiento de todos los indicadores.

**Análisis de la calidad y cantidad de agua superficial:** Con respecto a la Calidad Subterránea del Sistema Nacional y a la Estación de Monitoreo de la Calidad del Agua, cuya estación más cercana a las áreas de interés corresponde a "OCGCE3158: Río Coatzacoalcos", donde sus datos reflejan que la calidad del agua superficial tiene un estado aceptable.

**Aire**

**Calidad del Aire:** A nivel estatal, existen siete estaciones fijas en operación para el monitoreo continuo que se ubican en la Ciudad de Xalapa, Minatitlán, Poza Rica, Veracruz, Coatzacoalcos, San Andrés Tuxtla y Tuxpan, además de una estación móvil de monitoreo[15]. Si bien, la estación Minatitlán es la más cerca el SAR, esta se encuentra en mantenimiento, por lo que, para efectos del presente análisis se tomarán los datos proporcionados por la estación Coatzacoalcos, la cual indica que, para el día de consulta (2 de agosto de 2023) la calidad del aire es *Buena*, por lo que se considera que el riesgo es mínimo o nulo y se pueden disfrutar de las actividades al aire libre[16].

## IV.2 Medio biótico

### IV.2.1 Flora

#### IV.2.1.1 Usos de suelo y tipos de vegetación

Para caracterizar la vegetación, se empleó una metodología para la identificación, descripción y evaluación de la diversidad y abundancia de la vegetación presente en el AP, AI y SAR que consistió en tres etapas: trabajo de gabinete, trabajo de campo y análisis de datos.

En cuanto al diseño de muestreo a ejecutar en el SAR, AI y AP para caracterizar dicha vegetación, se emplearon unidades de muestreo considerando el método de cuadrantes, debido a que los cuadrantes hacen muestreos más homogéneos y tienen menos impacto de borde en comparación con otros. El tamaño de los cuadrantes fue de 400 $m^2$, dentro de los cuales se consideró el muestreo por forma de vida, de acuerdo con lo siguiente: para el

[15] Fuente: SEDEMA. (2023). Estaciones de Monitoreo. Recuperado el 2 de agosto de 2023 de | SEDEMA (veracruz.gob.mx)
[16] Fuente: SEDEMA. (2023). Calidad del Aire Veracruz. Recuperado el 2 de agosto de 2023 de | SEDEMA (veracruz.gob.mx)

caso de la vegetación herbácea (1x1 m), arbustos (5x5 m) y árboles (20x10 m) (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Al respecto, Se colocaron 21 unidades de muestreo, situadas en áreas con vegetación representativa y con base a criterios de homogeneidad de la(s) especie(s) dominante(s) y 3 puntos de verificación, dando un total de 24 sitios para las áreas de interés. La distribución de los sitios de muestreo corresponde a: 12 sitios para el AP, 4 sitios inmersos en el AI y 8 sitios en el SAR, a partir de imágenes satelitales de Google Earth.

**Caracterización de la vegetación**

De acuerdo con los muestreos en campo dentro del SAR, AI y AP, se registraron 340 individuos, pertenecientes a 119 especies, de las cuales una no se logró determinar y los 118 restantes, se agrupan en 51 familias. Poaceae (14 spp.), Fabaceae (12), Malvaceae (8), Araceae con (7), Euphorbiaceae (5), Apocynaceae, Asteraceae y Cactaceae (4). En estas familias se concentra el 48.7% de las especies encontradas, tal como se puede observar en la siguiente figura.

Es importante mencionar que, se identificaron 41 especies para el SAR, 27 especies para el AI y 77 especies para el AP. Dentro del AP, AI y SAR se encontró una especie Sujeta a protección especial (Pr) correspondiente a *Cedrela odorata* L. (cedro rojo), de acuerdo con la modificación del anexo normativo III, lista de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De acuerdo con la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), se tienen enlistadas 62 especies en alguna categoría. De esta manera, se encuentran 56 especies bajo la categoría de Riesgo menor (LC), 1 se encuentra catalogada como Vulnerable (Vu), la cual corresponde a *Cedrela odorata* L., 2 en la categoría de En peligro (EN), las cuales son: *Swietenia humilis* Zucc. (caoba) y *Coffea arabica* L. (café), las cuales se encuentran cultivadas en la zona. Además de 3 especies que no cuentan con datos suficientes (DD), las cuales son: *Opuntia cochenillifera* (L.) Mill. (nopal de cochinilla), *Carica papaya* L. (papaya) y *Manihot esculenta* Crantz (guacamote), las cuales también se encuentran cultivadas en la zona y no corresponden a una población natural en el área del proyecto

Por último, de acuerdo con CITES, se encuentran 10 especies incluidas dentro del Apéndice II, dentro de las que se encuentran las especies de cactáceas, orquídeas y algunas especies de maderas semipreciosas como la caoba y el cedro rojo, por lo que su comercio se encuentra regulado, tal como puede verse en la siguiente tabla. Hay que considerar que la especie *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. entra en vigor hasta el 25 de noviembre del 2024.

De acuerdo con la estructura de la vegetación, se encuentra diferenciada en tres estratos, arbustivo, herbáceo y arbóreo (en ese orden de predominancia) en las tres áreas de interés (AP, AI y SAR).

**Sistema Ambiental Regional**

En este sentido, los Valores de Importancia de cada especie se determinó que, para el SAR en lo que respecta con el estrato arbustivo, la especie con mayor valor de importancia es *Heliconia latispatha* Benth (33.38%) que en conjunto con *Hamelia patens* Jacq. (10.38%) se encuentran bajo el sotobosque de la Vegetación secundaria arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia (Vsa/SMQ), mientras que *Rivina humilis* L. (10.78%), *Asclepias curassavica* L. y *Antigonon leptopus* Hook. & Arn. (9.77) se encuentran mejor representadas en las partes abiertas de la transición con los potreros (TA y PC). Por otro lado, la presencia de algunas plantas introducidas como *Cocos nucifera* L. y *Bougainvillea glabra* Choisy forman parte de la vegetación en los Asentamientos Humanos (AH).

El estrato herbáceo, el cual se encuentra representado el cual se encuentra representado principalmente por especies propias de vegetación hidrófita como lo es *Lemna minor* L., especies del sotobosque de la Vegetación secundaria arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia (Vsa/SMQ) como *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott y en otras unidades de muestreo se encuentra representado por especies de pastos, los cuales abundan en las áreas con Pastizal Cultivado (PC) y de Agricultura de Temporal Anual (TA), en donde se encuentra la presencia de *Zea mays* L., Poaceae sp. y *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs.

Mientras que, el estrato arbóreo con alturas que van de los 2.5 a los 17.75 metros, se encuentra conformado principalmente de *Spondias mombin* L. (22.83%), *Bursera simaruba* (L.) Sarg. (7.26%), *Pachira aquatica* Aubl. (6.11%) y *Guazuma ulmifolia* Lam. (5.49%), siendo las especies con mayor importancia ecológica de acuerdo con los Valores de Importancia (IVI) obtenidos y con la abundancia de estas, tal como se indica en la siguiente tabla. Cabe mencionar que estas especies junto con *Cedrela odorata* L., *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., *Lonchocarpus* sp., *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb., *Swietenia humilis* Zucc., *Pithecellobium* dulce (Roxb.) Benth., entre otras, son las que se encuentran como cercas vivas delimitando los potreros existentes.

Sobre el estrato arbóreo, se encuentra representado el estrato epífito, el cual se compone de individuos de orquídeas como *Catasetum integerrimum* Hook. y *Trichocentrum cosymbephorum* (C. Morren) R. Jiménez & Carnevali, además de bromelias como *Aechmea bracteata* (Sw.) Griseb. y cactáceas como *Selenicereus ocamponis* (Salm-

Dyck) D.R. Hunt y *Rhipsalis baccifera* (Sol.) Stearn, la cual se observó dentro del área al igual que *Syngonium angustatum* Schott.

**Área de Influencia**

Dentro de esta área de interés la vegetación está conformado por cuatro estratos: herbáceo, arbustivo, arbóreo y epífitas.

El estrato herbáceo, presentando alturas promedio menores a un metro aproximadamente, se encuentra representado principalmente por especies como *Mimosa pudica* L. (14.21%), *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs (12.56%), Sorghum halepense (L.) Pers. (11.24%) y *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (10.12%), entre otras especies de pastos, los cuales predominan en las áreas de potreros, mientras que, en los cuerpos de agua presentes, *Pistia stratiotes* L. (9.56%) y *Typha domingensis* Pers. (4.98%) forman la vegetación hidrófita presente.

Por su parte el estrato arbustivo es el que presenta mayor cantidad de individuos, con alturas que llegan hasta los 3.5 metros y compuestos por plántulas y/o arbustos como *Acacia cornigera* (L.) Willd. (29.17%), *Guazuma ulmifolia* Lam. (34.44%) y *Crateva tapia* L. (36.39%), las cuales corresponden a las áreas donde se encuentra Vegetación secundaria arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia (Vsa/SMQ).
Mientras que el estrato arbóreo se encuentra compuesto por organismos que van de los 7 a los 9.80 metros de alto con algunas excepciones. Dentro de las especies que destacan, se encuentran *Cedrela odorata* L. (22.12%), *Bursera simaruba* (L.) Sarg. (19.40%), *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. (16.45%), *Parmentiera aculeata* (Kunth) Seem. (16.17%), *Lonchocarpus* sp. (14.03%) y *Spondias mombin* L. (11.82%) por su mayor abundancia.

De acuerdo con los datos vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII de INEGI (2021) escala 1:250,000 y con el trabajo de campo, se detectó que en dos unidades de muestreo en las que indicaba presencia de Vegetación secundaria arbustiva de Selva Alta Perennifolia (Vsa/SAP), en la verificación de campo, hay presencia de Patizal Cultivado (PC) y de Vegetación secundaria arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia (Vsa/SMQ) con presencia de vegetación hidrófita en los cuerpos de agua presentes.

Además, se encuentra el estrato epífito representado por las orquídeas *Trichocentrum cosymbephorum* (C. Morren) R. Jiménez (30.74%) y *Catasetum integerrimum* Hook. (21.42%) y por las bromelias *Tillandsia schiedeana* Steud. (24.53%) y *Aechmea bracteata* (Sw.) Griseb. (23.31%).

**Área del Proyecto**

Así pues, para el AP, los arbustos son el estrato con mayor cantidad de individuos, seguido de los árboles y las hierbas.

El estrato herbáceo se compone de 27 especies diferentes de hierbas, con presencia principalmente de pastos como *Setaria parviflora* (Poir.) Kerguélen (12.76%), *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (8.21%), *Paspalum langei* (E. Fourn.) Nash (6.13%) y *Paspalum notatum* Flüggé (3.04%), los cuales se hacen presentes y abundantes en las áreas correspondientes a la Agricultura de Temporal Anual (TA); por otro lado, la presencia de especies de vegetación hidrófita se hacen presentes en los cuerpos de agua, siendo las más importantes, *Lemna minor* L. (7.59%), *Pistia stratiotes* L. (7.47%), *Salvinia minima* Baker (5.69%) y *Typha domingensis* Pers. (3.67%). Mientras tanto, el sotobosque de la Vegetación secundaria arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia (Vsa/SMQ) se encuentra compuesto por especies como *Syngonium sagittatum* G.S. Bunting (6.29%), *Pavonia schiedeana* Steud. (3.34%), *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott (2.64), *Canna indica* L. (2.38%), *Dorstenia contrajerva* L. (1.52%) y algunos helechos como *Adiantum trapeziforme* L. (4.36%) y *Thelypteris ovata* R.P. St. John (2.38%), principalmente. Cabe mencionar, que en este estrato también se observó la presencia de la orquídea terrestre *Oeceoclades maculata* (Lindl.) Lindl., la cual ha sido reportada como introducida e invasora de los sistemas tropicales en México.

En cuanto al estrato arbustivo la especie con Valores de Importancia (IVI) más altos es *Attalea butyracea* (Mutis ex L. f.) Wess. Boer, (10.44%), *Piper aduncum* L. (7.74%), *Malvastrum coromandelianum* (L.) Garcke (7.48%), *Heliconia latispatha* Benth. (6.91%), *Randia aculeata* L. (6.43%). De las 30 especies que se registraron como componentes de este estrato, se encuentran las plántulas de algunas especies de árboles, lo cual indica que la vegetación se encuentra dentro de alguna etapa de sucesión debido a algún impacto en el área. El estrato arbustivo presenta alturas promedio que van de alturas menores a 1 metro hasta los 7 metros.

En lo que respecta al estrato arbóreo, este es el que presenta individuos con alturas de los 1.50 a los 20.80 metros. Dentro de las especies con mayor densidad y valores de importancia más altos, se encuentran *Guazuma ulmifolia* Lam. (21.41%), *Croton draco* Schltdl. & Cham. (10.35%), *Randia aculeata* L. (10.26%), *Pachira aquatica* Aubl. (7.29%), *Attalea butyracea* (Mutis ex L. f.) Wess. Boer (13.20%), *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. (4.35%), *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. (3.16%), *Parmentiera aculeata* (Kunth) Seem. (2.83%), *Cynometra retusa* Britton & Rose (2.38%), *Bursera simaruba* (L.) Sarg. (1.97%), Cedrela odorata L. ( 1.85%), entre otras, las cuales se encuentran distribuidas en la Vegetación secundaria arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia (Vsa/SMQ) y también forman las cercas vivas que dividen los potreros presentes en el área de Agricultura de Temporal Anual (TA), en la que también se encuentran algunos huertos y parcelas registrados bajo el programa federal Sembrando Vida, en el que intercalan hectáreas con especies maderables como *Cedrela odorata* L. (cedro rojo), *Swietenia humilis* Zucc. (caoba), *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken (solerilla), *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. (roble) con especies frutales como

*Coffea arabica* L. (café), *Theobroma cacao* L. (cacao), *Musa paradisiaca* L. (plátano), *Bixa orellana* L. (achiote), *Carica papaya* L. (papaya), entre otras.

En el Área del Proyecto (AP), también se encuentra presente el estrato epífito, el cual se encuentra compuesto por la cactácea *Selenicereus ocamponis* (Salm-Dyck) D.R. Hunt (33.11%), las bromelias *Aechmea bracteata* (Sw.) Griseb. (23.68%) y *Tillandsia schiedeana* Steud. (21.93%) y por la orquídea *Catasetum integerrimum* Hook. (21.27%).

**Cálculos de índices de diversidad**

De acuerdo con los índices de diversidad, riqueza y equidad obtenidos, de manera general puede observarse que el estrato epífito es el que presenta una menor riqueza de especies, mientras que el estrato arbustivo es el más rico en cuanto al registro de especies.

Respecto a los valores de diversidad, en la siguiente tabla pueden apreciarse los valores obtenidos en las diferentes áreas de interés (AP, AI y SAR), de esta manera, es evidente que los estratos arbustivo y herbáceo son consistentes dentro del SAR como en el AP, existe dominancia de algunas especies entre las que destacan *Heliconia latispatha* Benth. *Malvastrum coromandelianum* (L.) Garcke y *Attalea butyracea* (Mutis ex L. f.) Wess. Boer, además de algunas especies introducidas ornamentales dentro del SAR, correspondientes a las áreas de Asentamientos Humanos (AH) presentes.

Además, destacan en el estrato herbáceo, *Setaria parviflora* (Poir.) Kerguélen y *Cynodon dactylon* (L.) Pers. y algunos otros pastos en las áreas de potreros, las cuales se encuentran presentes en las áreas de agostaderos de la zona. En el caso del sotobosque de la Vegetación secundaria arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia, destacan *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott, y *Syngonium sagittatum* G.S. Bunting, mientras que en los cuerpos de agua son *Lemna minor* L. y *Pistia stratiotes* L. las más abundantes.

En cuanto al estrato arbóreo, se puede identificar que se compone en gran parte por *Guazuma ulmifolia* Lam. y *Spondias mombin* L., las cuales son especies que se ven favorecidas con el disturbio, por lo cual puede deducirse que la vegetación actual de la zona se encuentra en un proceso de sucesión ecológica en la que se están remplazando los organismos después de un impacto presente y que continua a través del tiempo.

**Conclusión**

Como bien, se ha mencionado los Usos de Suelo y Vegetación que presenta el polígono del proyecto, corresponden a Agricultura de Temporal Anual (TA) con presencia de Vegetació hidrófila y Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia (Vsa/SMQ).

Al respecto, el proyecto implementará las medidas y acciones preventivas y/o mitigaciones propuestas en el Capítulo VI del presente estudio con el fin de prevenir, minimizar o mitigar los impactos que se pudieran generar, las cuales son admisibles y aceptables.

### IV.2.2 Fauna

Del análisis de la visita de campo realizada del 8 al 13 de agosto de 2023, se concluye que las condiciones ambientales para los diferentes grupos faunísticos resultan ser distintas, esto se evidencia en los valores obtenidos de diversidad de especies.

La composición faunística para el Área del Proyecto (AP) estuvo representada por 80 especies, siendo seis especies para anfibios, 12 especies para reptiles, 53 especies de aves y nueve especies de mamíferos. Para el Área de Influencia (AI) se registraron 42 especies, de las cuales cuatro fueron de anfibios, diez de reptiles, 25 de aves y tres de mamíferos. Finalmente, para el Sistema Ambiental Regional (SAR) se obtuvo un registro de 58 especies en total, siendo estas cinco de anfibios, diez de reptiles, 41 de aves y 2 de mamíferos.

Los registros obtenidos fueron consecuencia del diseño y esfuerzo de muestreo, así como de las condiciones brindadas en el AP, AI y SAR para satisfacer las necesidades de la fauna de la región, de esta manera las especies no registradas tiene probabilidad de ser especies localmente raras o especies pertenecientes a poblaciones colindantes de la región, que se encuentren en proceso de dispersión.

Para la herpetofauna, las condiciones ambientales del estado de Veracruz ofrecen un medio con la capacidad de contener una notable diversidad de especies, sin embargo, por su baja capacidad de desplazamiento y gran susceptibilidad a la perturbación del medio, estos grupos pueden funcionar como indicadores del estado de los ecosistemas. El Sapo gigante (*Rhinella horribilis*) es una especie que se ha reportado puede proliferar en ambientes perturbados como son pastizales mientras existan cuerpos de agua que le permitan su reproducción, esto concuerda con los encontrado en campo al ser la especie más abundante durante el muestreo realizado. (Cortés-Suárez, 2017) Se puede considerar al grupo de los anuros (ranas y sapos) como el grupo de anfibios más tolerante a ambientes perturbados al ser el grupo que presenta una mayor capacidad de desplazamiento y menor especialización en cuanto microhábitats, por lo que la diversidad media obtenida en este grupo para el AP (H'=1.49), el AI (H'=1.15) y el SAR (H'=1.42) donde todas las especies registradas fueron anuros sugiere un estado de perturbación considerable.

El grupo de los reptiles también fue representado principalmente por especies generalistas en el uso de hábitat capaces de habitar ambientes perturbados mientras sigan ofreciendo los recursos necesarios como es el caso de la Lagartija espinosa de vientre rosado (*Sceloporus variabilis*), el Anolis fantasma (*Anolis lemurinus*) y el Abaniquillo sedoso (*Anolis*

*sericeus*) (Montiel-Palacios, et. al. 2023; Ramírez-Bautista, 2009; Macíp-Ríos, R y Muñoz-Alonso, A. 2008) Sin embargo, también hubo abundancia de especies que se han visto afectadas por la actividad humana llevando sus poblaciones a disminuir como la Iguana de cola espinosa del Golfo (*Ctenosaura acanthura*) (Ruiz-Bravo, S. y Serna-Lagunes, R. 2021)

Por otra parte, las especies de aves más abundantes fueron el Pijije alas blancas (*Dendrocygna autumnalis*), el Zopilote común (*Coragyps atratus*), la Tortolita canela (Columbina talpacoti), la Chara pea (*Psilorhinus morio*), el Garrapatero pijuy (*Crotophaga sulcirostris*) y el Zanate mayor (*Quiscalus mexicanus*). Se tiene registro de que estas especies llegan a formar grandes grupos y son de carácter generalista u oportunista permitiéndoles ocupar un mayor número de nichos ecológicos que aquellas especies especialistas o endémicas. (Bazán-Alcántara, G. *et al*., 2012; Yusti y Velandia, 2013; Capúl-Magaña, *et al*., 2017; Sánchez, 2017; Andreé, *et al*, 2021).

Para los cuatro grupos faunísticos de estudio la diversidad fue media a alta dentro del AP siendo mayor en el grupo de las aves (H'=3.06), esto puede deberse a su mayor capacidad de movilidad y desplazamiento siendo que las especies con pocos registros hayan sido observadas mientras iban de paso por lo que estos eventos podrían considerarse ocasionales.

El grupo de los mamíferos fue el que presentó la menor diversidad obteniendo el AP el valor más alto en cuanto al índice de Shanon (H'=1.69), valor que se considera medio bajo. Las especies registradas en su mayoría son especies generalistas u oportunistas de las cuales existe registro que son tolerantes a ambientes con perturbación antrópica, generando incluso problemas para el ser humano en actividades agrícolas o ganaderas. Estas problemáticas generadas por el encuentro con seres humanos debido a su tolerancia para acercarse a asentamientos humanos son una razón para intuir la baja diversidad de mamíferos, pues las poblaciones de especies más susceptibles a la perturbación tenderían a desplazarse a sitios cercanos capaces de ofrecer un hábitat propicio que les brinde refugio y que a su vez mantengan una conectividad capaz de mantener un flujo génico. (Castellanos, G. *et al*., 2009; Treves, 2009; Espinoza-García, C.R. *et al*, 2018).

Respecto a las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2019, estas representaron el 15.56% del total de especies registradas. Todas las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2019 fueron registradas dentro del AP, sin embargo, en todo momento durante el desarrollo de actividades del proyecto en cuestión, se buscará no impactar a la fauna presente a través del Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de fauna silvestre con el objetivo de identificar sitios alternos en el mismo ecosistema en función de homologar las condiciones de vida.

Asimismo, se recomiendan realizar prácticas de reforestación con especies nativas en zonas aledañas al proyecto generando una conectividad del paisaje a modo de que puedan funcionar como pasos de fauna para aquellas especies con baja capacidad de desplazamiento como son anfibios, reptiles y mamíferos. Para el grupo de aves se recomienda la implementación de dispositivos de disuasión dentro del proyecto con la finalidad de reducir el riesgo de que las especies encuentren sitios de percha en esta área lo que podría provocarles daños físicos.

### IV.2.3 Paisaje

El análisis del paisaje clasifica de manera sistematizada los elementos geológicos, geomorfológicos, edafológicos y de la cobertura vegetal, así como el uso de suelo que caracterizan las diferentes unidades de paisaje, por lo que la evaluación del mismo se basa en características subjetivas calificando la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad de cada una de las unidades ambientales encontradas en el AP, AI y en el SAR.

Por lo que, el observador (especialista ambiental) genera un criterio de paisaje a partir de lo que puede llegar a percibir de cierto territorio mediante la observación tanto en el AP, AI como en el SAR. Por lo tanto, el paisaje, pasa a ser una realidad física experimentada individualmente (subjetivo), donde influyen los rasgos culturales y personalidad condicionados por la percepción, a través de la calidad visual del paisaje (CVP).

Al respecto, la evaluación visual establece el valor escénico intrínseco del paisaje en estudio y el grado de vulnerabilidad que presenta éste a las características del proyecto, obteniendo la Calidad Visual del Paisaje (CVP).

Como resultado de la evaluación de la CVP, se obtuvieron para el AP valores que van desde 14 hasta 23, mientras que para el AI los valores van desde los 16 hasta 28, asimismo, para el SAR los valores van desde 15 hasta 22, teniendo un promedio de 20.8, por lo que, conforme a la escala generada, significa que el paisaje del proyecto a nivel del AP, AI y SAR, presenta una CVP con una categoría Media, esto debido a que dentro del AP, se presentan diferentes Usos de Suelo y Vegetación como son: Agricultura de Temporal Anual, Agricultura de Temporal Anual en asociación con Vegetación Hidrófila y Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia, este último presenta los valores medios y/o altos al igual que los USV donde hay presencia del factor agua y diversidad en cuanto a grupos faunísticos, lo que los diferencia de los demás incluyendo los puntos del AI y SAR.

### IV.2.4 Medio socioeconómico

De acuerdo con el análisis realizado para el medio socioeconómico se determina que la población perteneciente a los municipios de San Juan Evangelista y Sayula de Alemán, que

predominan dentro del SAR muestra ciertas características que pueden potenciarse de forma positiva con la implementación del proyecto, tal como se presenta a continuación.

**Empleo**

El proyecto tiene la generalidad de ser un elemento de creación de oportunidades de empleo, trayendo consigo un incremento la fuente de ingresos, manteniendo condiciones de trabajo seguras lo cual, considera medidas para evitar la discriminación. Una fuente de empleo supone un aumento en la calidad de vida de los habitantes resultado del incremento en cuanto a los ingresos obtenidos. Las diferentes etapas en las que se realiza el proyecto pretenden brindar oportunidades laborales gracias a los diferentes conocimientos y preparaciones que se requieren en el personal para que este se lleve a cabo.

**Servicios sociales**

El desarrollo del proyecto indica una mejora las condiciones de salud a través las instalaciones de seguridad y como una línea de atención inmediata extendiendo comunicaciones ante emergencias y eventualidades. El proyecto supone un incremento y mejora en la conectividad de los municipios lo que favorecerá al acceso al generar vías de acceso alumbradas. El incremento en la conectividad genera un mayor flujo de personas por la región ofreciendo así oportunidades de movilidad o generación de ingresos por motivos indirectos derivados de la realización del proyecto en cuestión.

**Educación**

La vida económica de las personas se relaciona estrechamente con la educación y las oportunidades que esta trae consigo, es por esto que un incremento en el ingreso de las poblaciones ofrece un mayor acceso a la educación lo que conlleva a una mejor preparación y mejores oportunidades de empleo que traigan consigo un mayor ingreso económico. La difusión de información, o la concientización con relación a la operacionalización de las obras.

**Pueblos indígenas**

El Proyecto respeta el estilo de vida y organización de las comunidades Indígenas se contempla que se trabajará con procedimientos apropiados, de buena fe que en caso de requerirlo permitan la participación libre de representantes de la comunidad Indígena en la identificación, evaluación y mitigación de cualquier Impacto Social que les concierna directamente.

Como conclusión el desarrollo del proyecto espera generar un impacto positivo hablando en términos socioeconómicos para las localidades inmersas en el SAR. Esto derivado de las oportunidades generadas que otorgaran un supuesto incremento en la calidad de vida para los habitantes del SAR. A su vez, otorgaría un mayor incremento en cuanto a la infraestructura de la región trayendo beneficios de acceso a servicios y conectividad para

estas localidades, tomando siempre en cuenta a la población indígena con la intención de no generar impactos negativos culturales.

Por otra parte, se identificó que en las localidades de Cuauhtémoc y Las Flores en los municipios de San Juan Evangelista y Sayula de Alemán, respectivamente, existen habitantes registrados en el programa federal Sembrando Vida (PSV) el cual supone una fuente de ingreso por lo que las personas de estas localidades pueden considerarse como población vulnerable por el desarrollo del presente proyecto. Esto por consecuencia de las acciones de remoción de cobertura vegetal lo que implica la eliminación de parcelas que se encuentran registradas en el PSV.

La implementación de programas de rescate y reubicación de flora, así como de reforestación por consecuencia de esta remoción de parcelas debe suponer una oportunidad laboral e ingreso para los habitantes registrados en el PSV que se vean afectados por el desarrollo de este proyecto, así como una compensación para los habitantes afectados tomando en cuenta el valor e importancia de las especies de plantas cultivadas.

### IV.2.5 Diagnóstico ambiental

El diagnóstico ambiental se realizó con el objetivo analizar la información recabada para cada uno de los factores abióticos, bióticos y socioeconómicos presentes en el SAR, AI y AP. Dentro de los que se consideraron: aire (calidad del aire y ruido), agua (cantidad y calidad), suelo (calidad, erosión y compactación), vegetación (abundancia y diversidad, y fragmentación), fauna (abundancia y diversidad, y distribución), paisaje (calidad visual), socioeconómico (bienestar social y bienestar económico).

De acuerdo con lo anterior, el diagnóstico ambiental descrito permite asignarle una clasificación con calidad **ALTA**, debido a la existencia de factores ambientales importantes para el SAR. Cabe mencionar que, el área del proyecto se encuentra dentro de un terreno heterogéneo, con presencia de manchones densos de vegetación y evidencia de actividades antropogénicas como, la agricultura y asentamientos humanos, por lo que la zona no posee condiciones prístinas, evidenciado por el estado sucesional de la Selva Mediana Subperennifolia.

El proyecto contempla la instalación de una planta de energía renovable para generar energía eléctrica a partir de la energía solar, con ello dará lugar a procesos “verdes”, sin emitir gases de efecto invernadero coadyuvando en el proceso de cambio climático. Además, el proyecto generará empleos dentro de la región durante las etapas de construcción lo que brindará beneficios a las localidades cercanas.

La implementación del proyecto traerá consigo una serie de modificaciones sobre los componentes ambientales, no obstante, estas alteraciones se verán mitigadas y/o compensadas a través de la aplicación de medidas orientadas a este fin, lo que asegurará el mantenimiento de los servicios ambientales y la integridad ecosistémica.

## V IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS

Derivado de la evaluación de impactos se identificaron un total de 133 interacciones entre los siete componentes ambientales, que incluyen la atmósfera, el suelo, el agua, la flora y fauna, el paisaje y el medio socioeconómico, y las obras y actividades propias de las cinco fases contempladas para el desarrollo del proyecto Parque Solar Fotovoltaico Plutón Solar, correspondientes a la Etapa Previa, la Preparación del Sitio, la Construcción, la Operación y Mantenimiento y el Abandono del Sitio.

Del total de los impactos identificados, 49 poseen una naturaleza benéfica y 84 son de carácter adverso. En términos de intensidad, se determinó la presencia de 68 impactos moderados y 40 severos, siendo en su mayoría de naturaleza negativa para los de la primera categoría y positiva para los segundos.

El componente ambiental más afectado por el desarrollo del proyecto es el suelo, con 26 interacciones adversas, especialmente durante la etapa de Preparación del Sitio, donde se llevarán a cabo actividades que afectarán el recurso edáfico de diversas formas, posiblemente de manera permanente. Por otro lado, el medio socioeconómico es el componente que experimentará el mayor beneficio, ya que impulsará el empleo y los ingresos regionales a través de la contratación de mano de obra y la adquisición de insumos en diferentes etapas del proyecto.

Es importante mencionar que, el impacto benéfico que se generará por el desarrollo de proyecto será durante toda la vida útil del mismo, promoviendo así el uso de energía limpia, contribuyendo a la reducción de Gases de Efecto Invernadero, además de generar beneficios socioeconómicos de maneral local y/o regional.

A pesar de los impactos ambientales identificados, se implementarán medidas necesarias para reducir las afectaciones significativas al ecosistema donde se llevará a cabo el proyecto. Estas medidas incluirán estrategias de mitigación, prevención y, cuando sea necesario, compensación, todas las cuales se describirán detalladamente en el Capítulo VI de este estudio. Además, se contará con un Programa de Vigilancia Ambiental y sus subprogramas correspondientes para garantizar la adecuada implementación de estas acciones.

## VI MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En la presente tabla se muestran las medidas de prevención y/o de mitigación por componente ambiental, de acuerdo con el análisis realizado sobre los posibles impactos

ambientales que pueden presentarse durante las etapas de desarrollo del proyecto y los criterios de selección. De esta manera, se determinaron 22 medidas, definidas par esta Manifestación de Impacto Ambiental Regional como medidas de aplicación obligatoria para las 88 interacciones negativas identificadas entre las actividades del proyecto y los componentes ambientales.

Tabla 7. Medidas de mitigación aplicables al proyecto

| Clave de la Medida | Descripción de la Medida | Tipo de Medida |
|---|---|---|
| M1 | No iniciar actividades hasta que se cuente con autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental | P |
| M2 | Marcar previamente la superficie a utilizar en el proyecto, con el objeto de evitar dañar a una superficie mayor de la debida, en las áreas de las celdas fotovoltaicas, línea de conducción y obras complementarias y de apoyo | P |
| M3 | Programa de Rescate y Reubicación de Flora | M |
| M4 | Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre | M |
| M5 | Programa de Vigilancia Ambiental | M |
| M6 | Programa de Manejo Integral de Residuos | M |
| M7 | Programa de Conservación de Suelo | M |
| M8 | Programa de Restauración de Cuerpos Hídricos cercanos | C |
| M9 | Programa de Reforestación | C |
| M10 | Actividades de mantenimiento preventivo e inspección de todos los vehículos y maquinaria que se empleen en el proyecto | P |
| M11 | Acciones para la conservación de la calidad de agua y escurrimientos | P |
| M12 | Acciones para la conservación de condiciones edáficas | P |
| M13 | Cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-041- SEMARNAT-2015 | P |
| M14 | Cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-045- SEMARNAT-2017 | P |
| M15 | Cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-080- SEMARNAT-1994 durante la operación de los equipos | P |
| M16 | Cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-081-SEMANAT-1994 | P |

| Clave de la Medida | Descripción de la Medida | Tipo de Medida |
|---|---|---|
| M17 | Capacitación al personal de educación y concientización ambiental | P |
| M18 | Acciones de prevención contra riesgos hidrometereológicos | P |
| M19 | Programa de Abandono del sitio | M |
| M20 | Acciones de estabilización o humidificación para evitar la dispersión de partículas y polvos | P |
| M21 | Implementación de pasos de fauna | M |
| M22 | Disuasores para las aves en la interconexión aérea con la subestación eléctrica | M |

*Tipo de Medida: M: Mitigación, C: Compensación y P: Prevención.

Cabe mencionar que, para que exista una correcta y oportuna ejecución de las medidas contempladas para prevenir, minimizar y/o compensar por los impactos negativos generados o potenciales derivados de las obras y/o actividades durante la ejecución del proyecto, es necesario tener una supervisión y monitoreo constante, de esta manera se pueden identificar los ajustes necesarios y disminuir los riesgos ante una eventualidad o contingencia que llegara a presentarse durante o después de la ejecución del proyecto, por lo que las acciones estarán incluidas en un Programa de Vigilancia Ambiental.

- Programa de Rescate y Reubicación de Flora
- Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre
- Programa de Manejo Integral de Residuos
- Programa de Conservación de Suelo
- Programa de Restauración de Cuerpos Hídricos cercanos
- Programa de Reforestación

Asimismo, contemplará las siguientes acciones:

- Pláticas de educación y concientización ambiental
- Acciones dirigidas a mitigar las emisiones a la atmósfera y evitar la contaminación del suelo por sustancias como aceites, diésel o gasolina con base en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.
- Acciones para la conservación de la calidad del agua y escurrimientos
- Acciones para la conservación de las condiciones edáficas
- Acciones para implementar para la sobrevivencia de las poblaciones de fauna
- Inspecciones periódicas, monitoreo continuo y análisis de datos para garantizar la integridad del parque solar
- Acciones de prevención contra riesgos hidrometereológicos

Asimismo, en la etapa de abandono del sitio se contempla el Programa de Abandono del Sitio.

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

EL pronóstico ambiental permite hacer la comparación de la predicción de los tres escenarios posibles:

- Línea base o escenario actual
- Implementación del proyecto sin medidas
- Implementación del proyecto con medidas de mitigación

A partir del análisis comparativo de los tres escenarios anteriores se concluye que, en el escenario sin proyecto, la calidad es Media con una **calificación global de 1.65**, mientras que el escenario con proyecto sin medidas se mantiene la misma calidad media, sin embargo, la **clasificación global disminuye a 1.18** debido a que se verán afectados todos los componentes ambientales de forma negativa como suelo, atmósfera, hidrología, fauna y flora. Por último, el escenario donde se realiza la implementación de medidas de mitigación como el Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre, Programa de Reforestación, Programa de Manejo Integral de Residuos, así como acciones referentes a los factores antes mencionados que se incluyen en el Programa de Vigilancia Ambiental se espera que la magnitud de los impactos sea minimizada. Por lo que, se contempla el escenario con la implementación de medidas de mitigación, cuya calidad es **Alta con una clasificación global de 1.90**.

Es importante resaltar que, en el escenario con proyecto sin medidas de mitigación, se aprecia una diminución de la calidad ambiental de todos los factores a excepción del factor económico, evidenciando la necesidad de la aplicación, control y medición de las medidas de mitigación y prevención.

Resultado de la valoración realizada se estimó que existirán impactos positivos de los que, dadas las condiciones socioeconómicas de la zona, han de ser potenciados. Los negativos, al ser mitigados, mantienen residuales bajos o bien, serán susceptibles de la implementación de planes y programas específicos y a través de los cuales se revertirán parcialmente las modificaciones realizadas sobre el paisaje durante la etapa de cierre y abandono al término de la vida útil del proyecto estimada en 40 años.

Partiendo de lo anteriormente expuesto, se tiene, como escenario que:

- El proyecto representa riesgos a poblaciones de especies de flora y fauna, por lo que, de manera puntual se establecerán los programas de: Programa de Rescate y

Reubicación de Flora Silvestre y el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre con el fin de proteger a las especies normadas.

- Una vez que el proyecto en cuestión sea sometido al establecimiento de medidas de prevención, mitigación y/o compensación a través de programas específicos puede ser viable ambientalmente hablando.

En el presente documento se han propuesto medidas y estrategias tendientes a la minimización, prevención y compensación de los impactos ambientales identificados, que son técnicamente posibles, financieramente viables y admiten seguimiento y documentación.

## VIII CONCLUSIONES

Debido al desarrollo de las actividades del proyecto Parque Solar Fotovoltaico Plutón Solar, motivo del presente estudio, estas podrían incidir sobre algunos elementos del medio, no obstante, los impactos resultantes estarán sujetos a medidas preventivas, de mitigación y/o compensación. Con base en lo anterior y con todo el análisis que se realizó a través de los Capítulos de la MIA-R, es posible concluir el proyecto quedará sujeto a las acciones que se ejercerán dentro del Programa de Vigilancia Ambiental y sus subprogramas, los cuales se mencionan a continuación.

- Programa de Rescate y Reubicación de Flora
- Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre
- Programa de Manejo Integral de Residuos
- Programa de Conservación de Suelo
- Programa de Restauración de Cuerpos Hídricos cercanos
- Programa de Reforestación

Al respecto, una vez sometiéndose el proyecto a las acciones y medidas necesarias anteriormente enlistadas para compensar y mitigar los efectos generados en cada etapa del mismo resulta ser viable ambientalmente.