MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

RESUMEN EJECUTIVO

"PS Altamirano "

JULIO, 2026

Green World
Environmental and Social Discovery

RHO solar

Contenido

CONTENIDO **I-1**
I DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL **I-1**
I.1 Nombre del proyecto **I-1**
I.2 Ubicación del Proyecto **I-2**
I.3 Duración del proyecto **I-3**
I.4 Descripción de las obras y actividades **I-4**
I.5 Superficie de afectación del proyecto **I-5**
I.6 Características particulares del proyecto **I-9**
I.6.1 Módulos Fotovoltaicos I-10
I.6.2 String o serie I-11
I.6.3 Caja de conexiones de los módulos I-12
I.6.4 Conectores I-12
I.6.5 Trackers I-13
I.6.6 Inversor I-14
I.6.7 Transformador I-16
I.6.8 Desarrollo de diseño PV I-17
I.6.9 Red de media tensión I-17
I.6.10 Red de baja tensión I-19
I.6.11 Zanjas PV I-20
I.6.12 Trabajos civiles PV I-25
I.6.13 Movimiento de Tierras PV I-31
I.6.14 Áreas de Exclusión I-33

I.6.15 Cimentaciones y estructuras del PV I-35
I.6.16 Cimentaciones y estructuras de zona de almacenamiento I-37
I.6.17 Red de tierras PV: I-42
I.6.18 Subestación Altamirano I-44
I.6.19 Trabajos Civiles Subestación I-46
I.7 Áreas de Instalaciones I-54
I.7.2 Línea de transmisión y ampliación de Bahía I-54
I.7.3 Subestación Manlio Fabio Altamirano I-61
I.7.4 Indicar los tipos de obras o actividades del proyecto I-63
I.7.5 Operación y Mantenimiento I-67
I.7.6 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones I-68
I.8 Programa de trabajo I-69
I.8.1 Insumos requeridos para el proyecto I-71
I.8.2 Desmantelamiento y abandono I-74
II VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO II-77
II.1 Vinculación con instrumentos jurídicos aplicables a la obra II-77
II.1.1 Leyes II-78
II.1.2 Reglamentos II-78
II.1.3 Programas de Ordenamiento Ecológico II-79
II.1.4 Planes de Desarrollo II-79
II.1.5 Áreas Naturales Protegidas II-80
II.1.6 Áreas de Importancia para la conservación de las Aves (AICAS) II-81
II.1.7 Regiones Prioritarias para la Conservación (RTP, RHP y RMP) II-82
II.1.8 Normas Oficiales Mexicanas II-82
II.2 Susceptibilidad ante riesgos geológicos y meteorológicos II-84

II.3 Hidrología superficial en el área del proyecto II-85

II.4 Localidades con población indígena y afromexicana en las que incide el sitio de intervención del proyecto y/o su zona de influencia. II-87

III DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA III-90

III.1 Criterios empleados para la delimitación de la Región Ecológica con características y alcances del proyecto III-90

III.1.1 Ubicación y distribución del proyecto III-90

III.2 Área de Influencia III-93

III.3 Descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación presentes en el SAR III-95

III.4 Especies potenciales III-96

III.5 Análisis de los componentes ambientales al interior de la región ecológica III-98

III.5.1 Descripción del componente biótico III-99

III.5.2 Descripción del componente abiótico III-100

III.5.3 Descripción del componente socioeconómico III-101

III.6 Diagnóstico ambiental III-102

III.6.1 Descripción y análisis del diagnóstico ambiental III-106

III.6.2 Síntesis e Interpretación del Medio Abiótico III-107

III.6.3 Síntesis e Interpretación del Medio Biótico III-108

III.6.4 Problemáticas ambientales en la región ecológica III-109

III.6.5 Conclusión III-110

IV IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS IV-110

IV.1 Descripción de los impactos identificados IV-110

IV.1.1 Descripción de los impactos del componente agua IV-111

IV.1.2 Descripción de los impactos del componente suelo IV-116

IV.1.3 Descripción de los impactos del componente aire IV-123

IV.1.4 Descripción de los impactos del componente paisaje IV-126

IV.1.5 Descripción de los impactos del componente flora IV-129

IV.1.6 Descripción de los impactos del componente fauna IV-132

IV.1.7 Descripción de los impactos del componente socioeconómico IV-141

IV.2 ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL IV-144

IV.2.1 Fichas de las líneas estratégicas de las medidas de mitigación IV-144

IV.2.2 Medidas ambientales para el componente agua IV-144

IV.2.3 Medidas ambientales para el componente suelo IV-154

IV.2.4 Medidas ambientales para el componente aire IV-160

IV.2.5 Medidas ambientales para el componente paisaje IV-167

IV.2.6 Medidas ambientales para el componente flora IV-176

IV.2.7 Medidas ambientales para el componente fauna IV-184

IV.2.8 Medidas ambientales para el componente socioeconómico IV-211

IV.2.9 Estimación económica de las medidas de mitigación IV-216

IV.2.10 Conclusión IV-219

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Superficie de ocupación por componente de cada uno de los componentes del proyecto. ..I-6
Tabla 2. Uso de suelo y vegetación por componente del proyecto PS Altamirano. I-7
Tabla 3. Uso de suelo y vegetación actual por componente del proyecto PS Altamirano. I-8
Tabla 4 Características generales del módulo fotovoltaico. I-11
Tabla 5. Bancos de Préstamo. I-28
Tabla 6. Características de las estructuras. I-58
Tabla 7. Cronograma de trabajo I-70
Tabla 8. Generación de residuos peligrosos y no peligrosos durante la preparación del sitio y construcción. I-75

Tabla 9. Localidades con presencia de población indígena en relación con el Área de Influencia del proyecto..... II-89
Tabla 10. Componentes ambientales susceptibles a presentar alguna modificación. III-103
Tabla 11. Rango de calidad. III-104
Tabla 12. Categorías de calidad. III-106
Tabla 13. Descripción de los impactos identificados para el componente agua..... IV-111
Tabla 14 Descripción de los impactos identificados para el componente suelo. IV-116
Tabla 15 Descripción de los impactos identificados para el componente aire IV-123
Tabla 16 Descripción de los impactos identificados para el componente paisaje..... IV-126
Tabla 17. Descripción de los impactos identificados para el componente flora. Tabla 18. Descripción de los impactos identificados para el componente flora. IV-129
Tabla 19. Descripción de los impactos identificados para el componente fauna. IV-133
Tabla 20. Descripción de los impactos identificados para el componente socioeconómico. IV-141
Tabla 21. Especies susceptibles de rescate en el área del proyecto (AP) IV-177
Tabla 22 Evaluación Económica IV-218

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación geopolítica del proyecto, ...I-2
Figura 2. Componentes del proyecto I-6
Figura 3. Usos de suelo y vegetación observados en el área del proyecto. I-9
Figura 4. Modulo Fotovoltaico I-11
Figura 5 Conexión en serie I-12
Figura 6 Posiciones de la estructura portante I-14
Figura 7. Inversor FS4200M. I-16
Figura 8. Transformador FS4200M. I-17
Figura 9 Diagrama de la red colectora de media tensión en la planta I-19
Figura 10. Layout con tendido BT para los dos bloques tipo. I-20
Figura 11. Red colectora de media tensión. I-21
Figura 12 Detalle del diseño de zanjas MT I-23
Figura 13 Detalle de Zanja tipo BT directamente enterradas y bajo camino. I-24
Figura 14. Acceso desde la carretera Palmira I-25
- Figura 15. Vial de Acceso.....I-26

Figura 16. Descarga de cuneta trapezoidal. I-29

Figura 17. Sección ODT de vado de concreto. I-30
Figura 18. Sección de cuneta trapezoidal I-30
Figura 19. Tabla de pendientes planta Solar. I-33
Figura 20. Áreas de exclusión. I-34
Figura 21. Ubicación de la Subestación Elevadora del proyecto PS Altamirano. I-46
Figura 22. Torre Celosía 2W2 I-59
Figura 23. Torre Celosía 2S2. I-59
Figura 24. Valores de ancho de derecho de vía para estructuras auto soportadas. I-61
Figura 25. Subestación Eléctrica Manlio Fabio Altamirano 230 kV, Punto de interconexión. I-61
Figura 26. Cimentación tipo pilote para suelo blando o profundo. I-63
Figura 27. Cimentación tipo zapata aislada para suelo firme (roca firme) y poco profundo. I-63
Figura 28. Diagrama de funcionamiento de trampa de grasas e hidrocarburos. I-72
Figura 29. Ubicación del Proyecto respecto a las ANP de carácter Federal y Estatal II-81
Figura 30. Zonas sísmicas del estado de Veracruz. Imagen tomada del Atlas de Riesgos del Estado de Veracruz (Protección Civil, 2023). En rojo se señala el área del proyecto. II-85
Figura 31. Corrientes que cruzan el área del proyecto II-87
Figura 32. Ubicación del proyecto "PS Altamirano" III-91
Figura 33. Región Ecológica "PS Altamirano" III-93
Figura 34. Área de Influencia III-95
Figura 35. Representatividad de especies nativas y exóticas de flora con distribución potencial del AP y su AI III-97
Figura 36. Representatividad de especies nativas y exóticas de flora con distribución potencial del AP y su AI III-98

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

El presente documento corresponde al Resumen Ejecutivo de la Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional (MIA-R) del proyecto "PS Altamirano", promovido por RHO Solar, S. de R.L. de C.V., para su desarrollo en el municipio de Manlio Fabio Altamirano, estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. La Manifestación de Impacto Ambiental fue elaborada por Green World, a través de un equipo multidisciplinario conformado por especialistas en las diferentes disciplinas ambientales requeridas para la evaluación integral del proyecto.

El proyecto consiste en el desarrollo de un parque solar fotovoltaico destinado a la generación de energía eléctrica a partir de una fuente renovable, mediante la instalación de módulos fotovoltaicos, infraestructura eléctrica asociada, una subestación elevadora, sistema de almacenamiento de energía (BESS) y la línea de interconexión requerida para su incorporación al Sistema Eléctrico Nacional. Su objetivo es contribuir al fortalecimiento de la generación de energía limpia, promoviendo el aprovechamiento sustentable del recurso solar y favoreciendo la transición energética mediante tecnologías con bajas emisiones de gases de efecto invernadero.

La presente Manifestación de Impacto Ambiental se elaboró de conformidad con lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental y demás ordenamientos jurídicos aplicables, con el propósito de identificar, evaluar y prevenir los impactos ambientales derivados de las diferentes etapas del proyecto, así como establecer las medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación necesarias para garantizar su viabilidad ambiental.

I.1 Nombre del proyecto

El nombre del Proyecto sobre él que versa la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional es **"Parque Solar Altamirano",** en el cuerpo del estudio se hará referencia a él como: **PS Altamirano, Parque Solar Altamirano, Planta Solar** o **El Proyecto**.

I.2 Ubicación del Proyecto

El Proyecto Solar Altamirano (PS Altamirano) se localiza geopolíticamente en el municipio de Manlio Fabio Altamirano, en la región central del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, México. El polígono donde se desarrollará el proyecto se encuentra en una zona con vocación predominantemente agropecuaria y cuenta con condiciones de accesibilidad e infraestructura que favorecen el desarrollo de un proyecto de generación de energía mediante fuentes renovables.

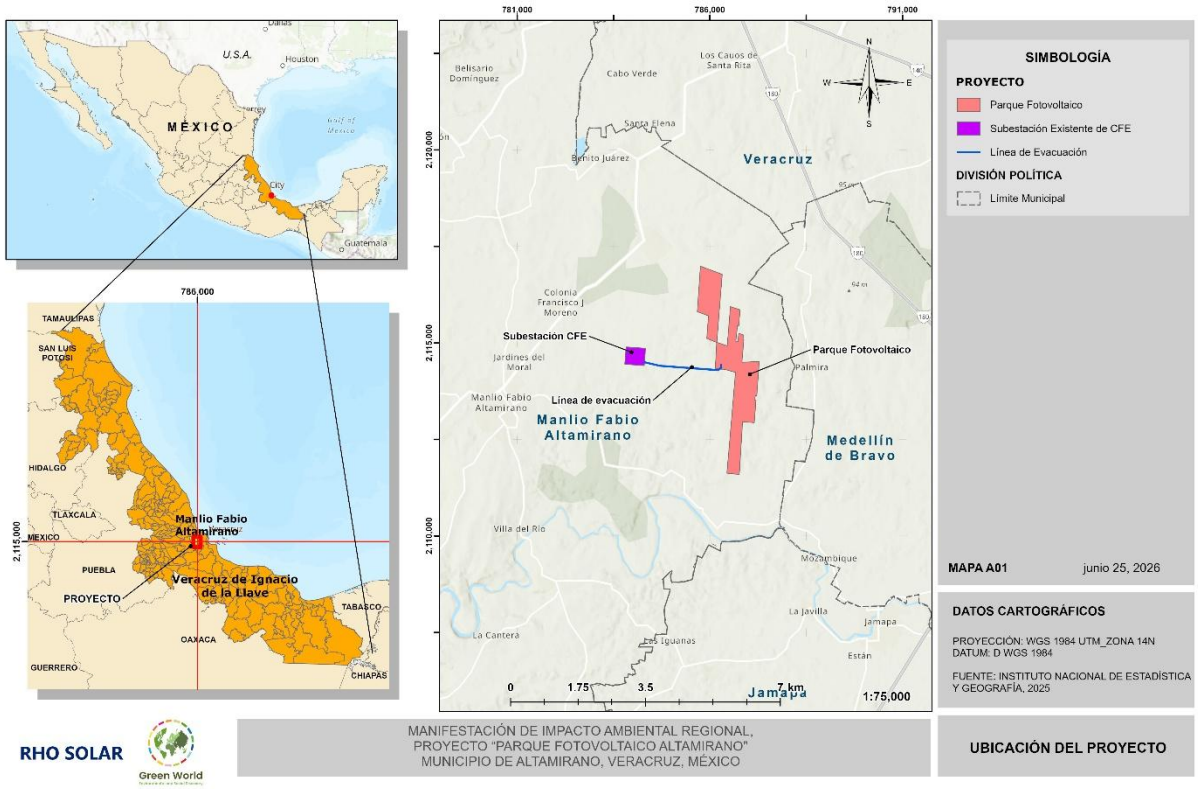


Figura 1. Ubicación geopolítica del proyecto,

I.3 Duración del proyecto

El desarrollo del PS Altamirano se llevará a cabo mediante cinco etapas principales: previo a la construcción, preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y desmantelamiento y abandono del sitio. Cada una de estas etapas comprende actividades específicas que permitirán la implementación ordenada del proyecto, garantizando el cumplimiento de los requerimientos técnicos, ambientales y normativos aplicables.

De acuerdo con la planeación del proyecto, las etapas de preparación del sitio y construcción tendrán una duración aproximada de 24 meses, periodo durante el cual se ejecutarán las obras civiles, la instalación de los módulos fotovoltaicos, la construcción de la subestación eléctrica elevadora, el sistema de almacenamiento de energía (BESS), la línea de transmisión y la infraestructura complementaria requerida para la puesta en operación del parque.

Una vez concluida la construcción e iniciada la operación comercial, el proyecto contempla una vida útil estimada de 35 años, durante los cuales se desarrollarán las actividades de operación y mantenimiento necesarias para garantizar el adecuado funcionamiento de la central fotovoltaica y de la infraestructura eléctrica asociada. La duración de esta etapa podrá extenderse en función de las condiciones operativas, el desempeño de los equipos y la implementación de los programas de mantenimiento preventivo y correctivo que determine el promovente.

Al término de la vida útil del proyecto se ejecutará la etapa de desmantelamiento y abandono del sitio, para la cual se contempla el retiro de la infraestructura, el manejo adecuado de los materiales generados y la implementación de las acciones de restauración ambiental que resulten aplicables, conforme a la normatividad vigente y a las medidas establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental. Estas actividades tendrán como finalidad restablecer, en la medida de lo posible, las condiciones ambientales del área intervenida y asegurar un cierre ambientalmente adecuado del proyecto.

I.4 Descripción de las obras y actividades

El Proyecto Solar Fotovoltaico PS Altamirano comprende la construcción, operación, mantenimiento y eventual desmantelamiento de una central fotovoltaica destinada a la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de la radiación solar, ubicada en el municipio de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz. El proyecto fue diseñado para alcanzar una potencia pico instalada de 188.05 MWp, una potencia nominal de 163.80 MWac y una capacidad de interconexión de 139.00 MWac al Sistema Eléctrico Nacional mediante una línea de transmisión en 230 kV conectada a la Subestación Eléctrica CFE Manlio Fabio Altamirano.

La infraestructura del proyecto está integrada por un conjunto de obras permanentes y temporales que funcionan de manera complementaria para garantizar la captación, transformación, conducción y entrega de la energía eléctrica. Entre los principales componentes se encuentran el campo fotovoltaico conformado por 308,280 módulos solares, estructuras con seguidores solares (trackers), 39 inversores, 39 centros de transformación, la Subestación Eléctrica Elevadora, el Sistema de Almacenamiento de Energía mediante Baterías (BESS), la red colectora de media tensión, la línea de transmisión, caminos de acceso e internos, obras de drenaje, edificaciones operativas, vallado perimetral, áreas de instalaciones, obras temporales y demás infraestructura auxiliar necesaria para la construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

El diseño de las obras consideró criterios de eficiencia energética, seguridad operativa, confiabilidad del sistema eléctrico y compatibilidad ambiental, incorporando medidas para optimizar el uso del suelo, conservar los patrones naturales de drenaje, minimizar la intervención sobre áreas ambientalmente sensibles y facilitar las actividades de operación, mantenimiento y desmantelamiento al término de la vida útil del proyecto. Asimismo, cada uno de los componentes fue desarrollado con base en criterios de ingeniería especializados y conforme a la normatividad técnica y ambiental aplicable.

Los apartados siguientes describen las características técnicas de cada componente del proyecto, incluyendo sus especificaciones de diseño, obras civiles asociadas, infraestructura eléctrica, requerimientos constructivos, cronograma de ejecución, insumos, superficies de ocupación y actividades previstas durante las diferentes etapas del ciclo de vida del PS

Altamirano, proporcionando la base técnica para la evaluación de los impactos ambientales y la definición de las medidas de manejo correspondientes.

I.5 Superficie de afectación del proyecto

El Proyecto Solar Altamirano (PS Altamirano) consiste en la construcción, operación, mantenimiento y eventual desmantelamiento de una central fotovoltaica destinada a la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento del recurso solar, incorporando la infraestructura necesaria para su transformación, almacenamiento e interconexión al Sistema Eléctrico Nacional. El proyecto ha sido diseñado considerando criterios de eficiencia energética, seguridad operativa y compatibilidad ambiental, con el propósito de contribuir al incremento de la participación de las energías renovables en la matriz energética nacional.

La infraestructura principal contempla la instalación de aproximadamente 308,280 módulos fotovoltaicos, montados sobre estructuras metálicas con seguidores solares (trackers), 39 inversores, 39 centros de transformación, una Subestación Eléctrica Elevadora (SEE), un Sistema de Almacenamiento de Energía mediante Baterías (BESS), la red colectora en media tensión y una línea de transmisión en 230 kV, necesaria para la evacuación de la energía generada hacia la Subestación Manlio Fabio Altamirano. Adicionalmente, el proyecto considera la construcción de caminos internos, plataformas, obras de drenaje, cercado perimetral, edificios de operación y mantenimiento, casetas de vigilancia, sistemas de seguridad, infraestructura hidráulica y demás obras auxiliares requeridas para su adecuado funcionamiento.

Las actividades necesarias para la ejecución del proyecto se desarrollarán de manera secuencial durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, así como durante el eventual desmantelamiento y abandono del sitio. Cada una de estas etapas contempla procedimientos específicos destinados a garantizar la adecuada implementación de la infraestructura, el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable y la ejecución de las medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

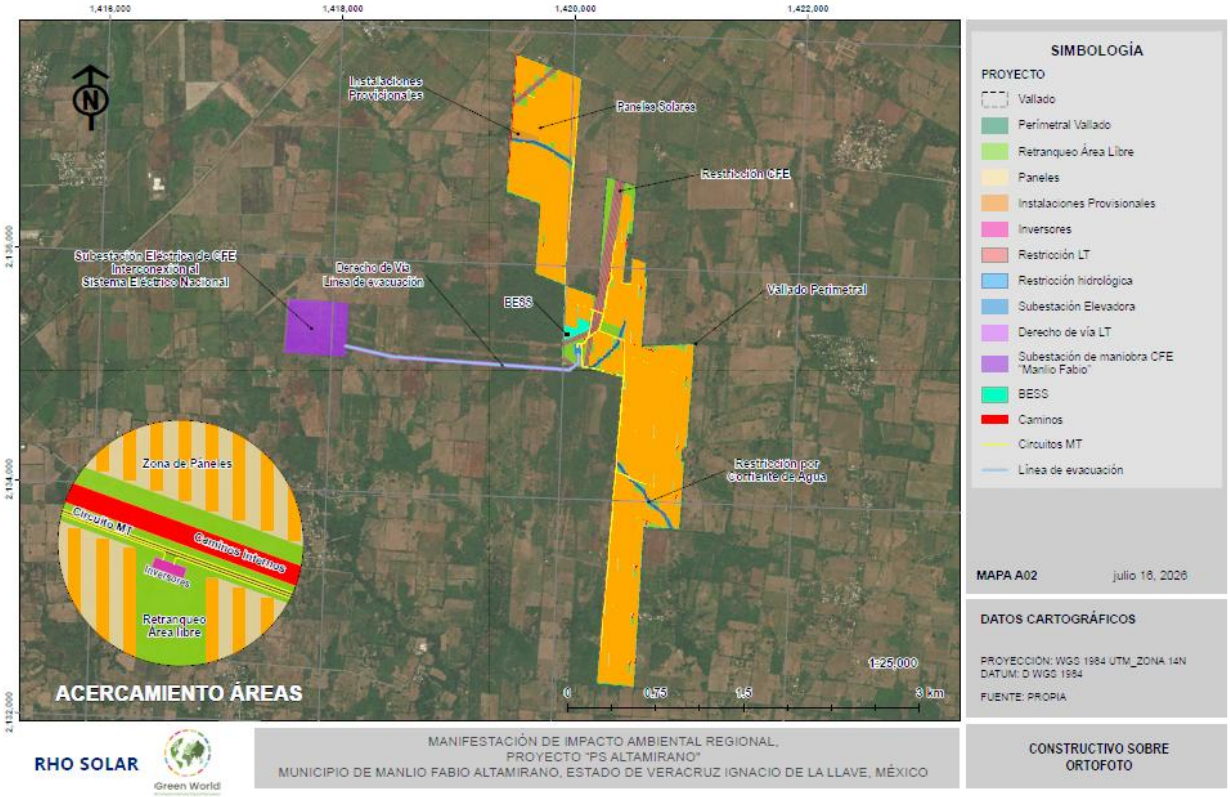


Figura 2. Componentes del proyecto

En la siguiente tabla se muestra la superficie de ocupación por componente.

Tabla 1. Superficie de ocupación por componente de cada uno de los componentes del proyecto.

Componente	Superficie (ha)
BESS	2.7124
Caminos	9.8217
Circuito	2.2742
Derecho de vía LT	6.6026
Instalaciones Provisionales (Oficinas, bodegas, almacenamiento, zona de acopios de residuos, sanitarios)	1.7708
Inversores	0.1139
Paneles	200.0158
Restricción hidrológica	3.7981
Restricción LT	13.5852

Componente	Superficie (ha)
Retranqueo (libre)	42.6209
Subestación de Maniobras	22.7300
Subestación Elevadora	0.5528
Vallado	9.2398
Total	**315.8381**

Tal como se muestra en la tabla anterior, el PS Altamirano requiere una superficie total de 315.8381 ha. De acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII del INEGI, dentro del polígono del proyecto se identifican dos categorías de uso de suelo: Pastizal Cultivado, con una superficie de 235.8882 ha, y Agricultura de Temporal Anual, con 79.9499 ha. La distribución de estas coberturas respecto a los diferentes componentes del proyecto se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Uso de suelo y vegetación por componente del proyecto PS Altamirano.

Componente	Clave	Descripción	Superficie (ha)
BESS	PC	Pastizal Cultivado	2.4107
Caminos	PC	Pastizal Cultivado	4.1663
Caminos	TA	Agricultura De Temporal Anual	0.8550
Circuito	PC	Pastizal Cultivado	1.7085
Circuito	TA	Agricultura De Temporal Anual	0.0886
Derecho de vía LT	PC	Pastizal Cultivado	3.2706
Derecho de vía LT	TA	Agricultura De Temporal Anual	3.3320
Instalaciones Provisionales	TA	Agricultura De Temporal Anual	1.3217
Inversores	PC	Pastizal Cultivado	0.0422
Inversores	TA	Agricultura De Temporal Anual	0.0092
Paneles	PC	Pastizal Cultivado	160.8598
Paneles	TA	Agricultura De Temporal Anual	39.1559
Restricción hidrológica	PC	Pastizal Cultivado	3.3038
Restricción hidrológica	TA	Agricultura De Temporal Anual	0.4943
Restricción LT	PC	Pastizal Cultivado	12.1380
Restricción LT	TA	Agricultura De Temporal Anual	1.4472
Retranqueo	PC	Pastizal Cultivado	40.1959
Retranqueo	TA	Agricultura De Temporal Anual	8.5644
Subestación de maniobras CFE	TA	Agricultura De Temporal Anual	22.7300
Subestación Elevadora	PC	Pastizal Cultivado	0.5038
Vallado	PC	Pastizal Cultivado	7.2884

Componente	Clave	Descripción	Superficie (ha)
Vallado	TA	Agricultura De Temporal Anual	1.9514
Total general			**315.8381**

Como parte de las actividades de caracterización ambiental desarrolladas para la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se realizó la verificación en campo de las coberturas de uso de suelo y vegetación presentes dentro del área del proyecto. Los resultados de esta verificación permitieron establecer la distribución real de los componentes sobre las coberturas identificadas durante los trabajos de campo, información que constituye la base para la evaluación de impactos y la definición de las medidas de manejo ambiental propuestas en el presente estudio. La reclasificación del uso de suelo y vegetación observada en campo se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3. Uso de suelo y vegetación actual por componente del proyecto PS Altamirano.

Componente	Cobertura	Superficie (ha)
BESS	Vegetación Secundaria de Selva Baja	2.4107
Caminos	Pastizal Inducido	3.0138
Caminos	Vegetación Secundaria de Selva Baja	2.0076
Circuito	Pastizal Inducido	0.9652
Circuito	Vegetación Secundaria de Selva Baja	0.8320
Derecho de vía LT	Pastizal Inducido	2.3176
Derecho de vía LT	Vegetación Secundaria de Selva Baja	4.2850
Instalaciones Provisionales	Vegetación Secundaria de Selva Baja	1.3217
Inversores	Pastizal Inducido	0.0342
Inversores	Vegetación Secundaria de Selva Baja	0.0173
Paneles	Pastizal Inducido	139.6513
Paneles	Vegetación Secundaria de Selva Baja	60.3644
Restricción hidrológica	Pastizal Inducido	0.9852
Restricción hidrológica	Vegetación Secundaria de Selva Baja	2.8129
Restricción LT	Pastizal Inducido	8.3776
Restricción LT	Vegetación Secundaria de Selva Baja	5.2076
Retranqueo (libre)	Pastizal Inducido	23.1390
Retranqueo	Vegetación Secundaria de Selva Baja	25.6214

Componente	Cobertura	Superficie (ha)
Subestación de maniobras CFE	Pastizal Inducido	22.7300
Subestación Elevadora	Vegetación Secundaria de Selva Baja	0.5038
Vallado	Pastizal Inducido	5.6795
Vallado	Vegetación Secundaria de Selva Baja	3.5603
Total		**315.8381**

En el siguiente mapa se muestra la distribución de los usos de suelo y vegetación observados y definidos mediante los trabajaos de caracterización del medio biótico en el área del proyecto

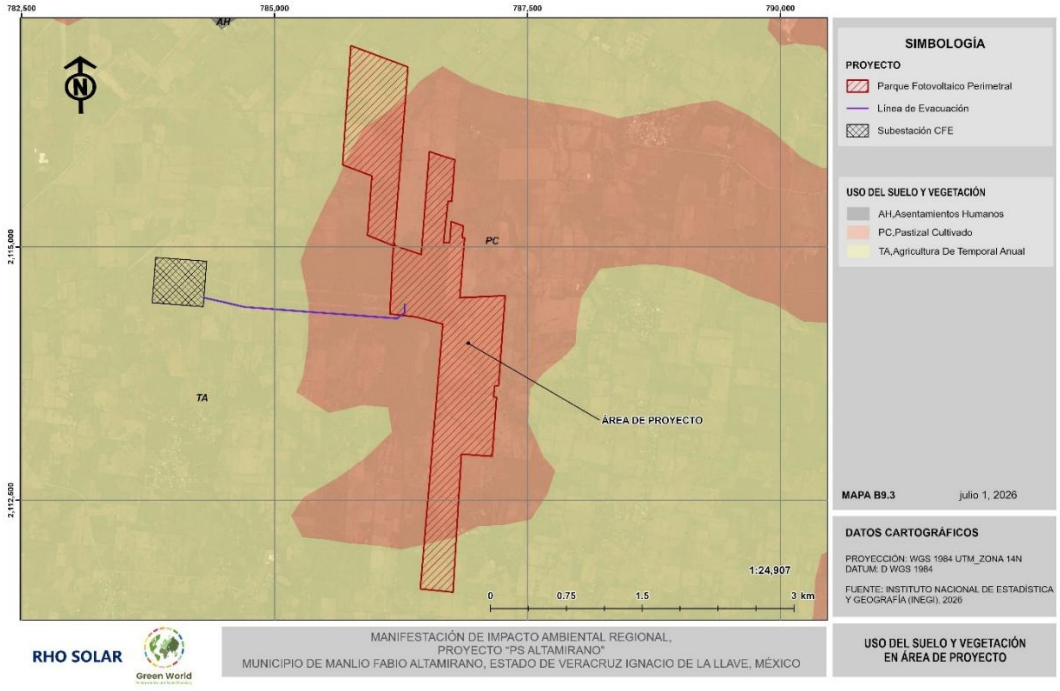


Figura 3. Usos de suelo y vegetación observados en el área del proyecto.

I.6 Características particulares del proyecto

El PS Altamirano está conformado por un conjunto de obras permanentes y auxiliares necesarias para la generación, transformación, almacenamiento y transmisión de energía eléctrica a partir del aprovechamiento del recurso solar. Su diseño integra infraestructura

electromecánica, obras civiles y sistemas de control que operan de manera conjunta para garantizar un funcionamiento eficiente, seguro y ambientalmente compatible.

Las principales características del proyecto se describen a continuación.

I.6.1 Módulos Fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos constituyen el principal elemento de generación del PS Altamirano, al transformar la energía proveniente de la radiación solar en energía eléctrica en corriente continua (DC). Cada módulo está conformado por un conjunto de células fotovoltaicas encapsuladas entre capas de etileno-vinilo-acetato (EVA), protegidas mediante un vidrio frontal templado y una lámina posterior de material polimérico, todo ello soportado por un marco de aluminio anodizado que proporciona rigidez estructural, protección frente a agentes ambientales y facilita su fijación a las estructuras de soporte.

Los módulos seleccionados para el proyecto corresponden al modelo ASTRO ENERGY CHSM72RNDGF-BH, con una potencia nominal de 610 Wp, una eficiencia aproximada del 22.6 % y capacidad de operación bajo condiciones ambientales exigentes. En total se instalarán 308,280 módulos, distribuidos estratégicamente dentro de los bloques fotovoltaicos conforme al diseño de ingeniería, con el propósito de maximizar el aprovechamiento del recurso solar y optimizar la producción de energía durante la vida útil del proyecto.

La energía generada por los módulos será conducida mediante conexiones en serie (strings), permitiendo alcanzar los niveles de tensión requeridos para su conducción hacia los inversores. Para ello, cada módulo incorpora cajas de conexión herméticas y conectores con doble aislamiento, diseñados para garantizar la continuidad eléctrica del sistema y proteger los circuitos frente a la humedad, el polvo y otros agentes externos que puedan afectar su desempeño.

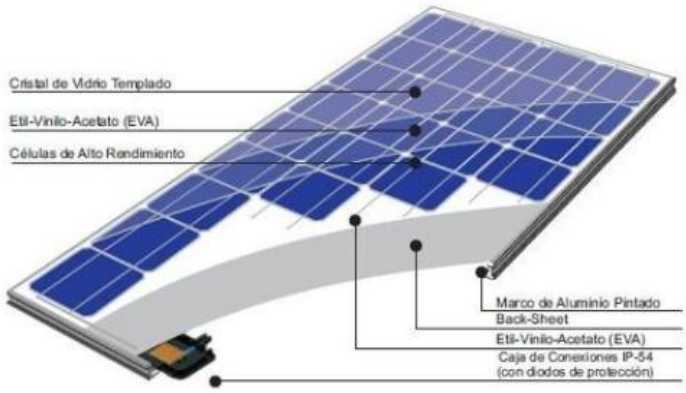


Figura 4. Modulo Fotovoltaico

Las características generales del módulo se muestran en la siguiente Tabla 4

Tabla 4 Características generales del módulo fotovoltaico.

Concepto	Datos del solicitante
Fabricante	Astro Energy
Modelo	CHSM72RNDGF-BH
Número de paneles en la central	308,280
Potencia nominal (Wp)	610
Voltaje nominal en string (V)	40.98
Voltaje a máxima potencia (Vmp)	43.53
Voltaje de circuito abierto (Voc)	51.80
Corriente de corto circuito (Isc)	14.56
Corriente a máxima potencia (Imp)	14.01
Temperatura máxima y mínima de operación	+85°C / -40°C
Eficiencia (%)	22.6
Dimensiones mm	2384x1134x30

I.6.2 String o serie

Los módulos fotovoltaicos se conectan eléctricamente en series o strings, conformadas por un conjunto de paneles unidos en serie con el fin de incrementar el nivel de tensión de salida y adecuarlo a los rangos de operación de los inversores. Cada string conduce la energía

generada hasta las cajas de conexión, donde se agrupan los diferentes circuitos antes de su conducción hacia el sistema de conversión eléctrica.

El diseño de las series considera la tensión máxima de operación de los inversores y las condiciones de funcionamiento del sistema fotovoltaico, permitiendo optimizar el rendimiento energético de la planta. Para garantizar la seguridad y confiabilidad del sistema eléctrico, las conexiones emplean conductores con doble aislamiento, cajas de conexión herméticas y conectores especialmente diseñados para soportar las condiciones ambientales del sitio, minimizando riesgos asociados a humedad, ingreso de polvo o fallas eléctricas durante la operación del proyecto.

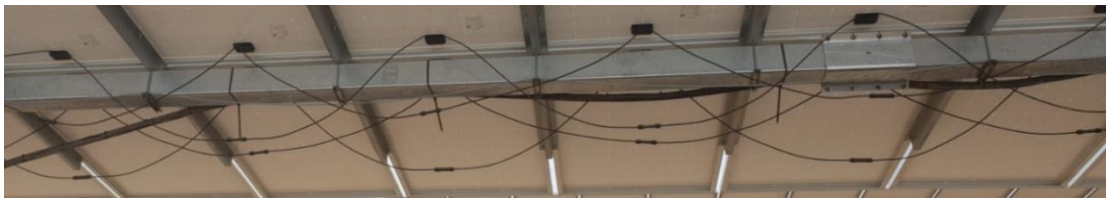


Figura 5 Conexión en serie

I.6.3 Caja de conexiones de los módulos

Es el circuito de conexión donde se agrupa las llegadas eléctricas que conectan las células solares dentro del módulo fotovoltaico, para dar la salida a la corriente generada y poder conectarlos en serie con otros módulos formando las series. Los circuitos se agrupan en paralelo, dando salida a un circuito en corriente continua.

La caja de conexiones debe ser completamente hermética, grado IP 65, para asegurar el aislamiento frente a la humedad, al agua y al polvo que producen una progresiva degradación en los circuitos.

I.6.4 Conectores

Son los elementos que permiten la conexión de unos módulos fotovoltaicos con otros, permitiendo la formación de las series. Los conectores son un elemento muy importante en la planta, ya de que su correcto funcionamiento depende parte de la eficiencia de la planta.

Los conectores deben de ser de material de clase II (doble aislamiento). Los conectores deben estar perfectamente cerrados, no dejando resquicios que den lugar a la entrada de polvo y humedad en su interior, para evitar la degradación de estos, arcos eléctricos y que quemen el conector dando lugar a cortocircuitos.

I.6.5 Trackers

Los trackers o seguidores solares constituyen la estructura de soporte sobre la cual se instalan los módulos fotovoltaicos del Proyecto Solar Altamirano. Su función principal es mantener los paneles orientados de manera dinámica durante el día, siguiendo el movimiento aparente del sol mediante un sistema de rotación sobre un eje horizontal. Esta tecnología permite incrementar la captación de radiación solar y mejorar el rendimiento energético de la central respecto a los sistemas convencionales de inclinación fija.

Cada estructura está conformada por postes de cimentación, perfiles estructurales galvanizados, mecanismos de transmisión, actuadores y sistemas de control que permiten el movimiento sincronizado de los módulos fotovoltaicos. El diseño considera criterios de resistencia estructural frente a cargas de viento, estabilidad geotécnica, durabilidad de los materiales y facilidad de mantenimiento, garantizando un desempeño confiable durante toda la vida útil del proyecto. Asimismo, la disposición de los trackers fue definida considerando las condiciones topográficas del terreno, las distancias mínimas entre filas para evitar pérdidas por sombreado y los requerimientos de operación y mantenimiento de la planta.

El PS Altamirano contempla la instalación de seguidores solares de un eje con capacidad de giro aproximada de ±60°, permitiendo optimizar el aprovechamiento del recurso solar durante las diferentes horas del día. Adicionalmente, el sistema incorpora estrategias automáticas de protección, mediante las cuales los trackers adoptan posiciones de resguardo cuando se presentan condiciones meteorológicas adversas, reduciendo los esfuerzos estructurales ocasionados por vientos de alta intensidad y contribuyendo a la protección de los módulos fotovoltaicos y de la infraestructura asociada.

La selección de este sistema responde a criterios de eficiencia energética, confiabilidad operativa y optimización del área disponible, permitiendo incrementar la producción de

energía eléctrica y mejorar el desempeño global del parque solar sin generar incrementos significativos en la superficie de ocupación del proyecto

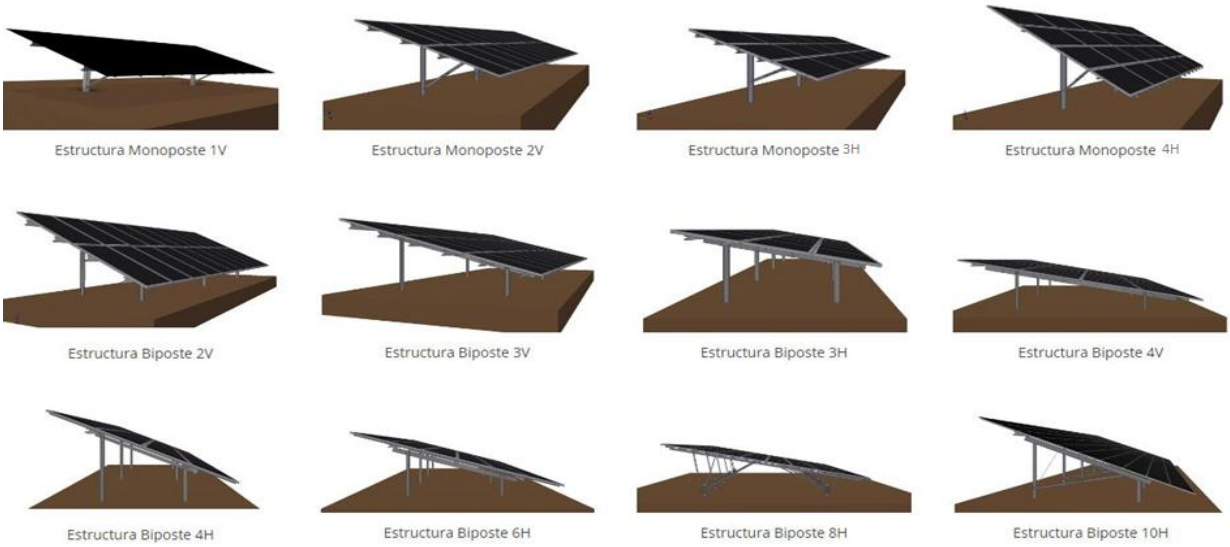


Figura 6 Posiciones de la estructura portante

I.6.6 Inversor

El inversor constituye uno de los principales equipos del sistema de generación del PS Altamirano, ya que son los encargados de convertir la energía eléctrica producida por los módulos fotovoltaicos en corriente continua (DC) a corriente alterna (AC), permitiendo su integración a la red eléctrica interna de la central y su posterior transformación para la interconexión con el Sistema Eléctrico Nacional. Para realizar este proceso, los inversores emplean tecnología basada en puentes IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) y sistemas de control electrónico que generan una señal senoidal de salida con las características requeridas para su operación.

El sistema de conversión incorpora algoritmos de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT), mediante los cuales se optimiza continuamente la relación entre tensión y corriente

proveniente de los módulos fotovoltaicos, maximizando el aprovechamiento de la energía generada bajo diferentes condiciones de radiación solar y temperatura. Adicionalmente, los inversores integran sistemas de protección eléctrica que permiten aislar automáticamente el equipo ante fallas o fluctuaciones en la red, contribuyendo a la seguridad y confiabilidad de la operación del parque solar.

El PS Altamirano contempla la instalación de 39 inversores centrales Power Electronics modelo FS4200M, con una potencia nominal de 4,200 kVA cada uno, diseñados para operar con tensiones de entrada de hasta 1,500 VDC y una tensión nominal de salida de 34.5 kV ±10 %, a una frecuencia de 60 Hz. Estos equipos presentan una eficiencia máxima aproximada del 97.8 %, incorporan sistemas de ventilación por aire forzado, control de potencia reactiva, regulación de tensión y frecuencia, así como funciones de monitoreo y comunicación que permiten supervisar permanentemente el desempeño del sistema fotovoltaico.

Los inversores se encuentran integrados dentro de los centros de transformación distribuidos estratégicamente en cada bloque del parque solar, reduciendo las pérdidas asociadas al sistema de cableado y facilitando las labores de operación y mantenimiento. Su ubicación fue definida durante el diseño de ingeniería considerando criterios de eficiencia eléctrica, accesibilidad y confiabilidad operativa.



Figura 7. Inversor FS4200M.

I.6.7 Transformador

Los transformadores constituyen el enlace entre el sistema de conversión de energía y la red colectora de media tensión del PS Altamirano. Su función principal es elevar el nivel de tensión de la energía eléctrica proveniente de los inversores, permitiendo su conducción de manera eficiente hacia la Subestación Eléctrica Elevadora para su posterior transmisión al Sistema Eléctrico Nacional.

El proyecto contempla la instalación de 39 transformadores, distribuidos estratégicamente dentro del parque solar, de manera que cada subcampo de generación cuente con un equipo ubicado en una posición central. Esta configuración permite reducir las distancias de conducción en baja tensión, disminuir las pérdidas eléctricas y optimizar el desempeño del sistema de generación. Asimismo, los transformadores serán instalados sobre cimentaciones diseñadas conforme a las características geotécnicas del sitio y contarán con acceso mediante la red de caminos internos para facilitar las actividades de operación, inspección y mantenimiento.

Los equipos seleccionados corresponden al modelo Power Electronics FS4200M, con una capacidad nominal de 4,200 kVA y un sistema de enfriamiento tipo ONAN, empleando aceite

mineral libre de PCB como medio dieléctrico y de refrigeración. Adicionalmente, disponen de sistemas de monitoreo y comunicación que permiten supervisar permanentemente sus condiciones de operación e integrarse al sistema de control de la planta fotovoltaica.

La distribución de los transformadores dentro del parque fue definida durante la etapa de diseño de ingeniería considerando criterios de eficiencia eléctrica, confiabilidad operativa y facilidad de mantenimiento, garantizando la adecuada evacuación de la energía generada por los módulos fotovoltaicos hacia la infraestructura eléctrica del proyecto.



Figura 8. Transformador FS4200M.

I.6.8 Desarrollo de diseño PV

El PS Altamirano cuenta con dos bloques tipo, el bloque tipo I en color rosa es de 285 strings (con 4 inversores), el bloque tipo II en color azul es de 282 strings (con 35 inversores). El parque solar Altamirano cuenta con un total de 39 bloques. Cuenta con una distribución de 8 circuitos para la Red de media tensión. Vallado perimetral, caminos internos, subestación, edificios O&M, campamentos de faena entre otros.

I.6.9 Red de media tensión

La Red de Media Tensión (MT) constituye el sistema encargado de recolectar y transportar la energía eléctrica generada en los diferentes bloques fotovoltaicos hacia la Subestación Eléctrica Elevadora, permitiendo su integración y posterior transmisión al Sistema Eléctrico

Nacional. Esta red representa el principal sistema de interconexión interna del parque solar y fue diseñada para garantizar una operación segura, confiable y eficiente, minimizando las pérdidas eléctricas durante el transporte de la energía.

El PS Altamirano contempla una configuración compuesta por 39 centros de transformación, distribuidos estratégicamente dentro del parque solar, donde la energía proveniente de los inversores es elevada a un nivel de tensión de 34.5 kV. A partir de estos puntos, la energía es conducida mediante una red colectora de media tensión conformada por circuitos subterráneos que convergen en la Subestación Eléctrica Elevadora, optimizando la longitud de los recorridos eléctricos y reduciendo las pérdidas por conducción.

La red fue diseñada considerando criterios de confiabilidad, continuidad del servicio y facilidad de mantenimiento, incorporando celdas de protección e interconexión, sistemas de maniobra y dispositivos de seguridad que permiten aislar sectores específicos en caso de presentarse alguna condición anormal de operación. Asimismo, la distribución de los circuitos responde al diseño general del parque fotovoltaico y a la ubicación de los bloques de generación, favoreciendo un funcionamiento eficiente del sistema eléctrico durante toda la vida útil del proyecto.

Los conductores de media tensión serán instalados de forma subterránea mediante zanjas especialmente diseñadas para alojar el cableado eléctrico, proporcionando protección mecánica a la infraestructura, reduciendo la exposición a factores ambientales y disminuyendo el riesgo de interferencias con las actividades de operación y mantenimiento. Esta solución contribuye además a reducir el impacto visual de la infraestructura eléctrica y mejora las condiciones de seguridad dentro del parque solar

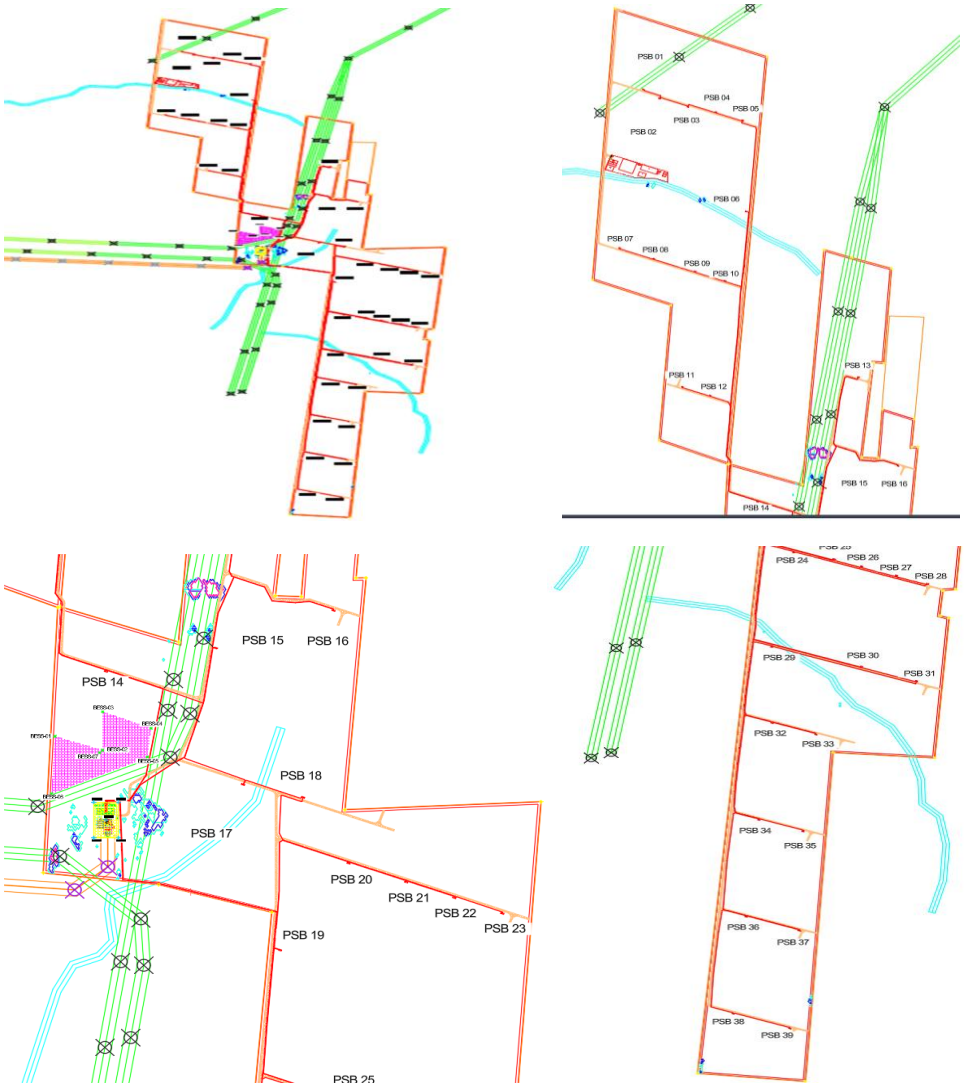


Figura 9 Diagrama de la red colectora de media tensión en la planta

I.6.10 Red de baja tensión

En la siguiente figura se muestran los bloques tipo I y II con el tendido de BT, el bloque tipo1 corresponde a cableado del CT-03 y bloque tipo II para el CT-26, el tendido des mostrado. Los tendidos son los siguientes:

Nivel 1. Es el nivel considerado en color azul y es el que va recolectando todo los strings hasta llegar al inversor.

Nivel 2. Es considerado en color rojo y es el cable de la salida de las cajas combinadoras a la llegada de los centros de transformación que se encuentra en cada CT.

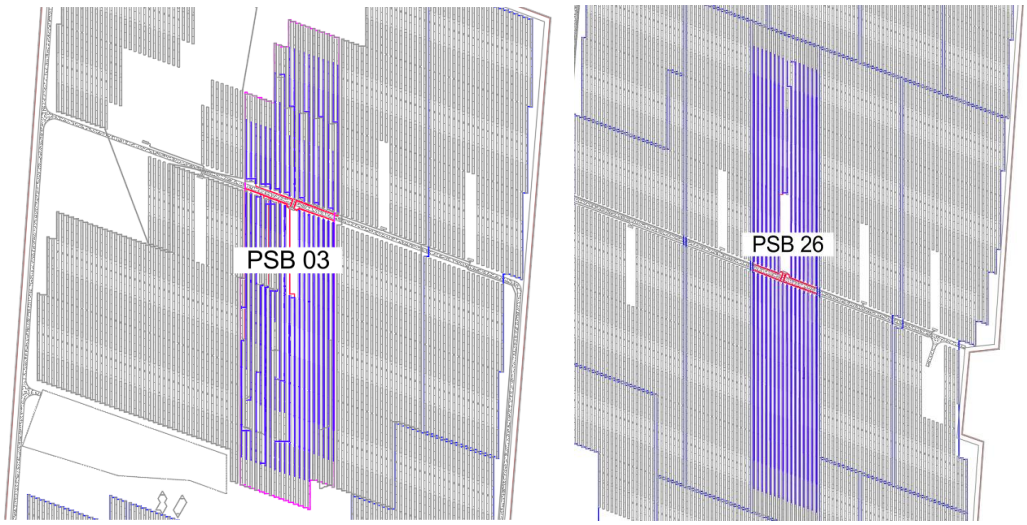


Figura 10. Layout con tendido BT para los dos bloques tipo.

I.6.11 Zanjas PV

Como se ha mencionado, será necesario realizar zanjas, estas se colocarán en sitio de instalación de módulos, tal como se muestra en la siguiente figura

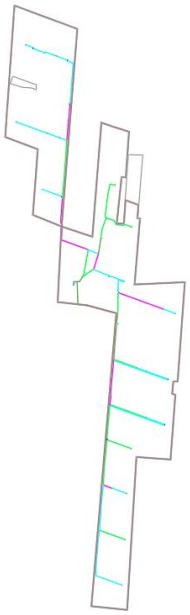


Figura 11. Red colectora de media tensión.

I.6.11.1 Zanjas MT

Las zanjas de media tensión (MT) constituyen la infraestructura civil destinada a alojar y proteger el cableado que interconectará los transformadores del PS Altamirano con la Subestación Eléctrica Elevadora (SEE), incluyendo el tendido de la fibra óptica requerida para los sistemas de comunicación y control. Su diseño fue desarrollado para proporcionar protección mecánica a los conductores, facilitar las actividades de operación y mantenimiento y garantizar la confiabilidad del sistema eléctrico durante toda la vida útil del proyecto.

El cableado de media tensión será instalado mediante canalizaciones subterráneas con una profundidad aproximada de 1.0 m y anchos variables de acuerdo con la cantidad de circuitos alojados. La excavación contará con una cama de arena sobre la cual se colocarán directamente los cables de media tensión, seguida de una segunda capa de arena y elementos de protección mecánica, para posteriormente completar el relleno con material producto de la excavación debidamente compactado. Asimismo, se instalará una cinta de señalización

sobre el tendido eléctrico con el propósito de advertir la presencia de los cables durante futuras actividades de excavación y reducir el riesgo de afectaciones a la infraestructura.

En aquellos tramos donde el tendido se realice mediante conductos, se contemplará la construcción de cámaras de inspección en cambios de dirección o en tramos rectos de longitud considerable, facilitando las labores de inspección, mantenimiento y eventual sustitución del cableado. De igual forma, las canalizaciones serán selladas para evitar el ingreso de humedad y garantizar la estabilidad del sistema eléctrico, conservando en todo momento los radios mínimos de curvatura establecidos para los conductores

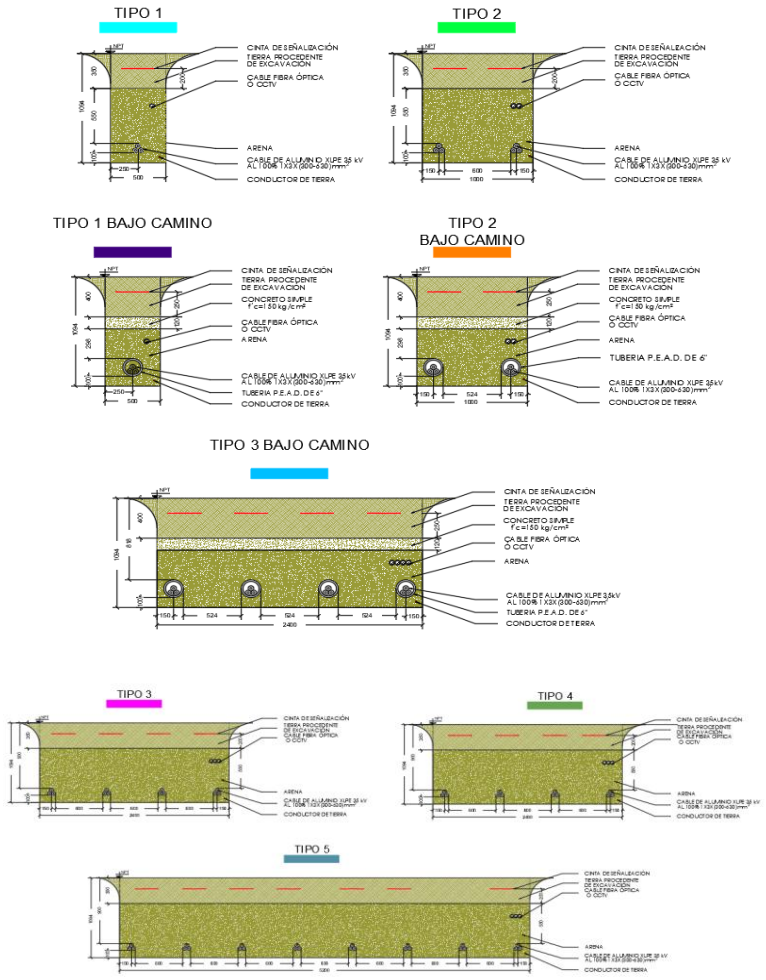


Figura 12 Detalle del diseño de zanjas MT

I.6.11.2 Zanjas BT

Las zanjas de baja tensión (BT) constituyen la infraestructura destinada al alojamiento y protección del cableado que transporta la energía eléctrica generada por los módulos fotovoltaicos hacia los inversores distribuidos en el PS Altamirano. Estas canalizaciones forman parte de la red eléctrica interna del proyecto y permiten conducir de manera segura los circuitos en corriente continua y corriente alterna de baja tensión, garantizando la integridad del sistema eléctrico y facilitando las actividades de operación y mantenimiento.

El tendido del cableado se realizará mediante canalizaciones subterráneas construidas conforme a los criterios de diseño establecidos para el proyecto, considerando las profundidades y dimensiones requeridas para proteger los conductores frente a cargas mecánicas, humedad y otros factores que puedan comprometer su funcionamiento. Las zanjas contarán con una cama de arena para el soporte del cableado, elementos de protección mecánica y relleno compactado con el material producto de la excavación, incorporando además una cinta de advertencia que permita identificar la presencia de infraestructura eléctrica durante futuras intervenciones en el terreno.

La distribución de las zanjas de baja tensión fue definida de acuerdo con la configuración de los bloques fotovoltaicos y la ubicación de los inversores, procurando minimizar las distancias de conducción y optimizar el desempeño del sistema eléctrico. Asimismo, su diseño facilita el acceso para labores de inspección, mantenimiento y reposición del cableado, contribuyendo a la confiabilidad y continuidad operativa del PS Altamirano durante todas sus etapas de funcionamiento.

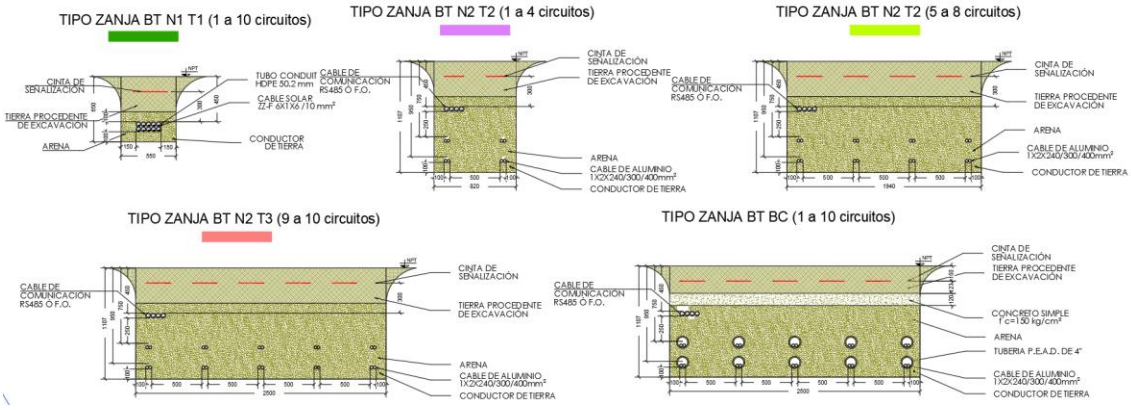


Figura 13 Detalle de Zanja tipo BT directamente enterradas y bajo camino.

I.6.12 Trabajos civiles PV

I.6.12.1 Caminos

Comprende la ejecución de todas las superficies de rodamiento destinadas al tránsito dentro del proyecto, incluyendo los caminos de acceso y los viales internos tanto del Parque Fotovoltaico como del Centro de Interconexión. Asimismo, considera la realización de las obras de drenaje pluvial, así como las obras de protección y obras de arte necesarias para asegurar la estabilidad, funcionalidad y conservación de dichas vialidades.

I.6.12.2 Vías de acceso

Para ingresar al Parque Solar Altamirano se utilizará como vía de acceso el camino de terracería desde el entronque con la carretera Palmira, cerca de la comunidad de Cedral en el municipio de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz. La vía de acceso tiene un ancho de corona de 4 m y una velocidad de diseño de 30 km/h; El recorrido hasta la planta es de aproximadamente 2.9 km.



Figura 14. Acceso desde la carretera Palmira

I.6.12.3 Viales de Acceso

Se proyecta un vial de acceso para el ingreso al parque solar con las siguientes características preliminares (sujetas a cambios o modificaciones técnicas):

- Longitud aproximada: 1,587.99 m
- Ancho de corona: 4 m
- Estructura: Conformada por capas de base y subbase.

Se proyecta un vial de acceso para el ingreso al parque solar con las siguientes características preliminares (sujetas a cambios o modificaciones técnicas):

- Longitud aproximada: 1,587.99 m
- Ancho de corona: 4 m
- Estructura: Conformada por capas de base y subbase.

- 

- **Figura 15. Vial de Acceso**

I.6.12.4 Viales Internos

El PS Altamirano contará con una red de 13 viales internos y 11 retornos, diseñados para garantizar la conectividad entre los diferentes bloques fotovoltaicos, los centros de transformación, la Subestación Eléctrica Elevadora (SEE), los edificios de operación y mantenimiento y las demás instalaciones que conforman el proyecto. Esta infraestructura permitirá el tránsito seguro de vehículos durante las etapas de construcción, operación y

mantenimiento, asegurando el acceso permanente a todos los componentes de la central fotovoltaica.

Los viales internos tendrán un ancho de 4.0 m de capa de rodamiento, al cual se adicionará el ancho correspondiente a cunetas, taludes y demás elementos que resulten del diseño definitivo, pudiendo alcanzar un derecho de vía aproximado de 8.0 m. Asimismo, incorporarán una pendiente transversal mínima del 2 % para favorecer el drenaje superficial y radios de giro adecuados para la circulación y maniobra de vehículos de transporte, operación y mantenimiento, evitando la acumulación de agua sobre la superficie de rodamiento y contribuyendo a preservar la funcionalidad de la infraestructura vial.

El trazado de los viales fue definido considerando las especificaciones de diseño del PS Altamirano, la ubicación de los trackers, centros de transformación e inversores, la topografía del terreno, los escurrimientos naturales y la infraestructura existente. Como criterio general de diseño, las rasantes de los caminos se desarrollaron procurando mantenerlas lo más cercanas posible al terreno natural, con el propósito de minimizar los movimientos de tierra, conservar la estabilidad de las pendientes y reducir la alteración de los patrones naturales de drenaje.

Los parámetros de diseño consideran un radio mínimo de curvatura de 9 m, pendientes longitudinales comprendidas entre 0.5 % y 10 %, un ancho de camino de 4.0 m, taludes de terraplén con relación 1.5H:1V y taludes de corte 1H:1V, garantizando condiciones adecuadas de seguridad, estabilidad y transitabilidad para los vehículos que circularán durante toda la vida útil del PS Altamirano.

I.6.12.5 Banco de materiales

Para la construcción del PS Altamirano será necesario el suministro de materiales pétreos destinados principalmente a la conformación de terraplenes, subbases y bases de los caminos de acceso, viales internos y demás obras civiles requeridas para el desarrollo del proyecto. La selección de estos materiales se realizará considerando las características geotécnicas del sitio y los requerimientos estructurales definidos durante el diseño de ingeniería, garantizando que

cumplan con las propiedades físicas y mecánicas establecidas para cada elemento constructivo.

Con el propósito de asegurar la calidad de los materiales empleados y optimizar las distancias de transporte, el PS Altamirano contempla el abastecimiento a partir de bancos de préstamo previamente identificados, cuyos materiales resultan aptos para la conformación de terraplenes, subbases y bases granulares. La utilización de estos bancos estará sujeta a la disponibilidad del material y al cumplimiento de la normatividad ambiental y minera aplicable, privilegiando aquellos que cuenten con las autorizaciones correspondientes y que permitan reducir los tiempos de acarreo y los impactos asociados al transporte de materiales.

Los bancos de materiales considerados como referencia para el suministro de agregados durante la construcción del PS Altamirano, así como los tipos de materiales que pueden aportar y sus distancias aproximadas de transporte, se presentan en la Tabla 5

Tabla 5. Bancos de Préstamo.

Banco de Préstamo	Distancia al acceso (km)	Material Apto	Ubicación
Rio Seco	105.0	Base, Subbase y Terraplén	KM. 104+000 D/I 6000 M., DE LA CARR.: CÓRDOBA-VERACRUZ
Alsa	17.2	Subbase y Terraplén	KM. 84+000 D/D 3300 M. DE LA CARR.: XALAPA - VERACRUZ
El Moralito	65.2	Base	KM. 56+000 D/I 500M, CARR.: CORDOBA - VERACRUZ

Fuente: Inventario Nacional de Bancos de Materiales (Listado Bancos Material)

I.6.12.6 Obras de Drenaje

Las obras de drenaje del PS Altamirano fueron diseñadas para conducir de manera controlada los escurrimientos superficiales presentes dentro del área del proyecto, garantizando la estabilidad de los caminos, plataformas, estructuras fotovoltaicas y demás infraestructura que conforma la central. Su diseño busca mantener, en la mayor medida posible, el

comportamiento natural del drenaje superficial, evitando la concentración de caudales, la generación de procesos erosivos y el deterioro de las obras civiles durante las etapas de construcción y operación.

El sistema de drenaje está conformado por un conjunto de obras longitudinales y transversales, entre las que se incluyen cunetas, contracunetas, vados, alcantarillas, obras de descarga y estructuras de protección, dimensionadas conforme a las condiciones hidrológicas e hidráulicas del sitio.

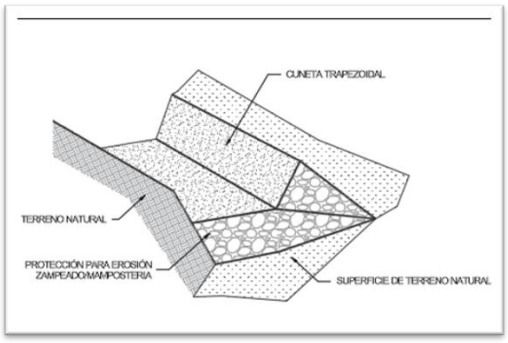


Figura 16. Descarga de cuneta trapezoidal.

Estas estructuras permitirán captar, conducir y desalojar adecuadamente las aguas pluviales, preservando la funcionalidad de la infraestructura vial y reduciendo los riesgos asociados a la socavación, sedimentación o afectación de los caminos internos y demás componentes del proyecto.

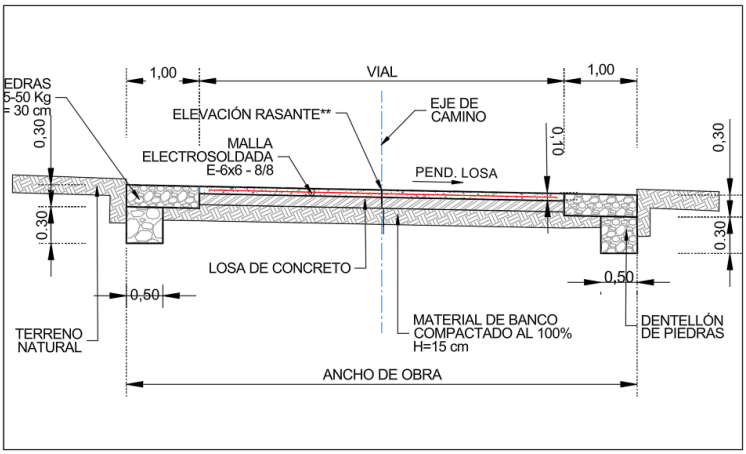


Figura 17. Sección ODT de vado de concreto.

El diseño hidráulico consideró la topografía del terreno, los cauces naturales, las microcuencas presentes dentro del polígono del proyecto y los caudales estimados para los periodos de retorno establecidos en los criterios de ingeniería. Asimismo, las obras fueron distribuidas estratégicamente a lo largo del PS Altamirano, procurando mantener la continuidad de los escurrimientos naturales y minimizar modificaciones al patrón hidrológico existente.

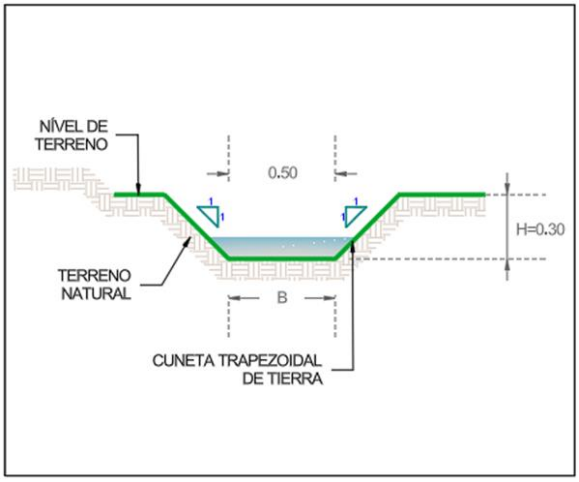


Figura 18. Sección de cuneta trapezoidal

Durante la etapa de operación, las obras de drenaje serán objeto de inspecciones y mantenimiento preventivo, contemplando actividades de limpieza, retiro de sedimentos,

desazolve y reparación de elementos estructurales cuando sea necesario, con el propósito de conservar su capacidad hidráulica y garantizar su adecuado funcionamiento durante toda la vida útil del proyecto. Estas acciones contribuirán a reducir riesgos de inundación, erosión y afectaciones sobre la infraestructura y el entorno inmediato del PS Altamirano.

I.6.13 Movimiento de Tierras PV

I.6.13.1 Desmonte

Esta actividad comprenderá la remoción de la vegetación arbustiva, árboles aislados y tallos gruesos en las áreas del proyecto donde su altura, volumen o densidad impidan el libre tránsito de la maquinaria, proyecten sombras sobre los módulos fotovoltaicos o representen un riesgo estructural para los seguidores (trackers). Este concepto aplica para el polígono general de la planta y es independiente de las zonas de caminos o plataformas.

Se ejecutará mediante el uso de maquinaria ligera a mediana (tractores agrícolas con trituradoras forestales o cortadoras de disco), complementado con cuadrillas manuales en zonas de difícil acceso o restricciones ambientales. Toda la vegetación de tallo grueso será cortada, triturada e idealmente procesada in situ en áreas permitidas, o bien, trasladada a zonas de acopio autorizadas para evitar que se convierta en un combustible potencial de incendios

En zonas con materia orgánica importante y con capacidad de rebrote, se programarán ciclos de desbroce físico durante la fase de construcción.

I.6.13.2 Desbroce

El desbroce consistirá en el corte mecánico o manual de la maleza, pastizales y vegetación menor en los pasillos de la planta y bajo el área de influencia de los seguidores (trackers) donde no se requiera nivelación ni despalme. La vegetación no será removida de raíz.

El corte se ejecutará a una altura controlada de entre 5 y 10 cm con respecto al nivel del suelo natural. El objetivo exclusivo es despejar la superficie de obstáculos verticales para

garantizar el libre tránsito, la operación segura de las piloteadoras de hincado y las actividades de las cuadrillas de montaje mecánico y eléctrico.

I.6.13.3 Despalme

Esta actividad consistirá en el retiro de la capa superficial del terreno (suelo topsoil o tierra vegetal) que contenga en materia orgánica. Esta actividad se limitará estrictamente a los caminos internos y a las áreas de plataformas principales (subestación, sistemas BESS y edificio de O&M). Se excluyen del despalme las zonas destinadas a los seguidores (trackers), donde se conservará la raíz de la vegetación menor desbrozada como barrera viva para mitigar la erosión hídrica/eólica y controlar la generación de polvo durante las etapas de construcción y de Operación y Mantenimiento (O&M).

El material producto de este despalme se deberá colocar lateralmente para su posterior aprovechamiento en los trabajos de rehabilitación de las zonas que resulten afectadas. El material sobrante deberá ser manejado conforme a las disposiciones que determinen las autoridades municipales. Todas las áreas dentro y fuera del predio de la planta solar serán restauradas.

I.6.13.4 Nivelación de terreno en zona de Trackers

La nivelación del terreno en el proyecto se define con el objetivo de garantizar la correcta implantación y operación de las estructuras de seguimiento solar (trackers), respetando las limitaciones geométricas y funcionales del sistema. Se considera que las zonas destinadas a la instalación de los trackers no deben presentar pendientes superiores al 15 %, ya que valores mayores representan una restricción para el adecuado desempeño mecánico y operativo de las estructuras y representan un mayor movimiento de tierras, generando grandes volumetrías.

Para el presente proyecto, se espera volumetrías bajas de corte y relleno, debido a que el terreno presenta su mayor área con pendientes de 0 a 5%.

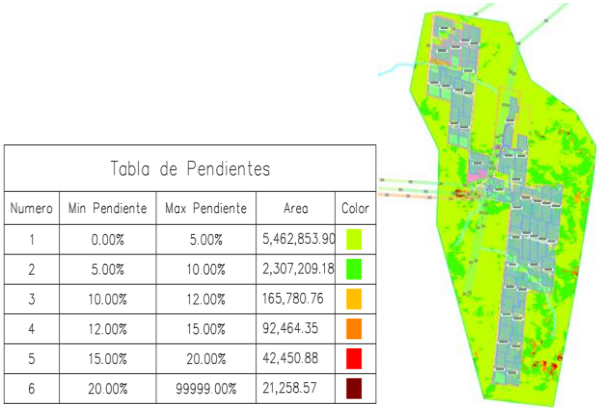


Tabla de Pendientes				
Numero	Min Pendiente	Max Pendiente	Area	Color
1	0.00%	5.00%	5,462,853.90	
2	5.00%	10.00%	2,307,209.18	
3	10.00%	12.00%	165,780.76	
4	12.00%	15.00%	92,464.35	
5	15.00%	20.00%	42,450.88	
6	20.00%	99999.00%	21,258.57	

Figura 19. Tabla de pendientes planta Solar.

I.6.14 Áreas de Exclusión

Como parte del diseño del PS Altamirano, se establecieron áreas de exclusión y áreas libres, con el propósito de garantizar la protección de los componentes ambientales presentes en el sitio, mantener la seguridad operativa de las instalaciones y dar cumplimiento a los criterios técnicos y regulatorios aplicables al desarrollo del proyecto. Estas áreas fueron definidas desde la etapa de ingeniería básica y consolidadas durante el desarrollo de la ingeniería de detalle, con base en los estudios topográficos, hidrológicos, geotécnicos y ambientales realizados para el proyecto.

En materia ambiental, las áreas de exclusión comprenden principalmente aquellas asociadas a cauces naturales, escurrimientos superficiales, cuerpos de agua temporales o permanentes y zonas identificadas como inundables, las cuales permanecerán libres de infraestructura con el fin de conservar el flujo natural del agua, prevenir procesos de erosión y proteger la vegetación asociada. Asimismo, se consideran áreas con presencia de vegetación de valor ambiental, zonas destinadas a conservación, restauración o compensación ambiental, así como humedales y áreas con función de recarga hídrica, de acuerdo con los resultados de la caracterización ambiental desarrollada para el PS Altamirano.

En el ámbito técnico, el diseño del proyecto respeta las restricciones asociadas a derechos de vía de infraestructura eléctrica existente, así como aquellas derivadas de las condiciones topográficas y geotécnicas del terreno. En estas zonas se restringe el establecimiento de infraestructura cuando existen pendientes pronunciadas, taludes con condiciones de inestabilidad o suelos con baja capacidad portante, con el propósito de preservar la estabilidad del terreno y reducir riesgos durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

Adicionalmente, se consideraron restricciones relacionadas con el uso del suelo, servidumbres legales, infraestructura existente y posibles elementos de valor social, cultural o patrimonial identificados durante los estudios del proyecto. La delimitación de estas áreas constituye un criterio fundamental para la distribución de los componentes del PS Altamirano, permitiendo minimizar la intervención sobre zonas ambientalmente sensibles y fortalecer la viabilidad técnica y ambiental del proyecto.

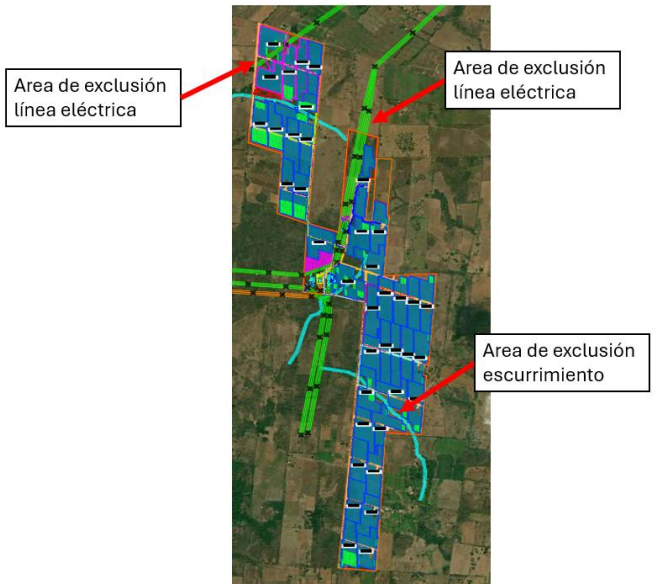


Figura 20. Áreas de exclusión.

I.6.15 Cimentaciones y estructuras del PV

I.6.15.1 Centros de transformación (CT)

Los Centros de Transformación (CT) del PS Altamirano constituyen unidades funcionales destinadas a recibir la energía eléctrica generada por los módulos fotovoltaicos, realizar su conversión y elevar su nivel de tensión para su incorporación a la red colectora de media tensión. Cada centro integra en una misma instalación el inversor, el transformador elevador, las celdas de media tensión, equipos auxiliares, sistemas de protección, control y comunicación, conformando un conjunto compacto que optimiza la operación del sistema eléctrico del proyecto.

El PS Altamirano contempla la instalación de 39 Centros de Transformación, distribuidos estratégicamente dentro de los diferentes bloques fotovoltaicos, de manera que se reduzcan las distancias de conducción en baja tensión y se optimice el transporte de la energía hacia la Subestación Eléctrica Elevadora (SEE). Su ubicación responde a criterios de eficiencia eléctrica, accesibilidad para mantenimiento y confiabilidad operativa, procurando minimizar pérdidas energéticas y facilitar las labores de inspección y operación durante la vida útil del proyecto.

Cada Centro de Transformación contará con sistemas de protección eléctrica, equipos de maniobra, dispositivos de medición y monitoreo, así como sistemas de comunicación que permitirán supervisar en tiempo real el comportamiento de los equipos y su integración al sistema de control de la planta. Asimismo, dispondrán de cimentaciones y plataformas diseñadas conforme a las características geotécnicas del sitio, garantizando la estabilidad estructural y el adecuado funcionamiento de los equipos durante las condiciones normales de operación.

Los Centros de Transformación representan uno de los principales nodos eléctricos del PS Altamirano, al permitir la integración de los sistemas de generación con la red de media tensión y asegurar una operación eficiente, confiable y segura de la infraestructura eléctrica del proyecto

I.6.15.2 Cimentaciones de báculos, CCTV y estaciones meteorológicas

Como parte de la infraestructura permanente del PS Altamirano, se contempla la construcción de cimentaciones destinadas al soporte de los báculos de iluminación, el Sistema Cerrado de Televisión (CCTV) y las estaciones meteorológicas, elementos indispensables para garantizar la operación, supervisión y seguridad de la central fotovoltaica durante todas sus etapas de funcionamiento. Estas cimentaciones serán construidas conforme a las condiciones geotécnicas del sitio y a los criterios estructurales definidos durante la ingeniería del proyecto, asegurando la estabilidad y el adecuado desempeño de los equipos que soportan.

Los báculos permitirán la instalación de luminarias en las áreas donde se requiera iluminación para actividades de operación, mantenimiento y vigilancia, contribuyendo a mejorar las condiciones de seguridad del personal y de la infraestructura. Por su parte, el Sistema CCTV estará conformado por cámaras estratégicamente distribuidas dentro del PS Altamirano, permitiendo el monitoreo permanente de las instalaciones y fortaleciendo los sistemas de control y seguridad patrimonial del proyecto.

Las estaciones meteorológicas proporcionarán información continua sobre variables ambientales como radiación solar, temperatura, velocidad y dirección del viento, humedad relativa y precipitación, entre otros parámetros necesarios para el seguimiento del desempeño de la planta fotovoltaica y la evaluación de sus condiciones de operación. La información generada será integrada al sistema de monitoreo del PS Altamirano, permitiendo optimizar la operación de la central y apoyar la toma de decisiones durante las actividades de mantenimiento y gestión operativa.

Las cimentaciones de estos elementos serán ejecutadas utilizando concreto reforzado y las dimensiones establecidas en el diseño estructural del proyecto, garantizando la estabilidad de los equipos frente a las cargas de servicio y a las condiciones ambientales previstas para el sitio.

I.6.15.3 Cimentación de estructura TRACKERS

El proveedor de la estructura, con los datos del Estudio Geotécnico y el Pull-Out Test (POT), propondrá una solución para cimentar la estructura. Los resultados del POT serán considerados más fiables que el cálculo teórico (Broms o similar). En general es deseable el hincado directo.

La solución definirá:

- En caso de hincado directo, el tipo de perfil y la profundidad de hincado.
- En caso de predrilling, el diámetro y profundidad de perforación, el tipo de perfil y la profundidad de hincado y el material de relleno del agujero.
- En caso de micropilote, el diámetro y profundidad del pilote, el tipo de hormigón, el perfil y la profundidad de este.

I.6.15.4 Inversores

La cimentación de los inversores dependerá del estudio geotécnico, sin embargo, algunas soluciones podrán ser:

- En caso de hincado directo, con un perfil metálico y una profundidad de hincado.
- Podrán ser estructura de acero con una pequeña cimentación en tipo losa, dado o zapata.

I.6.16 Cimentaciones y estructuras de zona de almacenamiento

I.6.16.1 Edificios

Dentro de las estructuras tipo edificación en la zona de almacenamiento se encuentran:

- Edificio de acopio de residuos y materiales.
- Edificio de maquinaria.
- Área de oficinas.
- Bodega.

- Edificio de vestuarios.
- Caseta de vigilancia.

Para la definición de espacios se empleará la normativa estatal y las normas de disposición de equipos eléctricos necesarias, para la correcta operación de estos, una vez definido el espacio se realizará el proyecto arquitectónico, acabados e instalaciones hidráulicas y sanitarias. Para el sistema estructural se evaluará las limitaciones ante acciones accidentales y se definirá el sistema estructural adecuado, para disminuir la descarga al terreno y optimizar la cimentación de la edificación. Dentro de la selección de la estructura se deberá considerar lo siguiente:

- Sistemas Estructurales: Estructura de concreto, mampostería y/o metálica.
- Cubiertas: Cubierta a un agua o 2.
- Dimensionamiento: Se podría prever las dimensiones mínimas para la zona de control, bodegas, almacenes y oficinas.
- Cimentación y estructura de elementos de contención: Específicamente para los espacios de residuos, el sistema de cimentación y losa de desplante se diseñará de manera integral para funcionar estructuralmente como una charola de contención monolítica e impermeable.
- Confinamiento de Derrames: Se sugiere prever muretes perimetrales (sardineles) para control de fugas, pisos con pendientes hacia un cárcamo de retención interno y materiales incombustibles conforme a la normativa ambiental aplicable.

I.6.16.2 Almacenamiento de agua para sanitarios

El almacenamiento de agua para sanitarios se realizará mediante un sistema de depósito tipo cajón construido en sitio o modular prefabricado, evaluando la opción de ser una estructura enterrada bajo el suelo o un sistema instalado al exterior. Asimismo, se podrá optar por una construcción hecha en sitio (concreto colado) o un sistema prefabricado (concreto o polietileno de alta densidad).

El sistema seleccionado deberá cumplir con:

- Resistencia del concreto: Resistencia mínima de f'c=280 kg/cm2 para elementos de concreto o resistencia mecánica equivalente certificada por el fabricante si es prefabricado.
- Recubrimiento de acero: El recubrimiento mínimo del concreto al paño del acero de refuerzo extremo deberá ser de 7.5 cm debido a su exposición directa al terreno, humedad exterior y posibles fluidos.
- Calidad del refuerzo: El acero de refuerzo será de grado 60 con resistencia mínima a la tensión de fy = 4,200 kg/cm2, dispuesto para asegurar la continuidad estructural.
- Base de desplante: Si fuera el caso de que la cimentación se deba desplantar sobre plataforma, deberá cumplir con el 95% de la prueba Proctor Modificada para evitar asentamientos; de lo contrario, se deberá desplantar directamente sobre el terreno natural de acuerdo con lo que indique la mecánica de suelos.
- Control de empujes y flotación: En caso de optar por un depósito enterrado utilizando sistemas prefabricados ligeros, se deberá corroborar y certificar mediante memoria técnica que el material sea adecuado para resistir el confinamiento del suelo, los empujes laterales y las presiones internas (vacío), integrando una losa de fondo como lastre y un sistema de anclaje físico contra el empuje del suelo o nivel freático.
- Estanqueidad y cubiertas: Para cumplir con la estanqueidad, la estructura final deberá garantizar cero filtraciones y contar con losas de cubierta o tapas diseñadas para soportar las cargas vivas de operación y mantenimiento correspondientes a su ubicación (exterior o bajo suelo).

I.6.16.3 Fosa séptica o estación de tratamiento

Las aguas residuales sanitarias se conducirán a un sistema de tratamiento primario (fosa séptica) diseñado para garantizar la sedimentación y el tratamiento inicial de los efluentes, evitando la contaminación del subsuelo.

La fosa séptica se realizará a base de una estructura tipo cajón hermético, evaluando la opción de ser hecha en sitio (concreto colado) o mediante un sistema prefabricado (concreto o polietileno de alta densidad).

Deberá cumplir con:

- Resistencia mínima de f'c = 280 kg/cm² empleando cemento resistente a los sulfatos (Clase RS) para concreto en sitio, o resistencia química y mecánica equivalente certificada por el fabricante si es prefabricada.
- El recubrimiento mínimo del concreto al paño del acero de refuerzo extremo deberá ser de 7.5 cm debido a la agresividad de los gases internos.
- El acero de refuerzo será de grado 60 con resistencia mínima a la tensión de fy = 4,200 kg/cm², dispuesto para asegurar la continuidad estructural.
- Base de desplante: Si fuera el caso de que la cimentación se deba desplantar sobre plataforma, deberá cumplir con el 95% de la prueba Proctor Modificada para evitar asentamientos; de lo contrario, se deberá desplantar directamente sobre el terreno natural de acuerdo con lo que indique la mecánica de suelos.
- Control de flotación y empujes: Para opciones prefabricadas ligeras, se deberá corroborar y certificar mediante memoria técnica que el material sea adecuado para resistir el confinamiento del suelo, los empujes laterales y las presiones internas (vacío), integrando una losa de fondo como lastre y un sistema de anclaje físico contra el empuje del suelo o nivel freático.
- Para cumplir con la hermeticidad, el sistema final deberá garantizar la nula filtración de aguas residuales al subsuelo y contar con losas de cubierta diseñadas para cargas vivas de operación.

I.6.16.4 Cimentación de grupo generador y área de combustible

Dentro de este apartado se contemplan las cimentaciones para los siguientes equipos:

- Grupo Generador (Planta de luz)
- Área de Almacenamiento de Combustible

La cimentación de estos elementos se realizará a base de una losa de cimentación maciza de manera superficial con un espesor mínimo de 40 cm, diseñada e independizada

estructuralmente según los requerimientos específicos de carga estática, dinámica (vibración) y confinamiento de fluidos de cada equipo.

Deberá cumplir con:

- Resistencia del concreto: Resistencia mínima de f'c = 280 kg/cm2 para todos los elementos de concreto estructural, garantizando un peso volumétrico mínimo de 2,400 kg/m3 para asegurar una masa de amortiguación adecuada contra las vibraciones del generador.
- Recubrimiento de acero: El recubrimiento mínimo del concreto al paño del acero de refuerzo extremo deberá ser de 7.5 cm debido a su exposición directa al terreno, humedad exterior y posibles fluidos.
- Calidad del refuerzo: El acero de refuerzo será de grado 60 según normas ASTM y NMX aplicables, con una resistencia mínima a la tensión en su punto de fluencia de fy = 4,200 kg/cm2, dispuesto para asegurar la continuidad estructural y resistir esfuerzos por temperatura y flexión.
- Base de desplante: Si fuera el caso de que la cimentación se deba desplantar sobre plataforma, deberá cumplir con el 95% de la prueba Proctor Modificada para evitar asentamientos; de lo contrario, se deberá desplantar directamente sobre el terreno natural de acuerdo con lo que indique la mecánica de suelos.
- Control de vibración y juntas: Para cumplir con los estados límite de servicio en la losa de 40 cm del grupo generador, se deberán verificar rigurosamente los asentamientos permisibles y las frecuencias de operación del equipo, integrando juntas perimetrales elásticas (aislamiento acústico y mecánico) que eviten la transmisión de ondas dinámicas al resto de las estructuras colindantes.
- Sistemas de contención y recolección (Área de Combustible): Para el almacenamiento de combustible se debe prever el diseño de charolas, muretes perimetrales o un dique de contención de concreto armado, calculado para captar de forma estanca el diésel o hidrocarburos en caso de derrame. La losa de 40 cm contará con pendientes hacia un cárcamo de bombeo o depósito colector integrado para permitir la recolección y recuperación segura del combustible, aplicando un acabado o recubrimiento químico resistente a hidrocarburos en toda la superficie interior.

I.6.17 Red de tierras PV:

I.6.17.1 Sistema de puesta a tierra:

El sistema de puesta a tierra protegerá la red eléctrica y asegurará la seguridad de las personas en caso de fallo eléctrico y deberá garantizar la protección de los equipos de la instalación. Las estructuras solares y el resto de las partes metálicas, tanto de la parte de corriente continua como de la de corriente alterna, se conectarán a un único punto de puesta a tierra, para evitar diferencias de potencia peligrosas.

El diseño se realizará en función de los resultados de las pruebas de resistencia de tierra que se realicen en la fase de estudio geotécnico, y de todas las normas y códigos aplicables.

Sin embargo, de manera aproximada se puede instalar en las zanjas de MT un cable de tierra de sección 50 mm2, y para las zanjas de BT un cable de tierra de sección 35 mm².

Con el conductor desnudo tendido en las zanjas se interconectan todas las puestas a tierra de la planta, obteniendo una puesta a tierra única conjunta para la planta FV.

I.6.17.2 Puesta a tierra de la planta

Cada objeto de la planta fotovoltaica deberá contar con un sistema de puesta a tierra circundante según la norma CEI 64- 8.

Se prepararán normas de instalación del sistema de puesta a tierra/rayos por separado y planos para la planta en consecuencia. Los anillos de puesta a tierra correspondientes a cada bloque o edificio se conectarán a la red principal de puesta a tierra en al menos dos puntos opuestos.

Todos los equipos y estructuras estarán conectados a tierra por al menos 2 puntos: los recintos o carcasas metálicas de los equipos, los cimientos de los edificios, la valla perimetral, la estructura de soporte de los módulos y cualquier otro objeto metálico. Los equipos y la instrumentación se conectarán a tierra según las recomendaciones del fabricante. Las puestas

a tierra se realizarán con cable de cobre aislado de 0,6/1 kV con una sección no inferior a 16 mm².

El sistema de puesta a tierra estará provisto del número necesario de puntos de medición. Un punto de medición es un carril de cobre plano, al que se conectan los conductores de puesta a tierra mediante abrazaderas y tuercas, de forma que puedan desconectarse posteriormente para su medición. El sistema de puesta a tierra se planificará y ejecutará de forma clara, de manera que cada punto de medición esté provisto de un identificador inequívoco.

El contratista deberá realizar un estudio de protección contra el rayo para evaluar la necesidad de instalar un pararrayos en la planta, de acuerdo con la siguiente norma: IEC 62305, y las normas y códigos nacionales y locales.

Todas las partes metálicas del proyecto se conectarán al sistema de puesta a tierra mediante conductores eléctricos para que todas las partes metálicas sean equipotenciales al sistema de puesta a tierra.

Todos los pilares de los seguidores solares de la planta se conectarán al sistema de puesta a tierra mediante un cable trenzado.

Los trackers, CTs, etc. dispondrán de una puesta a tierra individual con seccionamiento que permitirá la desconexión de la red de tierras general del parque FV.

I.6.17.3 Diseño de puesta a tierra

La planta fotovoltaica debe disponer de un sistema de tierras diseñado de forma tal que, en cualquier punto accesible del interior o exterior de la misma, donde las personas puedan acceder y/o estar sometidas a una tensión peligrosa durante cualquier defecto a tierra, queden protegidas.

El sistema de puesta a tierra deberá eliminar:

- Cualquier riesgo de potencial transferido desde el emplazamiento a un lugar fuera del emplazamiento por el que se produzca una descarga eléctrica

- Cualquier riesgo de descarga eléctrica para el personal, incluidos los visitantes autorizados y no autorizados del emplazamiento (en concreto, potenciales transferidos, potenciales de "paso" y potenciales de "contacto")
- El sistema de puesta a tierra deberá conducir con seguridad las corrientes máximas de falla a tierra sin riesgo para el personal ni para la instalación
- El sistema de puesta a tierra no deberá perturbar el funcionamiento normal del equipo de protección eléctrica

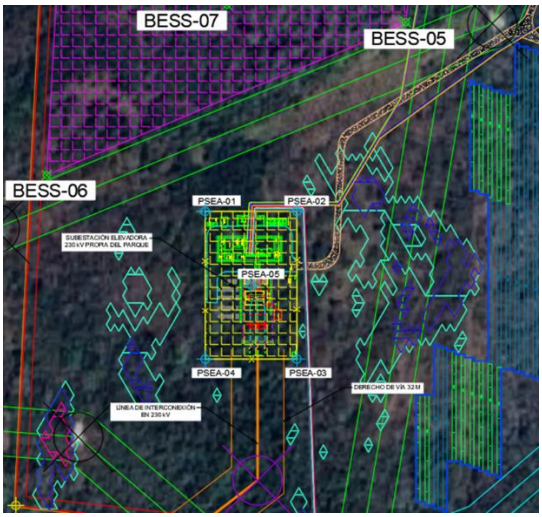
I.6.18 Subestación Altamirano

La obra denominada S.E. Elevadora Altamirano es una subestación de tipo convencional; la subestación está conformada por los siguientes elementos:

- Un trasformador de potencia elevador de 34.5 / 230 kV, conformado por dos devanados (un primario y un secundario), con una potencia máxima de 180 MVA.
- Una salida de línea en 230 kV para realizar la interconexión desde la subestación elevadora hasta la ampliación de bahía de la subestación existente Manlio Fabio Altamirano.
- Edificio de control.
- Un Transformador de Servicios Propios.
- Generador de emergencia.
- Un tanque diésel.
- Un tanque de agua.
- Caseta de vigilancia.
- Fosa captadora de aceite.
- Fosa séptica.
- Almacenes de residuos.
- Zona de compensación reactiva.
- Estacionamiento.
- Viales, accesos (vehicular y peatonal) y vallado de malla ciclónica.

Se deberá considerar como alcance de esta obra los siguientes conceptos:

a. Suministro de equipos (equipos primarios; equipos de servicios propios; equipos de protección, control y medición; equipos de control supervisorio; equipos de comunicación, partes de repuesto y materiales).
b. Entrega de Planos Definitivos (As Built).
c. Impartición de un programa de capacitación y entrenamiento que contemple a detalle los aspectos de desempeño, operación y mantenimiento de los equipos ofertados, con base en los requerimientos especificados.
d. Realización de las Pruebas Preoperativas de los sistemas, equipos y componentes de la instalación incluidos en esta obra.
e. Elaboración, análisis y evaluación de los siguientes estudios del predio donde se debe ubicar la subestación: Estudio Geotécnico, Levantamiento Topográfico, y Estudio de Resistividad del Terreno.
f. En el caso de que el contratista para el desarrollo de la ingeniería de detalle requiera información adicional a la incluida en las Bases de Licitación, esta deberá ser obtenida en campo por personal técnico al servicio de este.



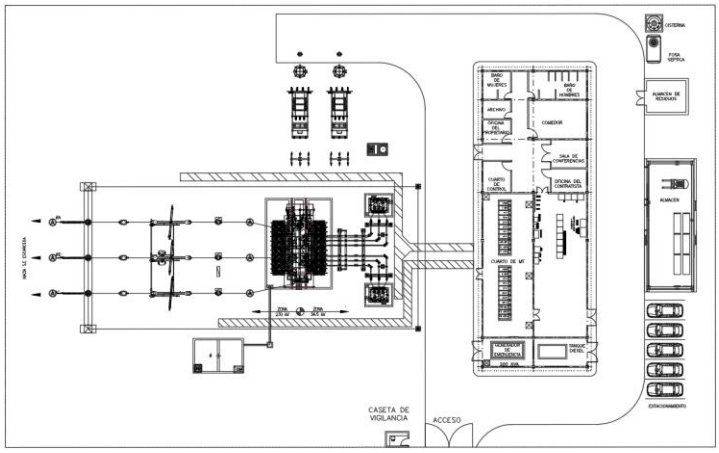


Figura 21. Ubicación de la Subestación Elevadora del proyecto PS Altamirano.

I.6.19 Trabajos Civiles Subestación

I.6.19.1 Movimientos de tierra

Las terracerías se ejecutan mediante la compactación de todo el espesor del terraplén en capas horizontales de 20 cm, alcanzando un grado de compactación del 95% conforme a ensayo Próctor. Los materiales empleados para terraplén, capa subrasante y bases hidráulicas deben cumplir con criterios de calidad definidos en la ingeniería del proyecto. Las capas base y subbase presentarán un espesor mínimo de 30 cm, mientras que la base hidráulica compactada mantendrá un espesor no menor a 15 cm. Se excluye el uso de materiales altamente orgánicos, productos de despalme o cualquier material que no satisfaga los requisitos de calidad establecidos.

Los taludes de los terraplenes se diseñan y confinan con relaciones alto-ancho comprendidas, de forma general, entre 1:1.5 y 1:2, ajustándose estas pendientes cuando las características del terreno así lo requieren. En situaciones particulares, se realiza un análisis de estabilidad que verifica un factor de seguridad mínimo de 1.5 bajo condiciones estáticas. Para la protección contra erosión, los taludes incorporan sistemas de control de erosión interna mediante filtros y subdrenes, así como protección contra erosión superficial a través de recubrimientos de piedra laja con mortero o losas de concreto reforzado, incluyendo juntas

de dilatación según corresponda. Finalmente, el nivel terminado de la plataforma se define de forma compatible con las plataformas colindantes, garantizando la continuidad geométrica, hidráulica y funcional del conjunto de instalaciones del proyecto.

I.6.19.2 Caminos

Dentro del parque solar existen construcciones adicionales, como la subestación la cual también contara con caminos internos de ancho de 4 metros, este tipo de caminos se compondrán de base, subbase y un acabado de concreto o asfalto.

I.6.19.3 Pisos terminados

En las áreas donde se ubiquen equipos, estructuras metálicas y componentes principales de la planta, se habilitarán superficies de piso terminado con el objetivo de garantizar condiciones adecuadas de operación, mantenimiento y seguridad. Estas áreas estarán delimitadas respecto a los caminos interiores y contarán con un acabado superficial que permita el tránsito seguro y la adecuada conservación del sitio. El acabado mínimo requerido para estas zonas consiste en una capa de grava triturada debidamente seleccionada y compactada, con un espesor suficiente para asegurar estabilidad y drenaje superficial. Para evitar el crecimiento de vegetación, se deberá aplicar un tratamiento superficial al terreno, mediante una capa estabilizada o material equivalente que cumpla con dicha función. Asimismo, se considerará señalización horizontal básica para tráfico y delimitación de áreas.

Adicionalmente, cuando el proyecto lo requiera, se deberá contemplar un área de estacionamiento, con una capacidad mínima funcional, construida con piso de concreto armado, diseñada para soportar el tránsito vehicular previsto. Estas superficies deberán contar con pendientes adecuadas hacia los sistemas de drenaje, juntas de control conforme a buenas prácticas de ingeniería, refuerzo estructural y conexión al sistema de puesta a tierra. Como parte del equipamiento mínimo, se incluirán elementos de control vehicular y señalización horizontal.

I.6.19.4 Cimentaciones y estructuras

I.6.19.4.1 Estructuras tipo marco

Dentro de este apartado se contemplan los soportes y cimentaciones para las estructuras tipo pórtico o marcos rígidos de doble columna, los cuales incluyen:

- Cuchillas
- Estructura media tensión

Las cimentaciones y estructuras tipo marco se diseñarán con base en la normativa nacional e internacional aplicable, evaluando las siguientes alternativas de solución según las características geotécnicas finales del sitio:

- Soportes Estructurales: Para la colocación de los equipos se emplearán marcos a base de perfiles de acero o tipo celosía, con acabado galvanizado en caliente y conexiones preferentemente atornilladas.
- Cimentaciones Profundas: En caso de utilizar pilas perforadas y coladas en sitio para cada apoyo, la longitud mínima de desplante será de 4 veces el diámetro de la pila, estimando preliminarmente un empotre adecuado en suelo competente.
- Cimentaciones Superficiales: En caso de optar por zapatas o losas, bajo ninguna circunstancia se desplantarán sobre suelo orgánico, desechos o rellenos no controlados. Se preverá una profundidad mínima de desplante de 1.00 m para zapatas, garantizando una revisión por volteo Mr/Mv ≥ 1.5 y el cumplimiento de los asentamientos permisibles.
- Criterios de Diseño: El diseño de las cimentaciones considerará la combinación que transmita el mayor esfuerzo al suelo, incluyendo los momentos por viento, operación mecánica de los equipos y las tensiones de los conductores. El análisis geotécnico se alineará a las recomendaciones de la IEEE y el diseño estructural al código ACI 318.
- Sistemas de Soporte: Los elementos de concreto estructural preverán una resistencia mínima de f'c = 280 kg/cm² con acero de refuerzo grado 60 (fy = 4,200 kg/cm²). Se

evaluará el uso de cabezales de concreto con una elevación mínima de 20 cm sobre el nivel de piso terminado (NPT).

I.6.19.4.2 Estructuras menores

Dentro de este apartado se contemplan los soportes y cimentaciones para los equipos menores y sistemas de protección de la subestación, los cuales incluyen:

- Apartarrayos
- Transformador de potencial
- Transformador de corriente
- Interruptor
- Aislador soporte
- Poste de blindaje

Las cimentaciones y estructuras menores se diseñarán con base en la normativa nacional e internacional aplicable, evaluando las siguientes alternativas de solución según las características geotécnicas finales del sitio:

I.6.19.4.3 Estructura mayor

Las estructuras mayores del PS Altamirano corresponden a los elementos principales de soporte de la Subestación Eléctrica Elevadora (SEE), diseñados para alojar los equipos de mayor capacidad y garantizar la estabilidad estructural de las instalaciones eléctricas durante toda la vida útil del proyecto. Su diseño considera las condiciones geotécnicas del sitio, las cargas transmitidas por los equipos, las acciones de viento y los criterios establecidos por la normativa nacional e internacional aplicable.

La superestructura estará conformada por marcos y estructuras tipo celosía fabricadas con perfiles de acero estructural de alta resistencia y protegidas mediante galvanizado en caliente, con el propósito de proporcionar una adecuada resistencia mecánica y protección frente a la corrosión. Las conexiones de campo serán preferentemente atornilladas con tornillería de alta resistencia, favoreciendo la seguridad estructural, la facilidad de montaje y las actividades futuras de mantenimiento.

Las cimentaciones serán definidas de acuerdo con los resultados del estudio geotécnico y podrán ejecutarse mediante cimentaciones profundas o superficiales, dependiendo de las condiciones del terreno y de las cargas transmitidas por la estructura. En ambos casos, el diseño estructural considerará las combinaciones de carga más desfavorables, verificando las condiciones de tensión, compresión, estabilidad y asentamientos permisibles, conforme a las recomendaciones de la IEEE y a los criterios establecidos por el ACI 318 para estructuras de concreto reforzado.

Como parte del sistema estructural también se evaluará la incorporación de cabezales de concreto para garantizar la adecuada distribución de las cargas y el correcto anclaje de las estructuras al terreno, contribuyendo a la estabilidad y confiabilidad operativa de la SEE del PS Altamirano.

I.6.19.4.4 Cimentación del transformador de potencia y reactancia

La cimentación del **transformador de potencia** y de la **reactancia** del **PS Altamirano** fue diseñada para soportar las cargas estáticas y dinámicas transmitidas por estos equipos, garantizando su estabilidad durante las condiciones normales de operación y frente a las acciones ambientales consideradas en el diseño. Su configuración considera las características geotécnicas del sitio y los criterios estructurales establecidos para este tipo de infraestructura eléctrica.
Las cimentaciones serán construidas en **concreto reforzado** e incorporarán los elementos necesarios para el anclaje de los equipos, así como sistemas para el manejo y contención de derrames de aceite dieléctrico, favoreciendo la protección del suelo y la operación segura de la **Subestación Eléctrica Elevadora (SEE)** del **PS Altamirano**.

I.6.19.4.5 Edificaciones

La Subestación Eléctrica Elevadora (SEE) del PS Altamirano contará con las edificaciones necesarias para garantizar la adecuada operación, administración y mantenimiento de las instalaciones eléctricas. Entre ellas se consideran el edificio principal, la caseta de vigilancia,

los almacenes y el almacén de residuos, los cuales serán diseñados conforme a los requerimientos operativos del proyecto y a la normatividad aplicable.

El diseño arquitectónico y estructural de las edificaciones considerará criterios de funcionalidad, seguridad y eficiencia, definiendo la distribución de espacios para áreas de control, operación, oficinas, almacenes y servicios auxiliares. Asimismo, se establecerán los accesos necesarios para facilitar el montaje, operación y mantenimiento de los equipos eléctricos, garantizando condiciones adecuadas para el personal y la infraestructura del PS Altamirano.

Las edificaciones podrán desarrollarse mediante estructuras de concreto, metálicas, de mampostería o sistemas mixtos, de acuerdo con los resultados de la ingeniería de detalle. De manera complementaria, el almacén de residuos contará con una cimentación diseñada para funcionar como un sistema de contención impermeable, incorporando pendientes y elementos de confinamiento que permitan controlar posibles derrames, en cumplimiento de los criterios ambientales y de seguridad establecidos para el proyecto.

I.6.19.4.6 Cisterna

La cisterna de agua se realizará a base de una estructura tipo cajón, evaluando la opción de ser hecha en sitio (concreto colado) o mediante un sistema prefabricado (concreto o polietileno de alta densidad).

Deberá cumplir con:

- Resistencia mínima de f'c = 280 kg/cm² para elementos de concreto o resistencia mecánica equivalente certificada por el fabricante si es prefabricada.
- Recubrimiento de acero: El recubrimiento mínimo del concreto al paño del acero de refuerzo extremo deberá ser de 7.5 cm debido a su exposición directa al terreno, humedad exterior y posibles fluidos.
- El acero de refuerzo será de grado 60 con resistencia mínima a la tensión de Fy = 4,200 kg/cm², dispuesto para asegurar la continuidad estructural.

- Base de desplante: Si fuera el caso de que la cimentación se deba desplantar sobre plataforma, deberá cumplir con el 95% de la prueba Proctor Modificada para evitar asentamientos; de lo contrario, se deberá desplantar directamente sobre el terreno natural de acuerdo con lo que indique la mecánica de suelos.
- Control de flotación y empujes: Para opciones prefabricadas ligeras, se deberá corroborar y certificar mediante memoria técnica que el material sea adecuado para resistir el confinamiento del suelo, los empujes laterales y las presiones internas (vacío), integrando una losa de fondo como lastre y un sistema de anclaje físico contra el empuje del suelo o nivel freático.
- Para cumplir con la estanqueidad, la estructura final deberá garantizar cero filtraciones y contar con losas de cubierta diseñadas para cargas vivas de operación

I.6.19.4.7 Fosa séptica

Las aguas residuales sanitarias se conducirán a un sistema de tratamiento primario (fosa séptica) diseñado para garantizar la sedimentación y el tratamiento inicial de los efluentes, evitando la contaminación del subsuelo.

La fosa séptica se realizará a base de una estructura tipo cajón hermético, evaluando la opción de ser hecha en sitio (concreto colado) o mediante un sistema prefabricado (concreto o polietileno de alta densidad).

Deberá cumplir con:

- Resistencia mínima de f'c = 280 kg/cm² empleando cemento resistente a los sulfatos (Clase RS) para concreto en sitio, o resistencia química y mecánica equivalente certificada por el fabricante si es prefabricada.
- El recubrimiento mínimo del concreto al paño del acero de refuerzo extremo deberá ser de 7.5 cm debido a la agresividad de los gases internos.
- El acero de refuerzo será de grado 60 con resistencia mínima a la tensión de fy = 4,200 kg/cm², dispuesto para asegurar la continuidad estructural.
- Base de desplante: Si fuera el caso de que la cimentación se deba desplantar sobre plataforma, deberá cumplir con el 95% de la prueba Proctor Modificada para evitar

asentamientos; de lo contrario, se deberá desplantar directamente sobre el terreno natural de acuerdo con lo que indique la mecánica de suelos.

- Control de flotación y empujes: Para opciones prefabricadas ligeras, se deberá corroborar y certificar mediante memoria técnica que el material sea adecuado para resistir el confinamiento del suelo, los empujes laterales y las presiones internas (vacío), integrando una losa de fondo como lastre y un sistema de anclaje físico contra el empuje del suelo o nivel freático.
- Para cumplir con la hermeticidad, el sistema final deberá garantizar la nula filtración de aguas residuales al subsuelo y contar con losas de cubierta diseñadas para cargas vivas de operación.

I.6.19.4.8 Tanque colector de aceite

El PS Altamirano contempla la instalación de un tanque colector de aceite asociado al transformador de potencia de la Subestación Eléctrica Elevadora (SEE), cuya función es captar y contener el aceite dieléctrico en caso de fugas, derrames o durante actividades de mantenimiento, evitando su infiltración al suelo y reduciendo el riesgo de contaminación ambiental.

El sistema será diseñado con la capacidad suficiente para contener el volumen de aceite del transformador y contará con los elementos necesarios para su conducción y almacenamiento seguro, permitiendo su manejo conforme a la normatividad ambiental aplicable y fortaleciendo las condiciones de seguridad y protección ambiental del PS Altamirano.

I.6.19.4.9 Vallado de Subestación

Las especificaciones estructurales y de construcción de este vallado son idénticas a las detalladas en el Inciso 5.5.3. Consultar dicha sección para verificar requisitos de f'c, Fy, compactación y factores de seguridad.

I.7 Áreas de Instalaciones

I.7.1.1 Instalación de Faenas

Las instalaciones de faenas corresponden al acondicionamiento en el terreno de la construcción, equipos y otros elementos indispensables para iniciar los trabajos de construcción, siendo retiradas en su totalidad dichas construcciones, instalaciones y demás elementos al finalizar por completo la ejecución de la obra.

Las instalaciones de faenas son tipo contenedor modular prefabricados que regularmente miden de 12.0 m de largo x 2.50 m de ancho y 2.50 de alto, siendo un contenedor prefabricado y que se retirará en su totalidad como base para apoyar el contenedor en el suelo se consideran adoquines.

I.7.1.2 Edificio O&M

El edificio denominado "Edificio de O&M" consiste en un edificio tipo industrial que resguarda centros de trabajo tipo oficina, salas de tableros eléctricos, celdas de media tensión y generación dentro de la operación de la subestación eléctrica. El edificio consta de 1 nivel en el cual éste cuenta con vestidores, baños, comedor, cuarto de scada, oficinas para propietario, oficinas para contratista, sala de conferencias, cuarto de resguardo de tanque de diésel, sala de celdas de media tensión.

La altura libre de entrepiso mínima en el área de salas de celdas y generador es de 3.50 m, y en el área restante para oficinas es de 2.3 m. La cubierta es de losa inclinada a dos aguas con pendiente del 7.2 % máximo. En la sala de celdas de media tensión el edificio contará con un foso para resguardar el cableado proveniente del parque y la subestación para conectar a las celdas dentro del edificio.

I.7.2 Línea de transmisión y ampliación de Bahía

La presente sección del documento se refiere a la descripción general de la Línea de evacuación que va desde la subestación elevadora, propia del parque solar Altamirano; hasta la ampliación de bahía en la subestación de interconexión CFE Manlio Fabio Altamirano.

Las características principales de la línea se resumen a continuación; características de los materiales de instalación permanente.

I.7.2.1 Cable conductor

Las características del conductor aéreo según norma CFE E1000-12 "Cable de aluminio con cableado concéntrico y núcleo de acero galvanizado (ACSR)" son las siguientes:

Tipo Bluejay
Material Aluminio – Acero
Designación AWG/KCMIL: 1113 KCMIL
Número de alambres Aluminio/Acero: 45/7
Diámetro cable completo (mm): 31.98
Sección total (mm2): 564
Peso (kg/m): 1877
Carga de rotura (kg): 13580
Los empalmes a compresión para cable conductor (ACSR) deben ser de aleación de aluminio para los alambres de aluminio (manguito externo), como lo indica la especificación de CFE 2C301-15 "HERRAJES Y CONJUNTOS DE HERRAJES PARA LÍNEAS DE TRANSMISIÓN AÉREAS CON TENSIONES DE 69 kV A 400 kV", los empalmes a compresión para el alma de acero del conductor (manguito interno) deben ser de acero inoxidable o de acero galvanizado como lo marca la misma especificación.

Los elementos de los conjuntos de herrajes tendrán una resistencia mínima de 160 kN para arreglos en tensión y de 111 kN para arreglos en suspensión, serán además del tipo "libres de efecto corona" de acuerdo con la normativa vigente mencionada anteriormente.

I.7.2.2 Cable de guarda con fibras ópticas

Considerar la instalación de cable de guarda con fibras ópticas en la línea de evacuación. El CGFO deberá cumplir con lo indicado en la IEC 60794-1-2 "Optical fiber cables – Part. 1-2: Generic specification – Cross reference table for optical cable test procedures, Edition 3.0, 2013-09".

La norma aplicable al diseño y pruebas del cable de guarda con fibras ópticas es la especificación de CFE E1000-21 "Cable de guarda con fibras ópticas".

Tipo CGFO

Número de fibras: 36*

Diámetro cable completo (mm): 16.2**

Sección total (mm2): 79.00

Peso (kg/km): 575

Carga de rotura (daN): 7 000

Módulo de elasticidad (GPa): 116

Coeficiente de dilatación lineal (ºC-1/100): 0.0016

Corriente de cortocircuito (kA^2s): en función de estudio de cortocircuito, pero no menor a 85.

Margen de temperatura (ºC): -20 a 60

* El número de fibras deberá ser confirmado por el área de comunicaciones.

** En el caso de que el cable requiera de una resistencia a la descarga atmosférica para clases 2 y 3, se deben revisar estos parámetros y ser acordados entre área usuaria y proveedor y ser especificado. (Cuidando los requerimientos mecánicos de las estructuras donde va a ser empleado este cable).

I.7.2.3 Aisladores

Las características de los aisladores se consideran con base en los siguientes criterios de coordinación de aislamiento:

Tensión nominal (kV): 230

Tensión máxima de operación (kV): 245

Tensión de aguante al impulso por rayo kVf-t: 650

Altitud (m.s.n.m.): <1000

Nivel de contaminación: Alto (31 mm/kV)

Configuración de estructura: Conductor - Cruceta

Material: Vidrio templado

Las características de los aisladores de vidrio templado cumplirán con la norma CFE 52210-02 "AISLADORES TIPO SUSPENSIÓN DE PORCELANA O DE VIDRIO TEMPLADO".

I.7.2.4 Herrajes para cable conductor

Todos los herrajes para el cable conductor deben cumplir con lo indicado en la Especificación CFE 2C301-15 "Herrajes y conjuntos de herrajes para líneas de transmisión aéreas con tensiones DE 69 kV A 400 kV", y con lo siguiente:

- Tener las capacidades mínimas de 111 kN para las cadenas de suspensión.
- Tener las capacidades mínimas de 160 kN para las cadenas de tensión.

I.7.2.5 Herrajes para cable de guarda con fibras ópticas

Los herrajes para CGFO deben cumplir con lo siguiente:

Todos los herrajes, accesorios y herramientas de tendido deben ser las recomendadas por el fabricante del CGFO ofertado. Todos los conjuntos de herrajes de tensión deben ser de aluminio o acero galvanizado por inmersión en caliente, debiendo cumplir con una tensión ultima de ruptura igual o mayor a la especificada para el CGFO de acuerdo con lo indicado en la especificación de CFE E1100-21 "HERRAJES, CONJUNTOS DE HERRAJES Y ACCESORIOS PARA CABLE DE GUARDA CON FIBRAS ÓPTICAS".

Todos los conjuntos de herrajes de suspensión deben tener una tensión mecánica máxima de ruptura mayor o igual a la especificada para el CGFO.

Los conjuntos de herrajes de guía y fijación del CGFO a la estructura, deben estar diseñados de tal forma que durante su instalación no se requiera hacer perforaciones a las estructuras (torres o postes troncocónicos), ni tampoco resulte dañado el cinc o la pintura de recubrimiento en las estructuras.

La hermeticidad de las cajas de empalme debe probarse sumergiéndola bajo 10 cm. De agua y manteniendo en su interior una presión 0.5 kg/cm2 durante 30 minutos. Durante este periodo no deben presentarse burbujas.

Para la línea de evacuación se utilizarán torres normalizadas por CFE cuyo diseño cumple con los requerimientos del proyecto.

A continuación, se indican las características de las estructuras a utilizar:

Tabla 6. Características de las estructuras.

Estructura	Uso	Características	Ubicación
2S2	SUSPENSIÓN: 3°/450 m/650 m	Doble circuito, disposición de fases vertical, cable hasta ACSR 1113 kCM, metálica de celosía, auto soportada. Normalizada por CFE.	Interconexión entre la subestación Elevadora y la Subestación de Interconexión Manlio Fabio Altamirano (Cinco).
2W2	DEFLEXIÓN: 90°/450 m/1000 m REMATE: 30°/400 m/600 m	Doble circuito, disposición de fases vertical, cable hasta ACSR 1113 kCM, metálica de celosía, auto soportada. Normalizada por CFE.	Interconexión entre la subestación Elevadora y la Subestación de Interconexión Manlio Fabio Altamirano (Cuatro).

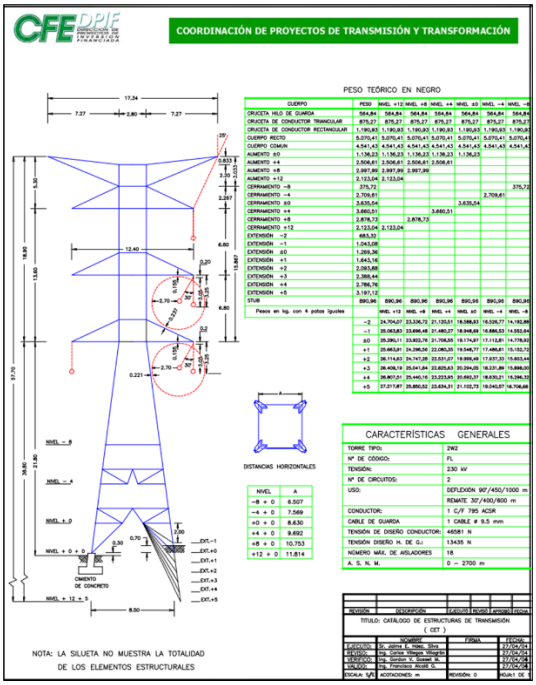


Figura 22. Torre Celosía 2W2

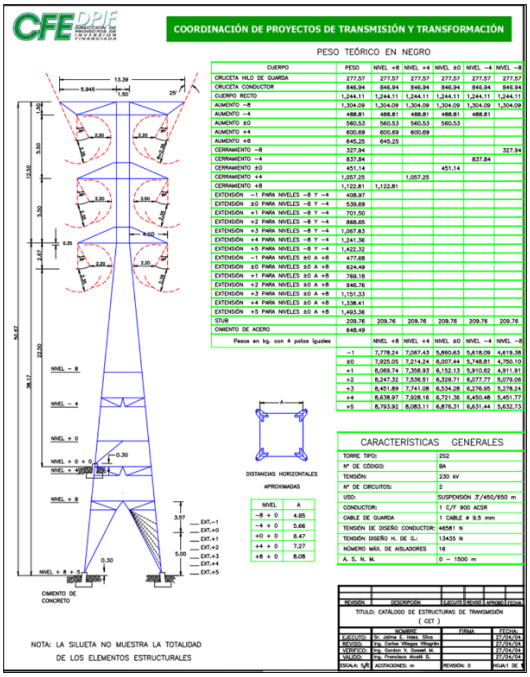
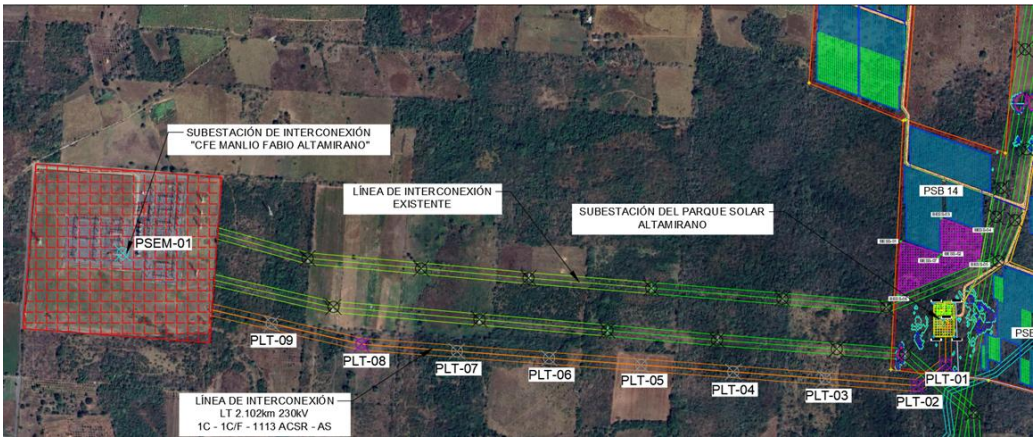


Figura 23. Torre Celosía 2S2.



I.7.2.6 Sistema de tierras para estructuras de celosía

Las estructuras de la línea del proyecto deberán contar con sistema de conexión a tierra utilizando electrodos horizontales de cable de acero con recubrimiento de cobre soldado de sección transversal de 46.44 mm2, o mayor, y electrodos verticales de varillas de acero recubiertas de cobre electrolítico con 16 mm de diámetro y 3 m de longitud, de acuerdo con lo indicado en la especificación CFE-00J00-52 "RED DE PUESTA A TIERRA PARA ESTRUCTURAS DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN AÉREAS DE 69 A 400 kV EN CONSTRUCCIÓN".

Una vez instalada la red de tierras en estructuras tipo celosía, la resistencia de puesta a tierra del sistema debe ser menor o igual a 10 Ω, se deberán realizar las mediciones con base a la especificación CFE-00J00-52, en caso de que con el arreglo correspondiente no se obtenga un valor menor o igual al especificado, se instalará el arreglo siguiente hasta que se logré disminuir la resistencia de puesta a tierra a un valor aceptable o hasta que se agoten las posibilidades de los arreglos aquí mostrados.

Los elementos que constituyen la instalación de puesta a tierra son:

- Electrodos verticales de puesta a tierra o varillas.
- Línea de tierra o contra antenas.

I.7.2.7 Derecho de vía

El derecho de vía de una línea de transmisión es la franja de terreno necesaria para garantizar la construcción, operación y mantenimiento seguro de la infraestructura eléctrica, así como para proteger a la población y a las propiedades circundantes. Este espacio asegura que los conductores mantengan las distancias mínimas de seguridad respecto al suelo, edificaciones, vegetación y otras estructuras, considerando factores como el hundimiento máximo del conductor, las condiciones climáticas, el tipo de terreno, y la topografía.

De acuerdo con las normas de CFE aplicables (como la NRF-014-CFE y la L1000 de Derecho de Vía), para una línea de transmisión de 230 kV se establece típicamente un ancho de derecho de vía de 26 m (13 metros a cada lado a partir del eje de la línea), lo cual permite

cumplir con las distancias de seguridad, facilitar el acceso para maniobras de mantenimiento y asegurar la estabilidad mecánica y eléctrica de la línea.

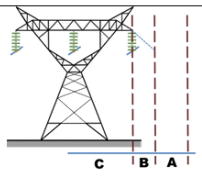
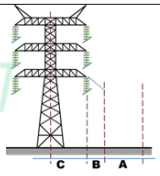
Tensión (kV)	Distancia A+B (m)	Distancia C (m)		Ancho del derecho de vía 2 (A+B+C)	Dibujo esquemático
		Un circuito (horizontal)	1 o 2 circuitos (vertical)		
85, 115, 138	6	4	------	20	
161, 230	8	8	------	32	
400	9	12	------	42	
85, 115,138	6	------	3.25	18.50	
161, 230	8	------	5	26	
400	9	------	9	36	

Figura 24. Valores de ancho de derecho de vía para estructuras auto soportadas.

I.7.3 Subestación Manlio Fabio Altamirano

La Subestación Eléctrica Manlio Fabio Altamirano 230 / 400 kV, forma parte de la Red Nacional de Transmisión (RNT) operada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) – Transmisión, y se localiza en el estado de Veracruz, dentro del municipio de Manlio Fabio Altamirano. Se considerará una ampliación de bahía en el lado de 230 kV para la conexión de la línea de transmisión proveniente del parque solar Altamirano.



Figura 25. Subestación Eléctrica Manlio Fabio Altamirano 230 kV, Punto de interconexión.

I.7.3.1 Cimentaciones de la Línea de Transmisión

I.7.3.1.1 Estructuras

Para la línea de evacuación se utilizarán torres normalizadas por Comisión Federal de Electricidad (CFE). Las dimensiones y geometría dependen de las necesidades, equipos eléctricos, condiciones de carga y de las alturas eléctricas necesarias para el correcto proceso de transmisión.

I.7.3.1.2 Cimentación

Las cimentaciones de las estructuras de la Línea de Transmisión (LT) del PS Altamirano serán diseñadas de acuerdo con las condiciones geotécnicas del sitio y los requerimientos estructurales de las torres, garantizando la estabilidad de la infraestructura y el adecuado comportamiento frente a las cargas de operación y las acciones ambientales previstas. Para su diseño se atenderán las especificaciones de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y las normas técnicas aplicables para estructuras y cimentaciones de líneas de transmisión.

Las cimentaciones se ejecutarán en concreto reforzado y acero de refuerzo con las resistencias establecidas en el proyecto, verificando los estados límite de servicio, los asentamientos permisibles y la profundidad mínima de desplante requerida para asegurar la estabilidad de las estructuras durante la vida útil del PS Altamirano.

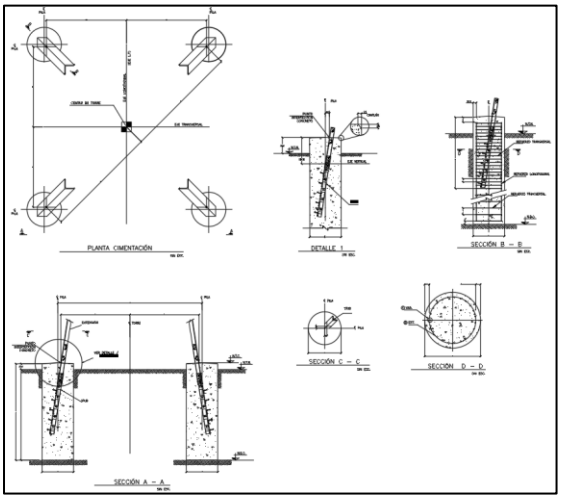


Figura 26. Cimentación tipo pilote para suelo blando o profundo.

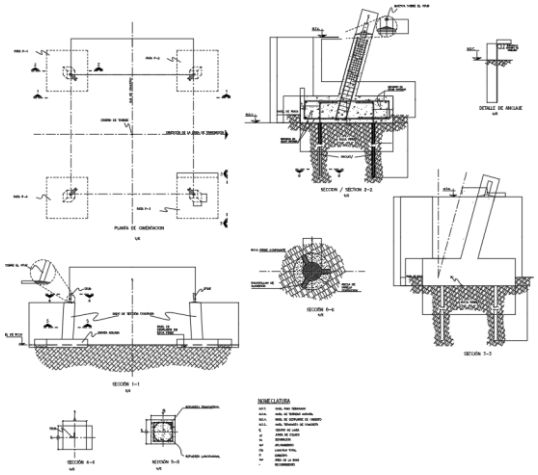


Figura 27. Cimentación tipo zapata aislada para suelo firme (roca firme) y poco profundo.

I.7.4 Indicar los tipos de obras o actividades del proyecto

I.7.4.1 Preparación del sitio y construcción

I.7.4.1.1 Delimitación de las zonas de trabajo

Se delimitará el área total autorizada para el desarrollo de la planta solar, así como el trazo e identificación de todas las áreas particulares que la integran, tales como caminos internos, arreglos fotovoltaicos, centros de transformación, centro de interconexión etc. Esta

delimitación se realizará mediante la colocación de banderines, estacas y mojoneras, de forma que los puntos sean fácilmente localizables y permanezcan debidamente protegidos. Los trabajos se llevarán a cabo con apoyo de equipo topográfico. Adicionalmente, se colocará señalización adecuada para el tránsito de maquinaria y equipo, y se realizará la limpieza de los sitios donde se desarrollarán las obras.

I.7.4.1.2 Limpieza de Terreno

Previo al inicio de los trabajos de desmonte y desenraice, se ejecutará el programa de rescate y alejamiento de fauna silvestre, así como la reubicación de flora, conforme a lo establecido en normativa. Posteriormente, se procederá al retiro de la vegetación existente —arbórea, arbustiva y herbácea— dentro de las áreas requeridas, con el objetivo de evitar la presencia de material vegetal que obstruya la visibilidad o interfiera con el desarrollo de las actividades constructivas y la correcta instalación y operación de los módulos fotovoltaicos. Para estas actividades se empleará maquinaria adecuada para el retiro del material vegetal.

Se realizarán trabajos de despalme consistentes en la remoción y retiro de la capa superficial del terreno vegetal en aquellas áreas donde, por sus características, no resulte adecuada para el desplante de las obras. El material producto del despalme será acopiado para su posterior disposición final. Estas actividades se llevarán a cabo con maquinaria y equipo especializado, considerando el arrastre de la capa orgánica y horizontes superficiales del suelo, con un espesor estimado entre 15 y 30 cm. El despalme se limitará a áreas específicas destinadas a edificaciones, caminos, obras de conducción, casetas, registros, ductos eléctricos y zonas donde se requiera una nivelación puntual para los sistemas de seguimiento de los módulos fotovoltaicos.

I.7.4.1.3 Trazo

Se efectuará el trazo para delimitar la ubicación de los equipos y estructuras que conforman la planta, definiendo los ejes y anchos de las cimentaciones, así como los ejes correspondientes a las demás obras. Esta actividad es fundamental para garantizar la precisión en el desarrollo de la construcción. El trazo se realizará mediante estacas de madera e hilos, que permitirán señalar los puntos de referencia necesarios para las excavaciones o

perforaciones requeridas. Las estacas empleadas serán de madera, de sección cuadrada, con dimensiones y características adecuadas para la correcta identificación de los puntos de control.

I.7.4.1.4 Señalización

Dentro del área del proyecto se instalará la señalización necesaria para delimitar las zonas de trabajo y orientar al personal involucrado, con el objetivo de salvaguardar su integridad y garantizar la seguridad de las instalaciones. Se verificará que dicha señalización cuente con adecuada visibilidad, se encuentre en buen estado de conservación y no presente desgaste o deterioro que dificulte su correcta identificación. Asimismo, se asegurará que todas las señales estén debidamente fijadas y adheridas, evitando cualquier tipo de movilidad.

La señalización considerada incluirá, de manera enunciativa mas no limitativa, la correspondiente a caminos, servicios sanitarios, límites de velocidad, direcciones de circulación, riesgos eléctricos, ubicación de extintores, estaciones de emergencia y puntos de encuentro.

I.7.4.2 Etapa de construcción

La etapa de construcción del PS Altamirano comprende la ejecución simultánea de las obras civiles, electromecánicas y eléctricas requeridas para la implementación de la central fotovoltaica, conforme a la programación establecida para el proyecto. Durante esta fase se desarrollarán las actividades necesarias para la instalación de la infraestructura permanente, garantizando la integración de todos los componentes que conforman el sistema de generación e interconexión.

Las principales actividades constructivas incluyen la colocación del vallado perimetral, la ejecución de excavaciones, cortes y rellenos, la construcción de cimentaciones y canalizaciones para instalaciones eléctricas, el tendido de redes de media y baja tensión, el montaje de las estructuras de soporte de los módulos fotovoltaicos, la instalación de los módulos, equipos eléctricos, centros de transformación, la Subestación Eléctrica Elevadora (SEE) y la Línea de

Transmisión (LT). Asimismo, se ejecutarán las obras complementarias, sistemas auxiliares e instalaciones provisionales necesarias para el desarrollo de las actividades constructivas.

Durante la construcción se procurará conservar, en la mayor medida posible, la topografía natural del terreno, limitando los cortes y rellenos a las áreas estrictamente necesarias. El material producto de las excavaciones será reutilizado como relleno cuando cumpla con las especificaciones técnicas del proyecto, mientras que el material excedente será distribuido dentro del área del proyecto o complementado con material proveniente de bancos autorizados, cuando sea requerido.

Las actividades constructivas se desarrollarán bajo controles de calidad y supervisión técnica, contemplando la verificación de las condiciones geotécnicas del terreno, el control de calidad del concreto, la correcta instalación de los sistemas eléctricos y de puesta a tierra, así como la implementación de los sistemas de seguridad, monitoreo y comunicación necesarios para garantizar la adecuada construcción y posterior operación del PS Altamirano.

I.7.4.3 Tipo de maquinaria a utilizar.

La construcción del PS Altamirano requerirá el uso de maquinaria especializada para la ejecución de las diferentes actividades de preparación del sitio, movimiento de tierras, construcción de caminos, cimentaciones, montaje electromecánico, construcción de la Subestación Eléctrica Elevadora (SEE) y de la Línea de Transmisión (LT). La selección de los equipos dependerá de las condiciones topográficas y geotécnicas del sitio, los volúmenes de obra, las distancias de acarreo y las características particulares de cada frente de trabajo.

Para las actividades de preparación del terreno y construcción de caminos se emplearán equipos como bulldozers, retroexcavadoras, motoconformadoras, rodillos compactadores, excavadoras de orugas y camiones de volteo, los cuales permitirán realizar las labores de despalme, nivelación, excavación, conformación de plataformas, transporte de materiales y compactación del terreno. De igual forma, para la construcción de la SEE y la LT se utilizarán equipos especializados, entre ellos grúas hidráulicas, camiones revolvedores de concreto, plataformas de elevación, montacargas, máquinas tensionadoras, máquinas jaladoras y porta

carretes, necesarios para el montaje de estructuras, instalación de equipos eléctricos y tendido de conductores.

La operación de la maquinaria será realizada por personal calificado y capacitado, garantizando el cumplimiento de las especificaciones técnicas, las medidas de seguridad industrial y los lineamientos de protección ambiental establecidos para el proyecto. Asimismo, la maquinaria contará con programas de mantenimiento preventivo y correctivo, y el abastecimiento de combustible y las actividades de mantenimiento mayor se efectuarán en instalaciones autorizadas, con el fin de minimizar emisiones, fugas de combustibles y riesgos de contaminación del suelo.

I.7.5 Operación y Mantenimiento

La operación y mantenimiento del PS Altamirano tiene como objetivo garantizar el funcionamiento seguro, confiable y continuo de la Planta Solar Fotovoltaica, la Subestación Eléctrica Elevadora (SEE) y la Línea de Transmisión (LT), mediante la ejecución de actividades de supervisión, inspección, conservación y reparación de los diferentes componentes del proyecto. Todas las intervenciones serán realizadas por personal calificado, aplicando los procedimientos de seguridad, la normativa vigente y las recomendaciones de los fabricantes.

Las actividades de mantenimiento comprenden cuatro modalidades: preventivo, orientado a conservar los equipos mediante inspecciones y revisiones periódicas; predictivo, basado en la monitorización continua y el análisis de parámetros operativos para anticipar fallas; correctivo, destinado a la reparación o sustitución de componentes que presenten averías; y extraordinario, enfocado en intervenciones de mayor alcance para recuperar o mejorar el desempeño de las instalaciones cuando las condiciones de operación lo requieran.

Durante la operación de la planta se realizarán actividades de seguimiento a la producción de energía, supervisión del desempeño de los equipos y cumplimiento de los programas de operación, seguridad y protección ambiental. El mantenimiento incluirá inspecciones periódicas a los módulos fotovoltaicos, estructuras de soporte, trackers, inversores, centros de transformación, sistemas eléctricos, cableado, sistemas de protección y puesta a tierra,

complementadas con análisis de datos operativos, termografías y registros históricos para optimizar el rendimiento y prolongar la vida útil de los activos del PS Altamirano.

Todas las actividades de operación y mantenimiento se ejecutarán conforme a los procedimientos establecidos para el proyecto, manteniendo los registros de inspección, medición y mantenimiento que permitan verificar el adecuado desempeño de las instalaciones durante la vida útil del PS Altamirano.

I.7.6 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Al término de la vida útil del PS Altamirano se ejecutarán las actividades de desmantelamiento y abandono de las instalaciones, con el propósito de retirar la infraestructura del proyecto y restituir las condiciones del sitio, en cumplimiento de la normatividad vigente en materia de seguridad industrial, seguridad operativa y protección ambiental. Estas actividades comprenderán la demolición, desmontaje, retiro de equipos, reutilización o disposición adecuada de materiales y residuos, así como la rehabilitación de las áreas intervenidas.

La etapa de abandono se desarrollará con base en un análisis de riesgos actualizado, las condicionantes establecidas en la autorización en materia de impacto ambiental, los resultados de la caracterización del sitio y las medidas de mitigación, compensación y restauración ambiental que resulten aplicables. Asimismo, las actividades serán ejecutadas de forma secuencial y acorde con las intervenciones realizadas durante el desmantelamiento.

En el área de la Planta Solar Fotovoltaica se contempla el retiro de módulos fotovoltaicos, equipos eléctricos, estructuras de soporte y seguimiento, así como la demolición de obras civiles, limpieza y restauración del sitio. Para la Subestación Eléctrica Elevadora (SEE) y la Línea de Transmisión (LT) se realizarán actividades de desenergización, retiro de equipos y conductores, desmontaje de estructuras, demolición o retiro de cimentaciones y restitución del terreno. Como parte del proceso final, se retirarán los materiales remanentes y escombros, evitando la permanencia de depresiones o alteraciones que puedan modificar los patrones naturales de escurrimiento superficial.

I.8 Programa de trabajo

El cronograma que se presenta en la siguiente tabla, muestra la programación en tiempo, de las diferentes etapas del Proyecto, misma que se estima en aproximadamente 24 meses para las etapas de preparación del sitio y construcción y una duración de 35 años para la vida útil del Proyecto, es decir la etapa de operación y mantenimiento. Esta programación, es la que se considera para estas obras, por lo que podrá variar, dependiendo de las características particulares de cada caso, y para la Operación Comercial se están considerando 35 años de vida útil. Posterior a estas etapas se considera el abandono del sitio, donde se llevarán a cabo actividades de restauración como es la plantación de especies características de los ecosistemas existentes actualmente en el área del Proyecto.

.

Tabla 7. Cronograma de trabajo

| Programa de trabajo | | |

I.8.1 Insumos requeridos para el proyecto

I.8.1.1 Etapa de preparación del sitio y Construcción

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del **PS Altamirano** se requerirán insumos básicos para el desarrollo de las actividades constructivas, entre los que destacan el agua, la energía eléctrica temporal y los combustibles necesarios para la operación de maquinaria y equipos. El suministro de estos recursos se realizará mediante proveedores autorizados, conforme a la demanda de cada frente de trabajo y en cumplimiento de la normatividad aplicable.

I.8.1.1.1 Consumo de agua

El agua será utilizada para consumo humano, servicios sanitarios, aseo personal, limpieza de maquinaria, compactación de materiales y control de polvo durante las actividades constructivas. El abastecimiento se realizará mediante empresas autorizadas, sin contemplar la extracción de agua superficial o subterránea dentro del área del proyecto ni el almacenamiento permanente del recurso. Los volúmenes estimados de consumo se presentan en las **Tablas 19 a 23** del Capítulo I

I.8.1.1.2 Consumo de energía eléctrica

Durante la construcción, la energía eléctrica será suministrada mediante generadores portátiles alimentados con diésel o gasolina para atender las necesidades de oficinas temporales, casetas de vigilancia, iluminación provisional, herramientas eléctricas y demás instalaciones auxiliares. Su utilización será temporal y estará sujeta al avance de las obras, incorporando medidas para optimizar el consumo energético y reducir las emisiones asociadas.

I.8.1.1.3 Aguas Residuales

Las aguas residuales generadas provendrán principalmente del uso de sanitarios, lavamanos y servicios temporales para el personal, así como de la limpieza ocasional de maquinaria y herramientas. Su manejo contemplará el empleo de sanitarios portátiles o módulos sanitarios con tanques de retención, y la recolección, transporte y disposición final mediante empresas

autorizadas. Para las aguas provenientes del lavado de equipos se implementarán sistemas de tratamiento con desarenador y trampa de grasas e hidrocarburos, evitando afectaciones al suelo y a los cuerpos de agua. Las estimaciones de generación de aguas residuales se presentan en las **Tablas 24 y 25** del Capítulo I.

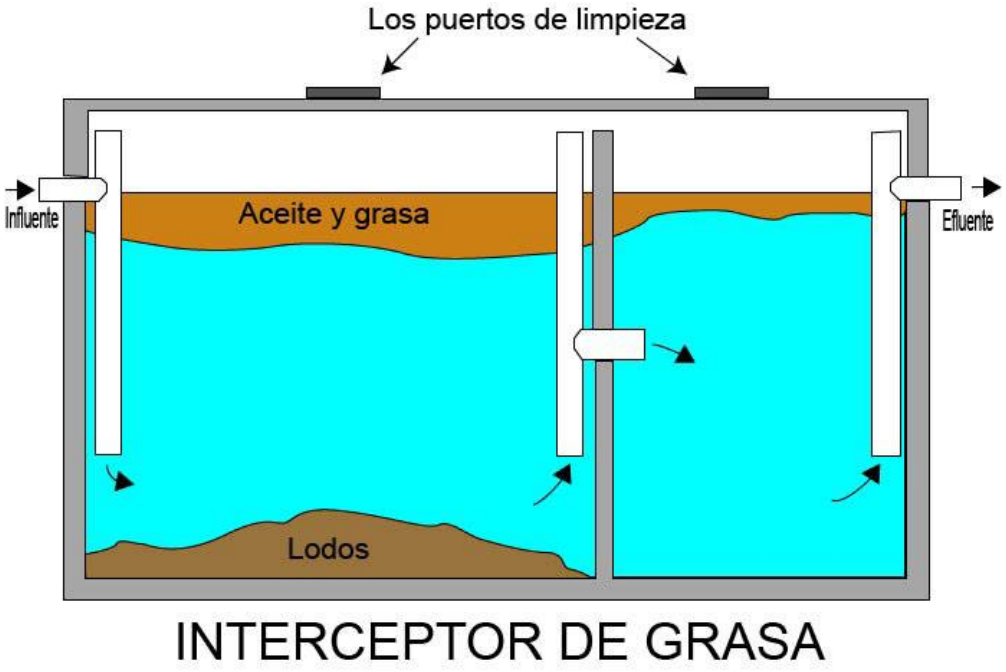


Figura 28. Diagrama de funcionamiento de trampa de grasas e hidrocarburos.

I.8.1.1.4 Gases de efecto invernadero

Durante la preparación del sitio y la construcción se generarán emisiones de gases de efecto invernadero derivadas principalmente del uso de maquinaria de combustión interna, vehículos de transporte y generadores eléctricos temporales. Estas emisiones corresponderán principalmente a dióxido de carbono (CO_2), así como a menores cantidades de metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), y serán de carácter temporal, limitándose al periodo de construcción. Como medidas de control se implementarán programas de mantenimiento preventivo de la maquinaria, optimización de recorridos y uso eficiente de los equipos para reducir el consumo de combustible y las emisiones asociadas. Las estimaciones de consumo de combustible y emisiones se presentan en las **Tablas 26, 27 y 28** del Capítulo I**.**

I.8.1.2 Operación y Mantenimiento

Durante la etapa de operación y mantenimiento del **PS Altamirano**, el consumo de insumos será significativamente menor que durante la construcción y estará asociado principalmente al consumo de agua, energía eléctrica y combustibles requeridos para las actividades de operación y conservación de la Planta Solar Fotovoltaica, la **Subestación Eléctrica Elevadora (SEE)** y la **Línea de Transmisión (LT)**.

I.8.1.2.1 Consumo de agua y energía eléctrica

El consumo de agua estará destinado principalmente a la limpieza periódica de los módulos fotovoltaicos y al abastecimiento de los servicios sanitarios y de consumo del personal permanente de operación y mantenimiento. El suministro se realizará mediante proveedores autorizados, mientras que los volúmenes requeridos dependerán del método de limpieza empleado y de la frecuencia de mantenimiento establecida para la planta. Las estimaciones de consumo se presentan en las Tablas 29 a 32 del Capítulo I.

La energía eléctrica requerida para los servicios auxiliares será suministrada principalmente por la propia generación del PS Altamirano, destinándose al funcionamiento de los sistemas de monitoreo y control (SCADA), comunicaciones, videovigilancia, alumbrado, protección eléctrica, telecomunicaciones, estaciones meteorológicas y demás equipos auxiliares. En caso de interrupciones del suministro, se dispondrá de generadores de emergencia para garantizar la continuidad de los equipos críticos.

I.8.1.2.2 Aguas Residuales

Las aguas residuales generadas durante la operación corresponderán principalmente a los servicios sanitarios del personal y a las actividades de limpieza de los módulos fotovoltaicos. Las aguas residuales domésticas serán tratadas mediante un sistema de tratamiento que podrá consistir en una fosa séptica o un biodigestor, de acuerdo con las características y necesidades del proyecto. Por su parte, el agua utilizada para la limpieza de los módulos podrá infiltrarse directamente al terreno cuando no contenga detergentes ni productos químicos, mientras

que las aguas pluviales provenientes de plataformas con equipos que contengan aceite serán conducidas hacia sistemas de contención y separación para prevenir la contaminación del suelo. Las estimaciones de generación de aguas residuales se presentan en las Tablas 33 y 34 Capítulo I

I.8.1.2.3 Gases de efecto invernadero

Durante la etapa de operación del PS Altamirano no se generarán emisiones directas de gases de efecto invernadero asociadas a la producción de energía eléctrica, debido a que esta se realizará mediante el aprovechamiento de la energía solar. Las emisiones indirectas estarán asociadas únicamente al uso de vehículos de mantenimiento y a la operación eventual de los generadores de emergencia, representando una contribución mínima frente a las emisiones evitadas por la generación de energía a partir de una fuente renovable.

I.8.1.2.4 Manejo y disposición final de los módulos fotovoltaicos

Al finalizar su vida útil, los módulos fotovoltaicos serán retirados y gestionados mediante procesos que prioricen su aprovechamiento y reciclaje, favoreciendo la recuperación de los materiales que los componen e incorporándolos nuevamente a la cadena productiva, conforme a la normatividad y a las mejores prácticas aplicables para este tipo de residuos.

I.8.2 Desmantelamiento y abandono

Durante la etapa de desmantelamiento y abandono del PS Altamirano, el consumo de agua y energía estará orientado al apoyo de las actividades de desmontaje, retiro de infraestructura y restauración del sitio. El agua será utilizada para el consumo del personal, servicios sanitarios, limpieza de maquinaria y control de polvo, mientras que la energía eléctrica será suministrada mediante sistemas temporales, tales como generadores portátiles, torres de iluminación y, cuando resulte viable, sistemas fotovoltaicos aislados para las instalaciones provisionales. Las estimaciones de consumo se presentan en las Tablas 35 a 37 del Capítulo I.

Las aguas residuales generadas durante esta etapa provendrán principalmente de los servicios sanitarios del personal y de la limpieza de maquinaria. Su manejo se realizará mediante sistemas temporales de almacenamiento y disposición a través de gestores autorizados, garantizando el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable. Asimismo, las emisiones de gases de efecto invernadero estarán asociadas principalmente a la operación de maquinaria pesada, equipos auxiliares y vehículos utilizados en las labores de desmontaje y transporte de materiales, implementándose medidas para minimizar el consumo de combustible y prevenir derrames de aceites y lubricantes. Las estimaciones correspondientes se presentan en las Tablas 38 a 40 del Capítulo I.

I.8.2.1.1 Generación y Manejo de Residuos

Durante las diferentes etapas del PS Altamirano se generarán residuos no peligrosos, residuos peligrosos, residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial, cuya cantidad y características variarán según la fase del proyecto. Los principales residuos incluyen materiales producto del movimiento de tierras, concreto, materiales pétreos, chatarra metálica, madera, cartón, plásticos, empaques, aceites usados, grasas, solventes, filtros, envases contaminados y otros residuos derivados de las actividades de construcción, operación y desmantelamiento. Las estimaciones de generación se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8. Generación de residuos peligrosos y no peligrosos durante la preparación del sitio y construcción.

Generación de residuos:		
Etapa de preparación del sitio y construcción		
Tipo de Residuo	**Residuo**	**Cantidad estimada**
Residuos no Peligrosos	Material producto del retiro de la capa vegetal y despalme en caminos, plataformas, campamentos, oficinas, área de trackers, etc.	13956.79 m³
	Material producto de excavaciones para cimentaciones de subestaciones	1000-1,500 m^3
	Concreto sobrante y material pétreo	120-150 m^3
	Material de excavación excedente proveniente del corte	2154.33 m³

Generación de residuos:		
Etapa de preparación del sitio y construcción		
Tipo de Residuo	**Residuo**	**Cantidad estimada**
	Sobrantes de material pétreos, granular o excedentes de compactación en la conformación de terraplenes	3163.281 m³
	Chatarra metálica (recortes de acero estructural y herrajes)	20-25 t
	Madera de cimbra y embalajes	2800– 3200 m2
	Cartón, plásticos y empaques diversos	3 – 8 t
Residuos peligrosos	Aceites, grasas, pinturas, solventes y sus envases	900 - 1000 L
	Material absorbente impregnado (trapos, estopas, aserrín)	300 – 700 kg
	Filtros, envases y recipientes contaminados	100 – 300 kg
Etapa de Operación y Mantenimiento		
Residuos no peligrosos	Chatarra metálica (recortes de acero estructural y herrajes, discos, grilletes, cable conductor)	0.010 t/año
Residuos peligrosos	Aceites, grasas, pinturas, solventes y sus envases	450 L/año
Etapa de Abandono		
Residuos no peligrosos	Chatarra metálica (recortes de acero estructural y herrajes)	800-1200 t
Residuos peligrosos	Aceites de transformadores, lubricantes, solventes	65000 L

El manejo integral de los residuos se realizará conforme al Programa de Manejo Integral de Residuos del proyecto, priorizando la separación en la fuente, el almacenamiento temporal en áreas acondicionadas, el aprovechamiento y reciclaje cuando sea técnicamente viable y la entrega a empresas autorizadas para su transporte, tratamiento y disposición final. En el caso de los residuos peligrosos, su almacenamiento temporal cumplirá con los requisitos establecidos en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)

y demás disposiciones aplicables, garantizando la protección del suelo, la seguridad del personal y la prevención de riesgos ambientales durante todas las etapas del PS Altamirano.

II VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO

El desarrollo del PS Altamirano fue evaluado respecto del marco jurídico y normativo vigente aplicable a proyectos de generación de energía eléctrica mediante fuente solar, verificando su compatibilidad con la legislación ambiental, forestal, energética, territorial y de ordenamiento ecológico de competencia federal, estatal y municipal. Esta evaluación permitió identificar las disposiciones legales aplicables y los instrumentos de planeación que regulan la construcción, operación, mantenimiento y eventual desmantelamiento del proyecto.

Como resultado del análisis realizado, se determinó que el PS Altamirano es compatible con los ordenamientos jurídicos aplicables, siempre que durante las diferentes etapas del proyecto se dé cumplimiento a las autorizaciones, permisos, programas ambientales, medidas de prevención, mitigación, compensación y seguimiento establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental y en las resoluciones que emita la autoridad competente.

II.1 Vinculación con instrumentos jurídicos aplicables a la obra

Se evaluó la compatibilidad del PS Altamirano con el marco jurídico aplicable en materia ambiental, forestal, energética, territorial y de gestión de recursos naturales, considerando leyes, reglamentos, programas de ordenamiento ecológico, planes de desarrollo, Normas Oficiales Mexicanas e instrumentos de planeación territorial. El análisis permitió verificar que el proyecto se encuentra alineado con las disposiciones legales que regulan la evaluación del impacto ambiental, el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, la protección de la biodiversidad, la gestión integral de residuos, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la transición energética.

El cumplimiento de este marco normativo se sustenta en la implementación de las medidas ambientales, programas de manejo, acciones de prevención, mitigación, compensación y seguimiento desarrolladas en los diferentes capítulos de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, garantizando que las actividades del PS Altamirano se ejecuten conforme a la legislación aplicable durante todas sus etapas.

II.1.1 Leyes

La evaluación de la legislación aplicable permitió verificar la compatibilidad del PS Altamirano con las principales leyes federales relacionadas con la protección ambiental, el desarrollo forestal, la conservación de la vida silvestre, la gestión integral de residuos, el aprovechamiento sustentable del agua, la transición energética y el desarrollo nacional. Asimismo, se identificaron las obligaciones ambientales que deberán cumplirse durante la preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y desmantelamiento del proyecto.

En términos generales, el análisis concluye que el proyecto es jurídicamente viable, siempre que se obtengan las autorizaciones correspondientes y se implementen los programas y medidas ambientales previstos en esta Manifestación de Impacto Ambiental, garantizando el cumplimiento de las disposiciones legales aplicables y la protección de los recursos naturales presentes en el área de influencia del PS Altamirano.

II.1.2 Reglamentos

Como parte de la vinculación jurídica del PS Altamirano, se evaluó el cumplimiento de los principales reglamentos federales aplicables en materia ambiental, forestal, residuos, evaluación del impacto ambiental, seguridad industrial y del sector energético. El análisis permitió verificar que las actividades de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento, desmantelamiento y abandono del proyecto podrán desarrollarse conforme a las disposiciones reglamentarias vigentes, siempre que se obtengan las autorizaciones correspondientes y se implementen las medidas ambientales previstas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Asimismo, se verificó la compatibilidad del proyecto con los reglamentos que regulan la prevención y control de la contaminación, la gestión integral de residuos, la protección de los recursos forestales, la seguridad operativa y la evaluación del impacto ambiental, concluyendo que el PS Altamirano incorpora programas, procedimientos y medidas de manejo que permiten atender los requisitos establecidos por la legislación reglamentaria aplicable durante todas las etapas del proyecto.

II.1.3 Programas de Ordenamiento Ecológico

Como parte del análisis de compatibilidad territorial del PS Altamirano, se evaluó su vinculación con los instrumentos de ordenamiento ecológico aplicables al área de estudio, con el propósito de verificar la congruencia del proyecto con las políticas, lineamientos, estrategias y criterios de regulación ecológica definidos para el territorio. El análisis incluyó el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, el ordenamiento ecológico de aplicación local y los instrumentos de ordenamiento territorial vigentes que inciden en el área del proyecto.

La evaluación permitió determinar que el PS Altamirano es compatible con los programas de ordenamiento ecológico aplicables, siempre que su desarrollo se realice conforme a las políticas ambientales, estrategias de manejo, criterios ecológicos y acciones de conservación establecidos para las unidades de gestión ambiental y de ordenamiento territorial donde se localiza el proyecto. En este sentido, las medidas de prevención, mitigación, compensación, restauración y seguimiento ambiental propuestas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental garantizan la observancia de dichos instrumentos durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento, desmantelamiento y abandono del proyecto.

II.1.4 Planes de Desarrollo

Como parte del proceso de vinculación jurídica, se evaluó la compatibilidad del PS Altamirano con los principales instrumentos de planeación del desarrollo vigentes en los ámbitos nacional, estatal y municipal, así como con los programas sectoriales relacionados con el desarrollo

urbano, la infraestructura y el sector energético. El análisis comprendió el Plan Nacional de Desarrollo 2025–2030, el Programa Sectorial de Energía (PROSENER), el Plan Veracruzano de Desarrollo, el Plan Municipal de Desarrollo de Manlio Fabio Altamirano y el Programa Sectorial de Infraestructura y Desarrollo Urbano, verificando la congruencia del proyecto con los objetivos, estrategias y líneas de acción establecidos en dichos instrumentos.

El análisis permitió determinar que el PS Altamirano contribuye a las políticas públicas orientadas al fortalecimiento de la infraestructura energética, la transición hacia fuentes de energía limpia, la seguridad energética, el desarrollo económico regional y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Asimismo, el proyecto es congruente con los instrumentos de planeación territorial y de desarrollo aplicables, al promover la generación de energía renovable bajo criterios de sostenibilidad ambiental, cumplimiento normativo y desarrollo territorial ordenado, en concordancia con las estrategias de desarrollo definidas para el ámbito federal, estatal y municipal.

II.1.5 Áreas Naturales Protegidas

Como parte del análisis de vinculación ambiental del PS Altamirano, se evaluó la ubicación del proyecto con respecto a las Áreas Naturales Protegidas (ANP) de carácter federal, estatal y municipal, con el fin de verificar su compatibilidad con los decretos de creación, programas de manejo y demás instrumentos de conservación aplicables. Para ello se consultó la información cartográfica oficial de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y la cartografía del Gobierno del Estado de Veracruz.

El análisis determinó que el PS Altamirano no se localiza dentro de ninguna Área Natural Protegida, ni en zonas núcleo o de amortiguamiento de ANP federales, estatales o municipales. No obstante, se identificó que el proyecto se ubica dentro del área de influencia del Área Natural Protegida Sistema Arrecifal Veracruzano, por lo que su desarrollo deberá realizarse en estricto cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación, compensación y seguimiento ambiental propuestas en la Manifestación de Impacto Ambiental, garantizando

que las actividades del proyecto no generen afectaciones sobre los objetivos de conservación de dicha área protegida

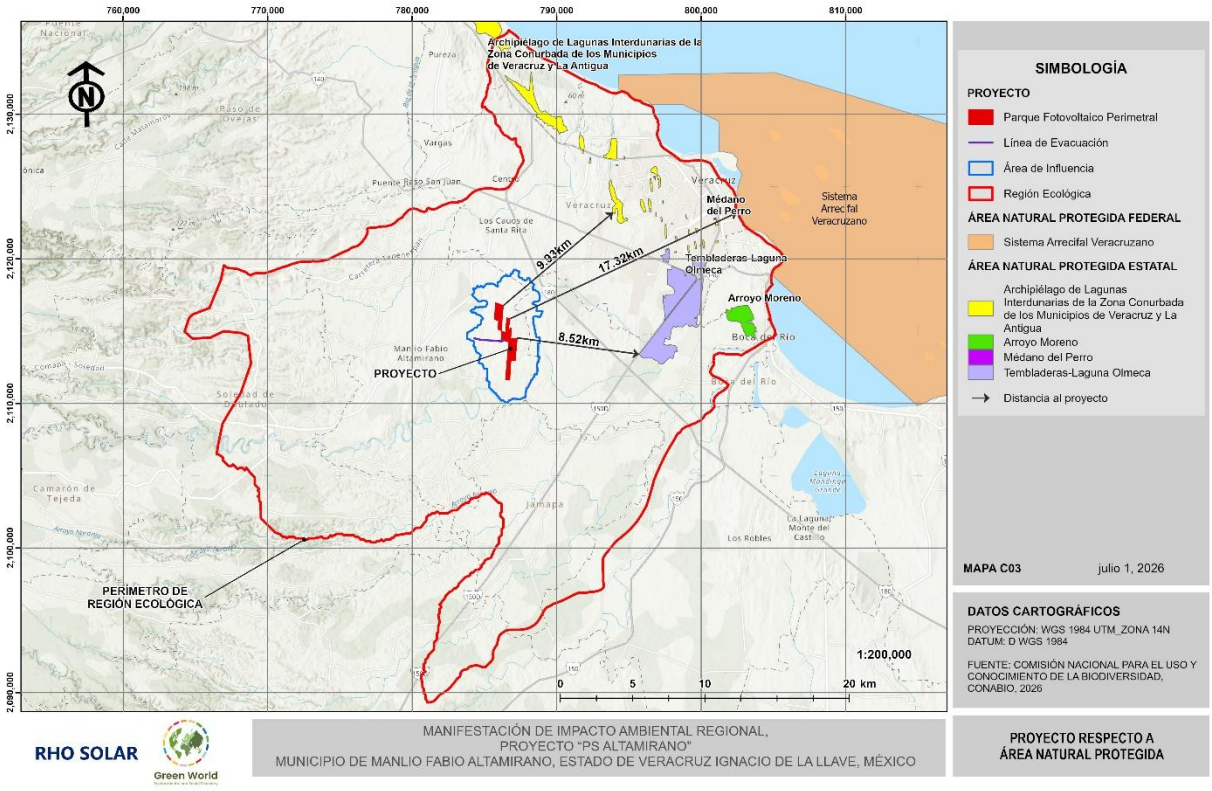


Figura 29. Ubicación del Proyecto respecto a las ANP de carácter Federal y Estatal

II.1.6 Áreas de Importancia para la conservación de las Aves (AICAS)

Como parte del análisis de vinculación ambiental, se evaluó la relación del PS Altamirano con las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS), sitios identificados por la CONABIO como prioritarios para la conservación de poblaciones de aves residentes y migratorias. El análisis determinó que el proyecto se localiza dentro del AICA No. 150 "Centro de Veracruz", una región reconocida por su relevancia para la conservación de aves y por constituir un corredor utilizado por numerosas especies migratorias.

La evaluación concluyó que esta condición no representa una restricción para el desarrollo del PS Altamirano; sin embargo, debido a la importancia ecológica del área, el proyecto incorpora medidas específicas de prevención, mitigación y seguimiento orientadas a minimizar posibles afectaciones sobre la avifauna. Estas medidas se complementan con los estudios especializados realizados para el componente fauna y con los programas de manejo ambiental propuestos, garantizando la conservación de las especies registradas y el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable durante las diferentes etapas del proyecto.

II.1.7 Regiones Prioritarias para la Conservación (RTP, RHP y RMP)

Como parte del análisis de vinculación ambiental, se evaluó la ubicación del PS Altamirano respecto de las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) y Regiones Marinas Prioritarias (RMP), instrumentos definidos por la CONABIO para identificar áreas de alta relevancia para la conservación de la biodiversidad en México. La evaluación consideró la sobreposición cartográfica del proyecto con estas regionalizaciones, con el fin de identificar posibles coincidencias o restricciones ambientales.

Los resultados del análisis indican que el PS Altamirano no se localiza dentro de ninguna Región Terrestre Prioritaria, Región Hidrológica Prioritaria ni Región Marina Prioritaria, por lo que no se prevén afectaciones directas sobre estos instrumentos de conservación. En consecuencia, desde este criterio de regionalización biológica, el proyecto es compatible con la planeación ambiental establecida por la CONABIO.

II.1.8 Normas Oficiales Mexicanas

Como parte de la vinculación normativa del PS Altamirano, se evaluó el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) aplicables al proyecto, considerando aquellas relacionadas con la protección ambiental, la conservación de los recursos naturales, la gestión integral de residuos, la calidad del aire, el ruido, las emisiones, la protección de la flora y fauna silvestre,

la seguridad y salud en el trabajo, así como las especificaciones técnicas para la construcción, operación, mantenimiento y desmantelamiento de la infraestructura proyectada.

El análisis permitió verificar que las actividades previstas para el PS Altamirano son compatibles con las disposiciones establecidas en las NOM aplicables, incorporando en el diseño del proyecto y en los programas de manejo ambiental las medidas necesarias para asegurar su cumplimiento. De esta manera, las acciones de prevención, mitigación, compensación, monitoreo y seguimiento ambiental propuestas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental constituyen el mecanismo mediante el cual se garantiza la observancia de la normativa técnica durante todas las etapas del proyecto, contribuyendo a la protección del medio ambiente y al desarrollo seguro de las actividades.

Norma Oficial Mexicana	Tema principal	Aplicación en el PS Altamirano
NOM-059-SEMARNAT	Protección de especies de flora y fauna	Identificación y protección de especies con categoría de riesgo durante todas las etapas del proyecto.
NOM-081-SEMARNAT	Emisión de ruido	Control de niveles de ruido generados durante construcción y operación.
NOM-052-SEMARNAT	Residuos peligrosos	Identificación y manejo de residuos peligrosos generados por el proyecto.
NOM-054-SEMARNAT	Incompatibilidad de residuos peligrosos	Almacenamiento y manejo seguro de residuos peligrosos.
NOM-161-SEMARNAT	Residuos de manejo especial	Manejo y disposición de residuos de manejo especial

Norma Oficial Mexicana	Tema principal	Aplicación en el PS Altamirano
		generados por las actividades del proyecto.
NOM-001-SEMARNAT *(si aplica según el capítulo)*	Descargas de aguas residuales	Manejo y control de descargas durante las diferentes etapas del proyecto.
NOM-STPS aplicables	Seguridad y salud en el trabajo	Protección del personal durante construcción, operación y mantenimiento.
Otras NOM aplicables	Protección ambiental y operación del proyecto	Cumplimiento de los requisitos técnicos y ambientales establecidos en la legislación vigente.

II.2 Susceptibilidad ante riesgos geológicos y meteorológicos

Como parte de la caracterización ambiental del PS Altamirano, se evaluó la susceptibilidad del área del proyecto frente a riesgos geológicos y fenómenos meteorológicos, con el propósito de identificar las condiciones naturales que podrían influir en el diseño, construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura. El análisis se realizó con base en información oficial del Atlas de Riesgos del Estado de Veracruz, antecedentes geológicos, cartografía temática e información climatológica representativa del municipio de Manlio Fabio Altamirano.

En el componente geológico se analizaron las características geomorfológicas, estructurales y sísmicas de la región, concluyendo que, aunque el estado de Veracruz presenta una geología compleja y está sujeto a procesos tectónicos propios de la región, las condiciones identificadas para el área del PS Altamirano no representan una limitante para el desarrollo del proyecto,

siempre que el diseño y la construcción de las obras consideren las especificaciones geotécnicas y estructurales correspondientes. Asimismo, se evaluaron los principales fenómenos climatológicos que inciden en la zona, entre ellos frentes fríos (Nortes), lluvias intensas, ciclones tropicales, huracanes, altas temperaturas, vientos y tormentas eléctricas, determinándose que estos eventos forman parte de la dinámica climática regional y fueron considerados en los criterios de ingeniería y en las medidas de prevención, seguridad y operación propuestas para el proyecto.

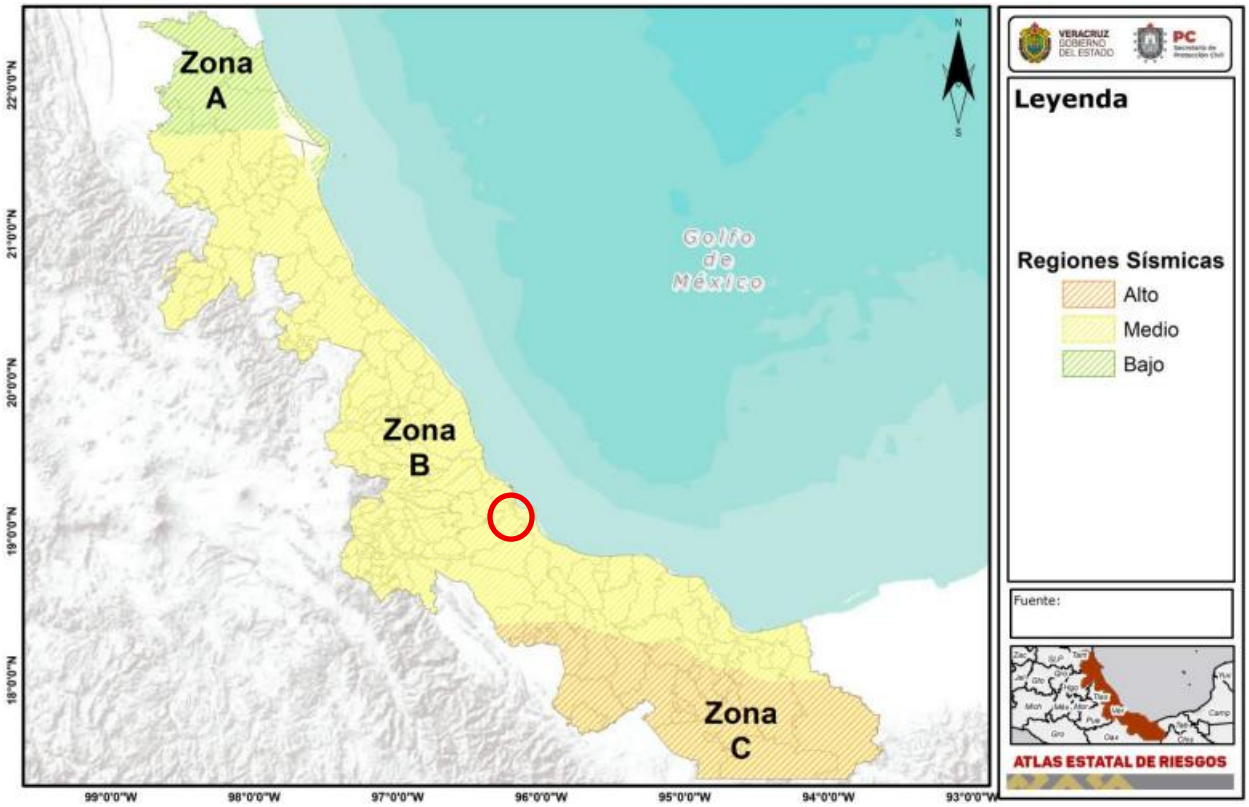


Figura 30. Zonas sísmicas del estado de Veracruz. Imagen tomada del Atlas de Riesgos del Estado de Veracruz (Protección Civil, 2023). En rojo se señala el área del proyecto.

II.3 Hidrología superficial en el área del proyecto

La hidrología superficial del PS Altamirano fue analizada con el propósito de identificar las características de la red de drenaje, los cuerpos de agua y los patrones de escurrimiento presentes en el área de influencia del proyecto, así como evaluar su compatibilidad con el

desarrollo de la infraestructura proyectada. El análisis se realizó considerando la información hidrológica oficial, la cartografía temática y las características fisiográficas del municipio de Manlio Fabio Altamirano, localizado en una de las regiones con mayor disponibilidad de agua superficial del estado de Veracruz.

El estado de Veracruz concentra una importante red hidrográfica conformada por numerosos ríos y corrientes superficiales que descargan hacia el Golfo de México. En particular, el municipio de Manlio Fabio Altamirano presenta una topografía predominantemente plana y suelos con alta permeabilidad, condiciones que favorecen la presencia de escurrimientos superficiales y arroyos temporales, además del aprovechamiento del recurso hídrico para actividades agrícolas mediante sistemas de riego abastecidos por las presas derivadoras Ixtapilla y La Comunidad. Estas características hidrológicas fueron consideradas durante la selección del sitio y el diseño del proyecto.

El análisis específico del área del PS Altamirano permitió identificar las corrientes superficiales presentes y definir los criterios de diseño necesarios para preservar su funcionamiento natural. En este sentido, el proyecto contempla el respeto de las zonas de escurrimiento, la implementación de obras de drenaje y el mantenimiento de la conectividad hidráulica, evitando modificaciones significativas en los patrones naturales de flujo superficial y reduciendo el riesgo de procesos erosivos o de afectaciones aguas abajo. Estas medidas se complementan con las acciones de prevención y manejo ambiental previstas para las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y desmantelamiento del proyecto.

Como resultado de la evaluación, se concluye que las condiciones de la hidrología superficial no representan una restricción para el desarrollo del PS Altamirano, siempre que se implementen las medidas de diseño, manejo y protección ambiental establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, garantizando la conservación de los escurrimientos naturales y la protección del recurso hídrico durante toda la vida útil del proyecto.

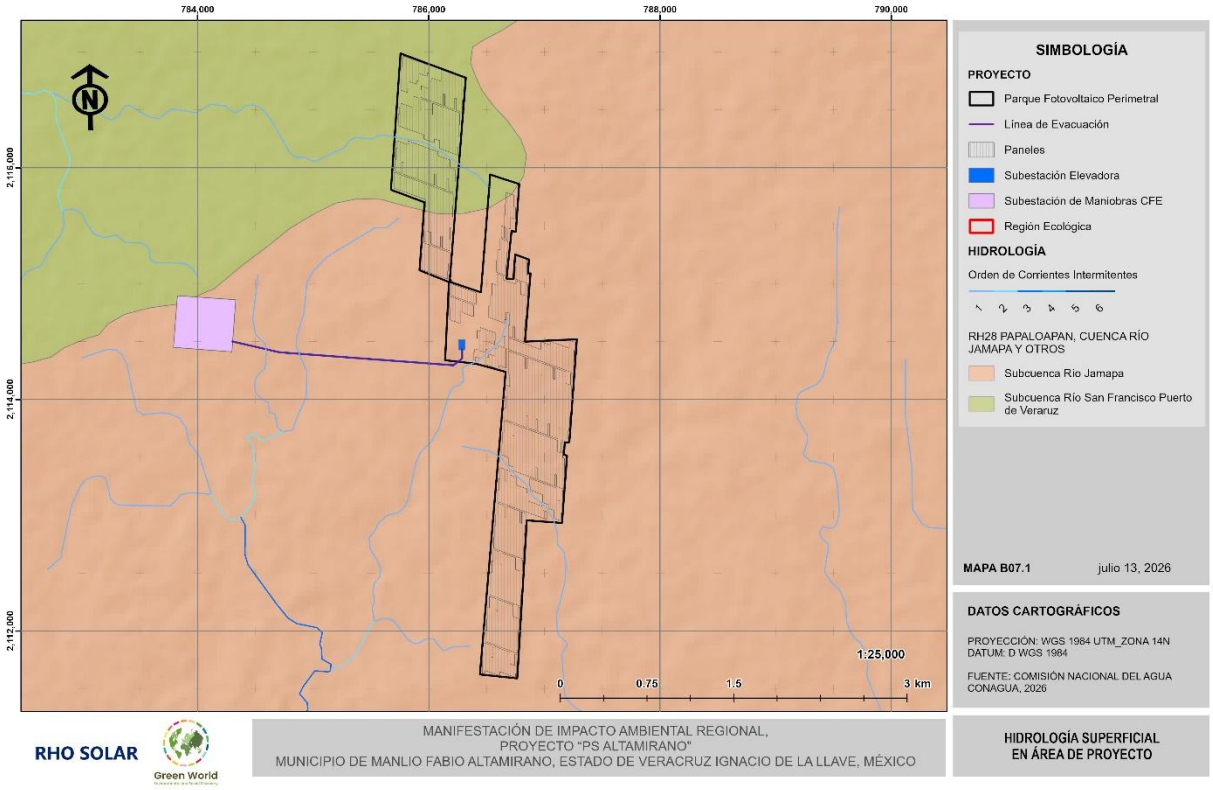


Figura 31. Corrientes que cruzan el área del proyecto

II.4 Localidades con población indígena y afromexicana en las que incide el sitio de intervención del proyecto y/o su zona de influencia.

Como parte del proceso de vinculación social y territorial, se analizó la presencia de localidades con población indígena y afromexicana dentro del área de influencia del PS Altamirano, utilizando la información oficial del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI), el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y demás fuentes oficiales aplicables. El objetivo de este análisis fue identificar la posible incidencia del proyecto sobre comunidades pertenecientes a pueblos indígenas o afromexicanos y verificar el cumplimiento de las disposiciones legales relacionadas con la protección de sus derechos colectivos y patrimonio cultural.

La evaluación permitió identificar las localidades con presencia de población indígena y afromexicana en el municipio de Manlio Fabio Altamirano y en la zona de influencia del

proyecto, analizando su distribución territorial, características demográficas y relación con el sitio de intervención. Con base en esta información, se determinó el nivel de incidencia del PS Altamirano sobre dichas localidades, verificando la existencia de posibles interacciones derivadas de las actividades de construcción, operación, mantenimiento y desmantelamiento del proyecto.

Los resultados del análisis concluyen que el desarrollo del PS Altamirano no implica afectaciones directas sobre los derechos, usos y costumbres o el patrimonio cultural de las localidades identificadas. No obstante, el proyecto incorpora medidas de gestión social, comunicación y relacionamiento comunitario que permitirán mantener un diálogo permanente con la población del área de influencia, favoreciendo el desarrollo ordenado del proyecto y el cumplimiento de la normatividad ambiental y social aplicable.

Tabla 9. Localidades con presencia de población indígena en relación con el Área de Influencia del proyecto.

Entidad (ID)	Municipio (ID)	Localidad (ID)	Población total	Población en hogares indígenas	Pueblo o agrupación indígena (INPI)	Hablantes de lengua indígena (5 años y más)	Población afromexicana	Observaciones
Veracruz (30)	Manlio Fabio Altamirano (100)	Colonia El Espinal de Ceballos (0015)	212	1	Na savi / Ñuu Saavi (Mixteco)	1	0	Presencia de una persona perteneciente a un hogar indígena; no se registra población afromexicana.
Veracruz (30)	Manlio Fabio Altamirano (100)	Mata Loma (0025)	2,121	3	Q'eqchi'	1	35	Presenta población indígena y la mayor población afromexicana entre las localidades analizadas.
Veracruz (30)	Medellín de Bravo (105)	Palmira (0046)	369	7	Mazateco	2	0	Registra la mayor población en hogares indígenas del conjunto de localidades analizadas.
Veracruz (30)	Medellín de Bravo (105)	Cedral (0015)	431	0	Sin registro	0	3	Registra población afromexicana, sin población indígena identificada en las fuentes consultadas.
Veracruz (30)	Medellín de Bravo (105)	Mata Ortiz (0040)	340	0	Sin registro	0	7	Registra población afromexicana, sin población indígena identificada en las fuentes consultadas.

Fuente: Elaboración propia con información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020), Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI, 2020) e información técnica y social generada para el Proyecto Solar Altamirano

III DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA

Con el propósito de caracterizar el entorno donde se desarrollará el PS Altamirano, se delimitó una Región Ecológica que representa una unidad territorial con características ambientales homogéneas, considerando la interacción de los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos presentes en el área de estudio. La delimitación se realizó conforme a los criterios establecidos en la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental de la SEMARNAT, incorporando información cartográfica, ambiental y territorial que permitió identificar los procesos ecológicos y las principales relaciones existentes entre el proyecto y su entorno.

Para definir la Región Ecológica se analizaron diversos criterios relacionados con la ubicación del proyecto, los instrumentos de ordenamiento territorial, las unidades ambientales biofísicas, las condiciones hidrológicas, el uso del suelo, el paisaje, las áreas de importancia ambiental y otros elementos del medio físico y biológico. Posteriormente, se caracterizaron los componentes ambientales presentes dentro de dicha región, evaluando sus condiciones actuales, las principales problemáticas ambientales y la susceptibilidad del territorio frente a las actividades asociadas al desarrollo del PS Altamirano, proporcionando la base técnica para la identificación y evaluación de los impactos ambientales del proyecto.

III.1 Criterios empleados para la delimitación de la Región Ecológica con características y alcances del proyecto.

III.1.1 Ubicación y distribución del proyecto

Se pretende construir un proyecto de energía fotovoltaica convencional en sus componentes, sobre un terreno orográficamente llano al Este del municipio Manlio Fabio Altamirano del estado de Veracruz Ignacio de la Llave, México.

Como se mencionó, se trata de una llanura conformada de pastizales y remanentes de vegetación secundaria de selva baja, la cual, ha sufrido modificación parcial de su paisaje original, sucedida principalmente por la actividad agrícola y pecuaria, así como por algunos asentamientos humanos y redes de infraestructura, a lo que se sumará la construcción del proyecto como impacto acumulativo que modificará parcialmente el entorno actual de la zona.

En la siguiente figura se puede apreciar la ubicación y distribución general del proyecto en el ámbito, federal, estatal y local.

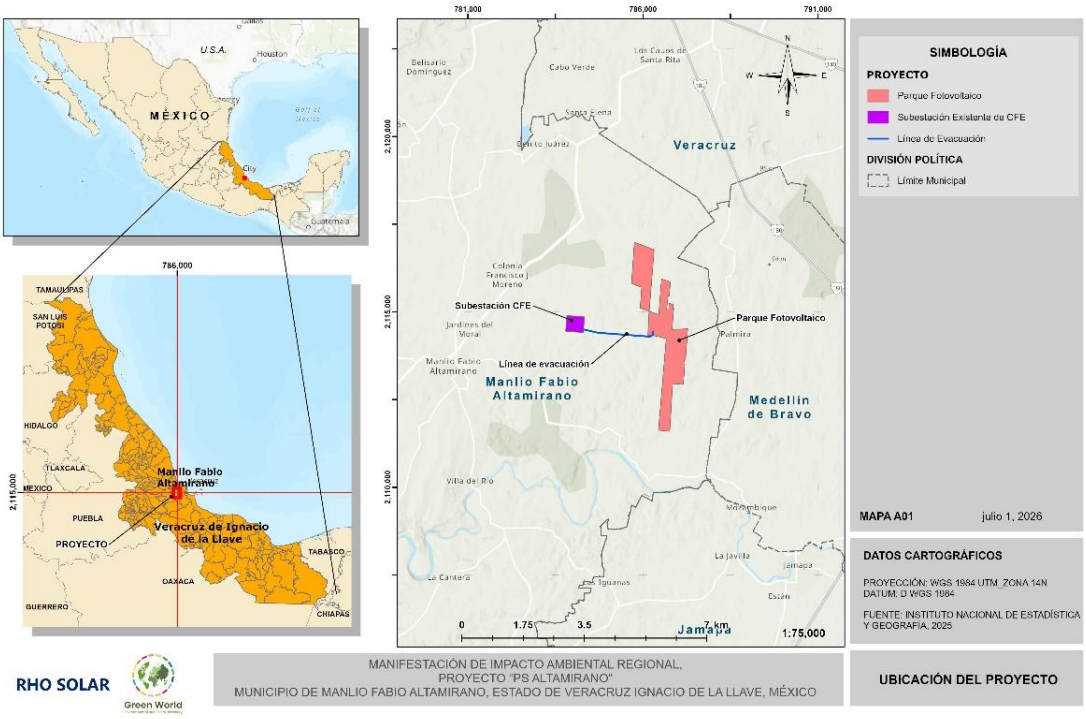


Figura 32. Ubicación del proyecto "PS Altamirano"

La delimitación de la Región Ecológica del PS Altamirano se realizó conforme a los criterios establecidos en la Guía para la Presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental de la SEMARNAT, considerando que una región ecológica corresponde a una unidad territorial que comparte características ambientales homogéneas y en la que interactúan de manera continua los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos. Bajo este enfoque, se integró

información cartográfica, ambiental y territorial que permitió definir un ámbito de análisis representativo para evaluar los posibles efectos derivados del desarrollo del proyecto.

Para la delimitación de la Región Ecológica se analizaron de manera integral la ubicación y distribución territorial del PS Altamirano, los instrumentos de ordenamiento ecológico y de planificación territorial, las Unidades Ambientales Biofísicas y Unidades de Gestión Ambiental, así como diversos componentes del medio físico y biológico, entre ellos el uso del suelo y la vegetación, la hidrología superficial, las áreas de importancia para la conservación de las aves, las características del paisaje y otros elementos ambientales que permitieron identificar los procesos ecológicos predominantes y las relaciones funcionales presentes en el territorio. Durante este proceso también se evaluaron otros criterios temáticos que, aunque fueron analizados, no resultaron determinantes para la delimitación de la región ecológica debido a su escala de representación o a la homogeneidad de sus características en el área de estudio.

Como resultado de la evaluación multicriterio, se definió una Región Ecológica con una superficie aproximada de 89,880 ha, representada por una poligonal que integra los principales elementos ambientales y territoriales que caracterizan el entorno del PS Altamirano. Esta delimitación constituye la base para la caracterización ambiental, la identificación de la problemática existente y la evaluación de los impactos ambientales asociados al proyecto, al representar una unidad funcional donde interactúan de manera continua los componentes naturales y socioeconómicos del territorio.

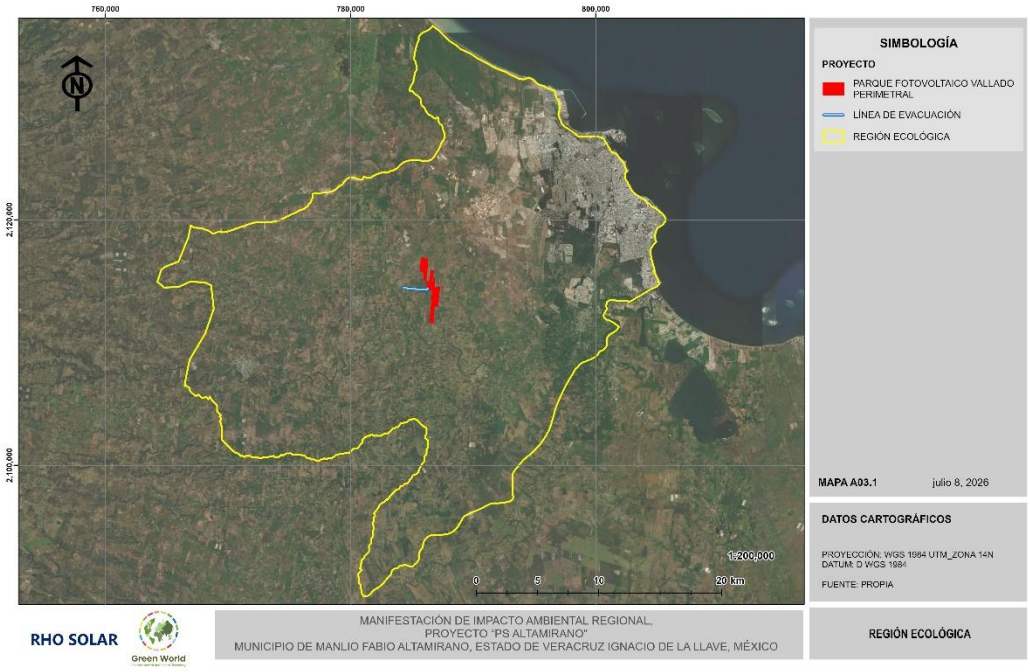


Figura 33. Región Ecológica "PS Altamirano"

III.2 Área de Influencia

El Área de Influencia del PS Altamirano fue delimitada mediante un análisis integral de los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos presentes en el entorno inmediato del proyecto, considerando el alcance espacial de los impactos ambientales y sociales que podrían generarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. Esta delimitación tuvo como propósito establecer un ámbito geográfico representativo de las principales interacciones entre las actividades del proyecto y el medio que lo rodea, constituyendo la base para la evaluación de impactos y la definición de las medidas de manejo ambiental.

Para la definición del Área de Influencia se analizaron los principales factores que determinan la extensión de los impactos potenciales, entre ellos la dispersión de emisiones atmosféricas, la generación de ruido, el impacto visual, las condiciones hidrológicas, el uso actual del suelo, la cobertura vegetal y los componentes socioeconómicos presentes en la zona. En el caso de las emisiones y el ruido, se consideró el comportamiento esperado durante las etapas de

preparación del sitio y construcción, identificando el área donde estos efectos tendrían mayor incidencia. De igual forma, el análisis del impacto visual permitió establecer diferentes rangos de percepción del proyecto, considerando la morfología del terreno, la cobertura vegetal y la ubicación de las principales vías de comunicación y centros de población cercanos.

Un criterio fundamental para la delimitación correspondió al análisis hidrológico del territorio, debido a que el proyecto se localiza sobre el parteaguas de dos subcuencas y es atravesado por diversos escurrimientos intermitentes que forman parte de la dinámica natural de la región. Por esta razón, se integró el comportamiento de las microcuencas y nanocuencas presentes, permitiendo incorporar las relaciones hidrológicas que podrían influir en la propagación de los impactos aguas abajo. Asimismo, se evaluó el uso actual del suelo y la vegetación predominante, caracterizados principalmente por áreas agrícolas y pecuarias, remanentes de vegetación secundaria y elementos lineales como cercas vivas y cortinas rompevientos, los cuales desempeñan un papel importante en la atenuación de la dispersión de partículas, el ruido y el impacto visual.

Finalmente, la delimitación del Área de Influencia incorporó los aspectos socioeconómicos, considerando la red carretera, caminos rurales, localidades cercanas y demás elementos que condicionan la movilidad y la interacción de la población con el proyecto. Como resultado de la integración de todos los criterios analizados, se definió una poligonal con una superficie aproximada de 3,136 ha, la cual representa el ámbito donde se prevé la ocurrencia de las principales interacciones ambientales y sociales derivadas del desarrollo del PS Altamirano, constituyendo la referencia espacial para la caracterización del sistema ambiental y la evaluación de impactos ambientales.

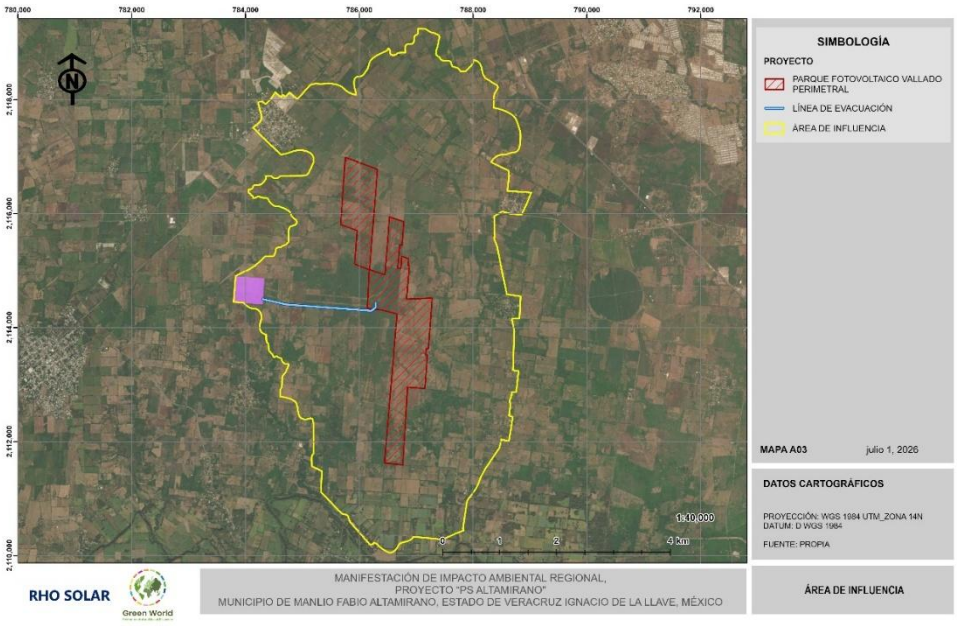


Figura 34. Área de Influencia

III.3 Descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación presentes en el SAR

La caracterización del Sistema Ambiental Regional (SAR) del PS Altamirano incluyó el análisis del uso actual del suelo y de la cobertura vegetal, con el propósito de identificar las unidades ambientales predominantes y establecer las condiciones ecológicas existentes en el área donde se desarrollará el proyecto. Para ello se empleó cartografía temática, verificación en campo e interpretación de imágenes de satélite, permitiendo actualizar y complementar la información oficial disponible para representar de manera más precisa las condiciones actuales del territorio.

Los resultados muestran que el SAR presenta un paisaje con un alto grado de transformación derivado principalmente de las actividades agropecuarias. Predominan las superficies destinadas a la agricultura y los pastizales para uso pecuario, acompañadas por remanentes de vegetación secundaria, cercas vivas, vegetación riparia y otros elementos naturales que conservan funciones ecológicas importantes, como la conectividad del paisaje, la protección de los suelos y el mantenimiento de hábitats para la fauna silvestre. Estas coberturas naturales

se distribuyen principalmente asociadas a cauces, drenes, cuerpos de agua y áreas con menor intervención antrópica.

La evaluación permitió establecer la distribución y extensión de cada tipo de cobertura dentro del Sistema Ambiental Regional, identificando aquellas unidades con mayor sensibilidad ambiental y las zonas donde se concentrarán las actividades del proyecto. Esta información constituyó uno de los principales insumos para la delimitación de las áreas de influencia, la evaluación de impactos ambientales y el diseño de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas para el PS Altamirano, priorizando la conservación de los elementos naturales de mayor valor ecológico presentes en el territorio.

III.4 Especies potenciales

Con el propósito de establecer una línea base biológica para el PS Altamirano, se realizó una investigación de gabinete orientada a identificar las especies de flora y fauna con distribución potencial dentro del Área del Proyecto (AP), el Área de Influencia (AI) y el Sistema Ambiental Regional (SAR). Para ello se consultaron bases de datos especializadas, literatura científica y registros biológicos nacionales, entre ellos Enciclovida y el Global Biodiversity Information Facility (GBIF), considerando criterios como la distribución geográfica, el tipo de vegetación, la altitud y las características ambientales de la región. Esta información permitió definir las especies con mayor probabilidad de ocurrencia y orientar posteriormente los trabajos de campo.

En el componente de flora se identificó un potencial de 83 especies, pertenecientes a 37 familias botánicas, predominando las especies nativas, mientras que un porcentaje menor corresponde a especies endémicas, exóticas e invasoras. Esta composición refleja la influencia de las condiciones ecológicas propias de la región, así como el grado de transformación del paisaje ocasionado por las actividades agropecuarias presentes en el entorno del proyecto.

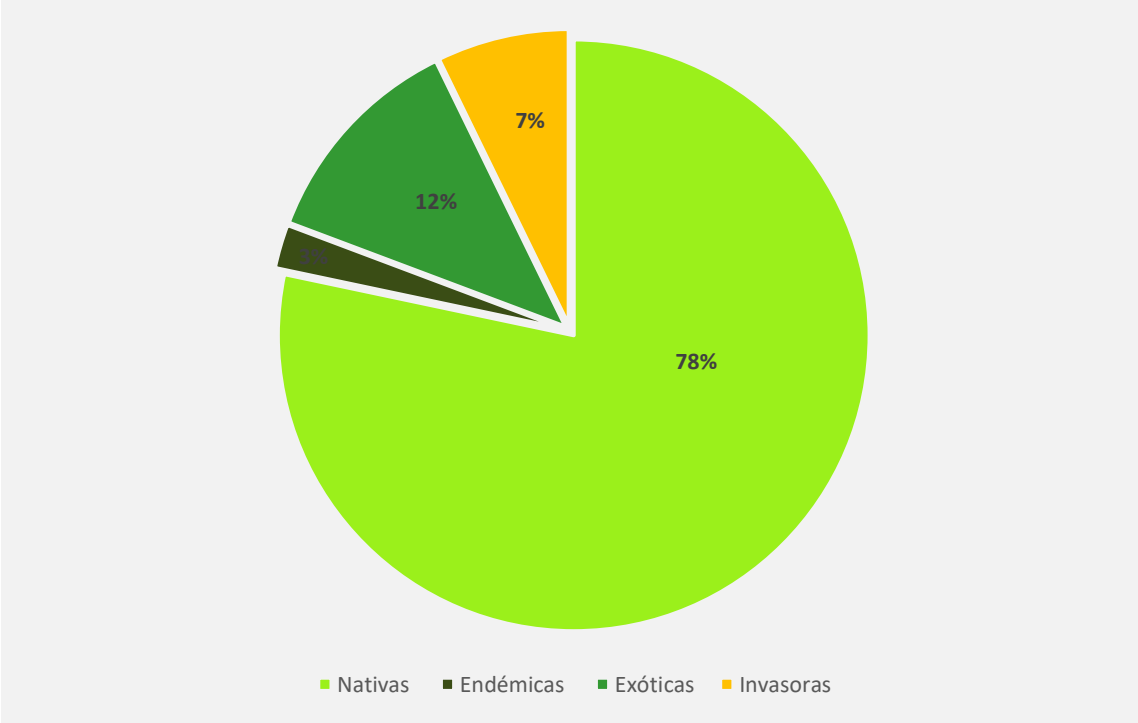


Figura 35. Representatividad de especies nativas y exóticas de flora con distribución potencial del AP y su AI.

Para la fauna silvestre se identificó una distribución potencial de 373 especies de vertebrados terrestres, conformadas por anfibios, reptiles, aves y mamíferos. El análisis evidenció que las aves representan el grupo taxonómico predominante, debido a la importancia de la región como corredor biológico y área de distribución para numerosas especies residentes y migratorias, mientras que los demás grupos presentan una representación menor asociada a las características del hábitat y a la disponibilidad de información biológica para la zona. Esta caracterización constituyó el punto de partida para el diseño de los muestreos de campo y la evaluación de la biodiversidad presente en el PS Altamirano.

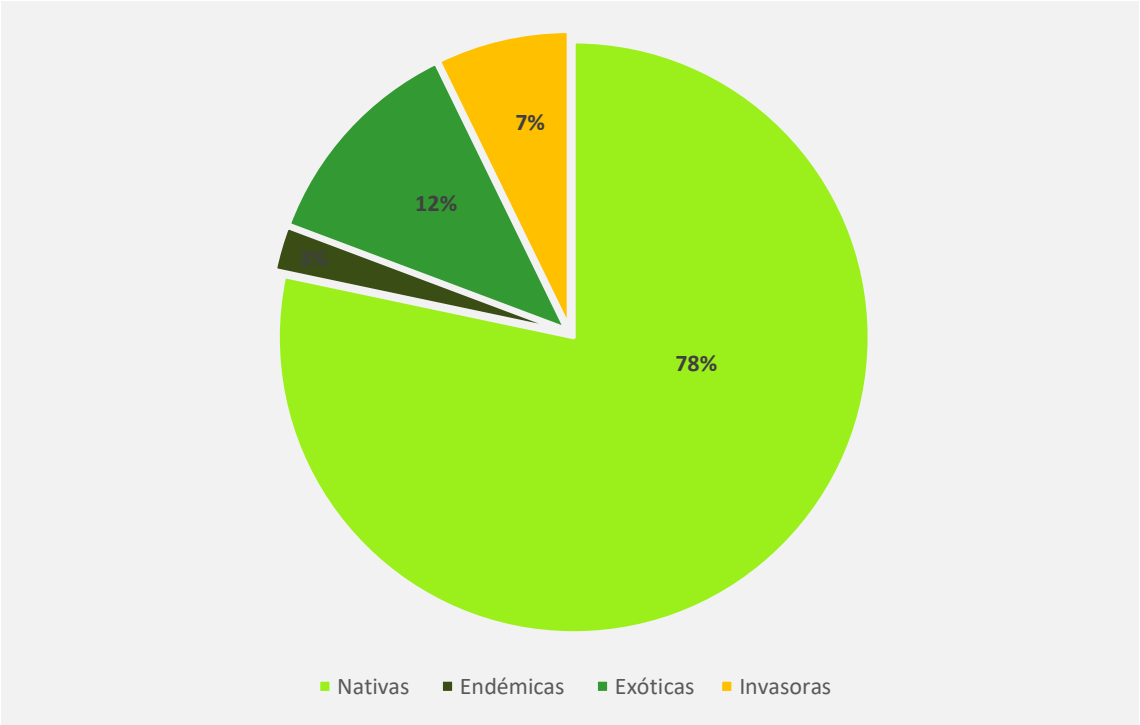


Figura 36. Representatividad de especies nativas y exóticas de flora con distribución potencial del AP y su AI.

III.5 Análisis de los componentes ambientales al interior de la región ecológica

Con el propósito de establecer la línea base ambiental del PS Altamirano, se realizó la caracterización integral de los componentes biótico, abiótico y socioeconómico presentes dentro de la Región Ecológica delimitada. Este análisis permitió identificar las condiciones ambientales actuales, las relaciones funcionales entre los diferentes elementos del territorio y las principales características que determinan su comportamiento ecológico y social. La información obtenida constituye el fundamento para la evaluación de impactos ambientales, la identificación de áreas sensibles y la definición de las medidas de prevención, mitigación, compensación y seguimiento propuestas para el proyecto.

La Región Ecológica delimitada comprende aproximadamente 89,880.40 ha y se distribuye en ocho municipios del estado de Veracruz, incluyendo Veracruz, Manlio Fabio Altamirano, Soledad de Doblado, Medellín de Bravo, Jamapa, Cotaxtla, La Antigua y Boca del Río, localizándose el PS Altamirano íntegramente dentro del municipio de Manlio Fabio Altamirano. Sobre esta región se efectuó la caracterización detallada de los componentes biótico, abiótico y socioeconómico, cuyos principales resultados se presentan en los apartados siguientes

III.5.1 Descripción del componente biótico

El componente biótico de la Región Ecológica del PS Altamirano fue caracterizado mediante la integración de información bibliográfica, registros potenciales y los resultados obtenidos durante los muestreos de campo, con el propósito de establecer la línea base biológica del área de estudio e identificar las condiciones actuales de la biodiversidad presentes en el Sistema Ambiental Regional (SAR). La evaluación comprendió el análisis de la vegetación, la flora, la fauna silvestre, los hábitats disponibles, las especies con categoría de protección y los principales procesos ecológicos que mantienen el funcionamiento del territorio. (Citar el capítulo correspondiente).

La caracterización de la vegetación y la flora permitió identificar las coberturas vegetales presentes en la Región Ecológica, su grado de conservación, composición florística y distribución espacial, evidenciando un paisaje donde predominan áreas transformadas por actividades agropecuarias, intercaladas con remanentes de vegetación secundaria, vegetación riparia y otros elementos naturales que conservan funciones ecológicas relevantes. Asimismo, se evaluó la composición de la flora, identificando especies nativas, endémicas y exóticas, así como aquellas sujetas a categorías de protección conforme a la normatividad ambiental vigente.

En relación con la fauna silvestre, se analizaron los diferentes grupos taxonómicos presentes en la Región Ecológica, considerando anfibios, reptiles, aves y mamíferos, así como su distribución, riqueza específica, abundancia relativa y uso de los diferentes tipos de hábitat. De igual forma, se identificaron las especies incluidas en categorías de riesgo y aquellas de importancia para la conservación, evaluando la funcionalidad de los corredores biológicos y

de los remanentes de vegetación como áreas de refugio, alimentación y desplazamiento para la fauna.

Finalmente, el análisis del componente biótico permitió establecer el estado de conservación de la biodiversidad dentro de la Región Ecológica y determinar las áreas de mayor sensibilidad ambiental, proporcionando los criterios técnicos para la evaluación de impactos ambientales y para la formulación de las medidas de prevención, mitigación, compensación y seguimiento que acompañarán el desarrollo del PS Altamirano durante todas sus etapas.

III.5.2 Descripción del componente abiótico

El componente abiótico de la Región Ecológica del PS Altamirano fue caracterizado mediante la recopilación y análisis de información cartográfica, estudios especializados, registros climatológicos, levantamientos de campo y fuentes oficiales, con el propósito de establecer la línea base del medio físico y comprender las condiciones naturales que determinan el funcionamiento del territorio donde se desarrollará el proyecto. La caracterización integró los principales elementos físicos y ambientales de la región, constituyendo la base para la evaluación de impactos ambientales y el diseño de las medidas de manejo propuestas.

El análisis comprendió las condiciones climáticas y meteorológicas de la Región Ecológica, incluyendo temperatura, precipitación, humedad relativa, evaporación, radiación solar y régimen de vientos, variables que influyen directamente en la dinámica de los ecosistemas y en el desempeño operativo del PS Altamirano. De manera complementaria, se evaluó la calidad del aire y el ambiente acústico regional, estableciendo las condiciones de referencia sobre las cuales se analizarán los posibles cambios asociados al desarrollo del proyecto.

En cuanto al medio físico, se caracterizaron la geología, la fisiografía, la geomorfología y la edafología, identificando las unidades geológicas, formas del relieve y tipos de suelo predominantes, así como sus características físicas y su aptitud para el establecimiento de la infraestructura proyectada. Asimismo, se analizaron la hidrología superficial y la hidrogeología, describiendo la red de drenaje, las cuencas, los escurrimientos superficiales y las condiciones de los acuíferos presentes en la Región Ecológica, información que permitió definir criterios para el manejo del recurso hídrico y el diseño de las obras de drenaje del proyecto.

Como parte de la caracterización del medio físico, también se evaluó el paisaje, considerando su estructura, calidad visual, capacidad de absorción y grado de transformación, con el fin de identificar las unidades paisajísticas presentes y analizar la relación entre los elementos naturales y las actividades antrópicas existentes en la región. Este análisis permitió establecer la sensibilidad visual del territorio y constituyó un insumo fundamental para la evaluación del impacto paisajístico asociado al desarrollo del PS Altamirano.

En conjunto, la caracterización del componente abiótico permitió establecer las condiciones físicas y ambientales predominantes de la Región Ecológica, identificar los elementos de mayor sensibilidad ambiental y proporcionar la información técnica necesaria para la evaluación de impactos ambientales y la definición de las medidas de prevención, mitigación, compensación y seguimiento que acompañarán el desarrollo del PS Altamirano durante todas sus etapas.

III.5.3 Descripción del componente socioeconómico

El componente socioeconómico de la Región Ecológica del PS Altamirano fue caracterizado mediante el análisis de información estadística oficial, instrumentos de planeación territorial, estudios especializados y recorridos de campo, con el propósito de establecer la línea base social y económica del área de influencia del proyecto. La caracterización permitió identificar las condiciones actuales de la población, la organización territorial, las actividades económicas, la infraestructura disponible y los principales elementos sociales que interactúan con el desarrollo del proyecto.

El análisis comprendió la dinámica demográfica de los municipios que conforman la Región Ecológica, evaluando la distribución de la población, su estructura por edad y sexo, el crecimiento poblacional y la conformación de las localidades urbanas y rurales. Asimismo, se analizaron las condiciones de vivienda, la cobertura y calidad de los servicios públicos, así como la disponibilidad de infraestructura básica, incluyendo abastecimiento de agua, drenaje, energía eléctrica, vías de comunicación y equipamientos comunitarios, elementos que permiten comprender las condiciones actuales del territorio y su capacidad para interactuar con el proyecto.

Como parte de la caracterización social, se evaluaron los indicadores de educación, salud, marginación, bienestar, seguridad y demás variables que describen las condiciones de vida de la población. De igual forma, se analizaron las principales actividades económicas de la región, destacando la importancia del sector agropecuario como actividad predominante, complementada por actividades comerciales, de servicios e industriales, las cuales constituyen la base del desarrollo económico local y regional.

El componente socioeconómico también consideró la organización del territorio, el uso actual del suelo, la infraestructura de transporte, la movilidad regional y la identificación de elementos de interés cultural y patrimonial, así como la presencia de localidades con población indígena y afromexicana previamente analizadas en el estudio. Esta información permitió comprender la interacción entre el proyecto y su entorno social, identificando los principales receptores de los impactos ambientales y sociales, así como los factores que deberán ser considerados durante la implementación de las medidas de manejo y del programa de gestión social.

En conjunto, la caracterización del componente socioeconómico permitió establecer las condiciones actuales del territorio desde una perspectiva social, económica y de infraestructura, proporcionando los elementos técnicos necesarios para la evaluación de impactos, la formulación de medidas de prevención, mitigación y compensación, y el fortalecimiento del relacionamiento con los actores del área de influencia del PS Altamirano durante todas las etapas del proyecto.

III.6 Diagnóstico ambiental

La caracterización ambiental de la superficie pretendida a ser ocupada por el desarrollo del proyecto se basó en identificar inicialmente el estado actual de los componentes ambientales susceptibles de ser impactados significativamente por la ejecución del proyecto, los cuales se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 10. Componentes ambientales susceptibles a presentar alguna modificación.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL
MEDIO FÍSICO	MEDIO ABIÓTICO	Agua	1. Cantidad
			2. Calidad
		Suelo	3. Calidad
			4. Estructura
		Aire	5. Calidad
			6. Ruido
		Paisaje	7. Visibilidad
			8. Calidad
			9. Alteración/fragilidad
	MEDIO BIÓTICO	Flora	10. Diversidad
			11. Abundancia
		Fauna	12. Hábitat
			13. Herpetofauna
			14. Aves

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL
			15. Quirópteros
			16. Mamíferos
			17. Especies vulnerables.
MEDIO SOCIOECONÓMICO	MEDIO SOCIOECONÓMICO		18. Actividades comerciales
			19. Generación de empleos

Para obtener el diagnóstico ambiental del área propuesta para el desarrollo del proyecto se utilizó la metodología propuesta por Batelle – Columbus. El método del Instituto Batelle – Columbus, es considerado uno de los mejores métodos cuantitativos que se han desarrollado para la evaluación de impactos ambientales. Su objetivo es la evaluación sistemática de los impactos de un proyecto mediante el empleo de indicadores homogéneos. Para el presente proyecto se consideraron 19 factores ambientales dentro de 7 componentes.

Para calcular el índice de calidad ambiental, el método sugiere el siguiente proceso:

- Cada factor ambiental se le asignó un valor de 1 si su calidad es óptima y el valor de 0 si su calidad es baja. De esta manera, se estableció los valores de calidad entre 0 y 1 y se planteó las subdivisiones como lo indica la siguiente tabla:

Tabla 11. Rango de calidad.

Nivel	Calidad
1	Optima
0.75	

Nivel	Calidad
0.5	Media
0.25	Baja
0	

- Cada factor representa una parte del componente ambiental, por lo que es importante disponer de un mecanismo en el que todos los factores se contemplen de manera conjunta y coherente. Con dicho fin a cada factor se le atribuye un "peso" o índice ponderado expresado en "Unidades de Importancia (UI)". Para la presente valoración se asignaron un total de 210 Unidades de Importancia.

- Para conocer de manera integral la calidad de cada parámetro de acuerdo con su importancia en el medio, se calcularon las "Unidades de Importancia Ambiental (UIA)" considerando como línea base el estado óptimo de los factores y, por lo tanto, el total de sus unidades de importancia.

La fórmula para calcular las Unidades de Importancia Ambiental es la siguiente:

$$UIA = (CA)i * X * (UI)i$$

Dónde:

UIA: Unidades de Importancia Ambiental

CA i: Valor de la calidad de cada parámetro

UIP i: Unidades de importancia de cada parámetro

- Para conocer de manera integral la calidad de los componentes ambientales, se calcularon las UIA de cada uno y se estimó su valoración en porcentaje respecto a la

- línea base. La línea base se consideró como el estado óptimo de los factores y por lo tanto el total de sus unidades de importancia.

La fórmula para calcular la Calidad del Componente es la siguiente:

$$Calidad\ del\ componente = \frac{(UIA\ del\ componente * 100)}{(UI\ del\ componente)}$$

- Los resultados de calidad del componente que se obtuvieron se calificaron con una escala cualitativa en porcentaje, según los rangos mínimos y máximos de lo que representa la calidad baja u óptima.

Tabla 12. Categorías de calidad.

Porcentaje (%)	Nivel	Calidad
81-100	5	Alta (optima)
61-80	4	Media-Alta
41-60	3	Media
21-40	2	Media-Baja
Menor al 20	1	Baja

Es muy importante resaltar que la situación actual de la región donde se pretende establecer el proyecto constituye la base sobre la que se realiza la construcción de los siguientes escenarios.

III.6.1 Descripción y análisis del diagnóstico ambiental

El diagnóstico ambiental de la Región Ecológica (RE) del Proyecto Solar Fotovoltaico PS Altamirano integra los resultados obtenidos durante la caracterización de los componentes abiótico, biótico, paisajístico y socioeconómico, permitiendo establecer el estado actual del sistema ambiental, identificar las principales presiones que actúan sobre el territorio y evaluar su capacidad para absorber las modificaciones derivadas del desarrollo del proyecto. Esta integración constituye la línea base ambiental sobre la cual se fundamenta la evaluación de impactos y la formulación de las medidas de prevención, mitigación, compensación y seguimiento propuestas para el PS Altamirano.

III.6.2 Síntesis e Interpretación del Medio Abiótico

La evaluación del medio abiótico evidencia que la Región Ecológica presenta condiciones físicas favorables para el establecimiento del PS Altamirano. El clima cálido subhúmedo, las condiciones de radiación solar y la topografía predominantemente plana constituyen factores que favorecen el desarrollo del proyecto y reducen la necesidad de intervenciones significativas sobre el terreno. Asimismo, la calidad del aire regional se mantiene en condiciones favorables, por lo que las principales acciones de manejo durante la construcción deberán orientarse al control de emisiones de material particulado y al manejo adecuado de las fuentes temporales de contaminación atmosférica.

Desde el punto de vista geológico y fisiográfico, la Región Ecológica corresponde a la Llanura Costera del Golfo Sur, caracterizada por depósitos sedimentarios recientes, relieve plano a suavemente ondulado y condiciones geotécnicas que permiten el desarrollo de infraestructura mediante la aplicación de criterios adecuados de diseño y construcción. No obstante, el análisis edafológico evidencia que gran parte del territorio presenta procesos de degradación física y química asociados principalmente a las actividades agrícolas y pecuarias desarrolladas históricamente en la región, situación que deberá ser considerada durante las etapas de construcción y operación mediante la implementación de medidas de conservación de suelos, control de erosión y manejo adecuado de la cobertura vegetal.

En relación con el recurso hídrico, la Región Ecológica forma parte de la Región Hidrológica Papaloapan, presentando una red de drenaje integrada por corrientes permanentes e intermitentes, así como importantes acuíferos regionales que abastecen las actividades productivas y los asentamientos humanos. Aunque el Área del Proyecto únicamente es atravesada por escurrimientos temporales, estos desempeñan un papel importante en la dinámica hidrológica local, razón por la cual el diseño del PS Altamirano incorpora criterios para la conservación de cauces, el manejo de escorrentías superficiales y la protección de los procesos naturales de infiltración y recarga.

El análisis del paisaje muestra que el entorno presenta una calidad visual baja y una fragilidad paisajística media a baja, debido al predominio de superficies agropecuarias, la homogeneidad del relieve y la capacidad del territorio para absorber modificaciones visuales. La baja altura de los módulos fotovoltaicos y la presencia de vegetación existente favorecen la integración visual del proyecto, limitando su percepción principalmente a distancias cortas y medias, mientras que a escala regional su incidencia sobre el paisaje resulta reducida. En conjunto, el diagnóstico del medio abiótico indica que las principales vulnerabilidades corresponden a la degradación del suelo, la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos extremos y la necesidad de preservar la dinámica hidrológica superficial; sin embargo, estas condiciones no constituyen restricciones para el desarrollo del proyecto, siempre que se implementen las medidas ambientales previstas.

III.6.3 Síntesis e Interpretación del Medio Biótico

La caracterización biológica evidencia que la Región Ecológica conserva una biodiversidad representativa del centro del estado de Veracruz, aunque inmersa en un paisaje ampliamente transformado por las actividades agropecuarias. Los inventarios de flora y fauna, complementados con el análisis de especies potenciales, permitieron identificar comunidades vegetales y faunísticas funcionales que mantienen procesos ecológicos importantes, particularmente en los remanentes de Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia, los cuales constituyen los principales elementos de conectividad ecológica dentro del territorio.

La evaluación florística demuestra que, aunque predominan especies nativas adaptadas a ambientes intervenidos, persisten elementos de interés para la conservación, incluyendo especies endémicas y comunidades vegetales con capacidad de regeneración natural. Asimismo, la ausencia de especies de flora incluidas en categorías de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 indica que las coberturas presentes corresponden principalmente a ecosistemas secundarios; sin embargo, estos remanentes mantienen un importante valor ecológico al proporcionar refugio, alimento y sitios de reproducción para la fauna silvestre.

En cuanto a la fauna, el diagnóstico confirma que las aves constituyen el grupo taxonómico predominante, seguidas por mamíferos, reptiles y anfibios, destacándose la mayor diversidad dentro de los fragmentos de vegetación secundaria respecto a los pastizales inducidos. La presencia de especies sujetas a protección especial, especies endémicas y especies incluidas en instrumentos internacionales de conservación demuestra la importancia ecológica de estos remanentes vegetales, los cuales deberán ser preservados mediante la aplicación de medidas específicas de manejo, evitando procesos adicionales de fragmentación y manteniendo la conectividad del paisaje. En términos generales, el componente biótico presenta un grado de resiliencia moderado, conservando comunidades funcionales a pesar de la transformación histórica del territorio, condición que favorece la implementación de estrategias de conservación y restauración durante el desarrollo del PS Altamirano.

III.6.4 Problemáticas ambientales en la región ecológica

El diagnóstico identifica como principal problemática ambiental la transformación histórica del uso del suelo, ocasionada por la expansión de las actividades agrícolas y pecuarias, que ha provocado la reducción de la vegetación original, la fragmentación del paisaje y la disminución de la conectividad ecológica. En los municipios que conforman la Región Ecológica predominan los pastizales inducidos y las áreas agrícolas, mientras que los remanentes de vegetación natural se concentran principalmente en zonas riparias y áreas con menor intervención antrópica.

A esta problemática se suman los procesos de degradación del suelo, la presión sobre los recursos hídricos derivada del uso agrícola, la modificación de los patrones naturales de escurrimiento y la vulnerabilidad del territorio frente a fenómenos hidrometeorológicos como tormentas tropicales, huracanes, inundaciones y sequías. No obstante, el análisis ambiental demuestra que el PS Altamirano se localiza fuera de áreas naturales protegidas, sitios RAMSAR y otras áreas con restricciones directas para el desarrollo del proyecto, manteniendo además distancias suficientes respecto de corredores biológicos, regiones prioritarias y ecosistemas de alta sensibilidad ambiental.

III.6.5 Conclusión

De manera integral, el diagnóstico ambiental evidencia que la Región Ecológica corresponde a un territorio con un alto grado de transformación antrópica, donde predominan actividades agropecuarias desarrolladas sobre un medio físico estable y con condiciones favorables para el aprovechamiento de la energía solar. A pesar de ello, el área conserva elementos ambientales relevantes, particularmente remanentes de vegetación secundaria, corredores asociados a cauces y comunidades de flora y fauna que mantienen procesos ecológicos fundamentales para la biodiversidad regional. En este contexto, el PS Altamirano fue diseñado considerando las condiciones ambientales del territorio e incorporando medidas de prevención, mitigación, compensación y seguimiento orientadas a conservar los recursos naturales, minimizar los impactos sobre los componentes ambientales de mayor sensibilidad y garantizar la viabilidad ambiental del proyecto durante todas sus etapas de desarrollo.

IV IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

La identificación de los impactos que se prevé serán generados por el Proyecto se realizó a través de dos metodologías diferentes que son complementarios entre sí con el objetivo de caracterizar y valorar los impactos derivados de las actividades del proyecto. Dichos métodos son:

- Matriz de relación Causa-Efecto de Leopold (Leopold, F.E.C, B.B.H., & J.R.B., 1971).
- Metodología de Evaluación de Impacto Ambiental de Fernández-Vítora (Fernández Vítora, 2010).

IV.1 Descripción de los impactos identificados

En este apartado se realiza la descripción de los impactos identificados, en donde se refleja el punto de vista del evaluador respecto a la afectación que tendrá el proyecto sobre el ambiente. Se hace la descripción de impactos identificados por componente ambiental respecto a la etapa en la que será visible a fin de evidenciar la diferencia de intensidad del impacto por etapa. De igual manera se describe la naturaleza del impacto, es decir, se

mencionan las características que vuelven vulnerable al factor debido a la realización del proyecto. Es importante mencionar que en el presente proyecto no se identificaron impactos críticos.

IV.1.1 Descripción de los impactos del componente agua

Para el componente agua se identificaron un total de cuatro posibles impactos, los cuales se describen en la siguiente tabla.

Tabla 13. Descripción de los impactos identificados para el componente agua.

COMPONENTE: AGUA	
Factor: Cantidad **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción y Operación	
Impacto: Disminución de la capacidad de infiltración	**Descripción:** Las actividades de despalme, nivelación del terreno, conformación de plataformas, construcción de caminos internos, cimentaciones e instalación de infraestructura generan modificaciones puntuales sobre las propiedades físicas del suelo, reduciendo parcialmente su capacidad natural de infiltración y favoreciendo un incremento localizado de la escorrentía superficial. Aunque el proyecto incorpora superficies ocupadas por infraestructura permanente, mantiene amplias áreas permeables entre las estructuras fotovoltaicas, permitiendo conservar parte del comportamiento hidrológico natural del sitio. Por esta razón, la alteración esperada sobre los procesos de infiltración será localizada y no modificará de manera significativa el balance hidrológico del área de influencia. Durante el reconocimiento de campo se verificó la existencia de escurrimientos superficiales que deberán mantenerse funcionales mediante el diseño e implementación de obras de drenaje acordes con la topografía del terreno, evitando la generación de procesos erosivos, encharcamientos o concentraciones anormales del flujo superficial. En consecuencia, el impacto fue clasificado como Moderado, debido a que la alteración es localizada, técnicamente controlable y susceptible de mitigación mediante criterios adecuados de diseño y manejo hidráulico.

COMPONENTE: AGUA	
	La valoración responde a una afectación de intensidad media, extensión puntual y persistencia asociada a la permanencia de la infraestructura; sin embargo, la conservación de áreas permeables y la implementación de obras de drenaje permiten mantener la funcionalidad hidrológica del sitio, limitando la magnitud del impacto.
Impacto: Incremento en la escorrentía	**Descripción:** Las actividades de preparación del sitio, nivelación del terreno, conformación de plataformas, construcción de caminos internos e instalación de infraestructura generan modificaciones parciales sobre la superficie del terreno que reducen la capacidad de infiltración en sectores específicos y favorecen el incremento del escurrimiento superficial durante los eventos de precipitación. El aumento de la escorrentía puede ocasionar una mayor concentración del flujo superficial, incrementando localmente el transporte de sedimentos, la erosión puntual y la acumulación de agua en zonas bajas cuando no se dispone de obras adecuadas para el manejo hidráulico del proyecto. Durante los recorridos de campo se identificó la presencia de escurrimientos superficiales activos y zonas donde el drenaje natural concentra el flujo de agua durante la temporada de lluvias. Estas condiciones hacen necesario conservar la funcionalidad hidráulica del sitio mediante un diseño adecuado de cunetas, obras de drenaje y estructuras de conducción que permitan mantener el comportamiento hidrológico existente. Considerando que el proyecto mantiene áreas permeables entre las estructuras fotovoltaicas y que incorpora obras destinadas al manejo de escurrimientos, el incremento esperado será localizado y técnicamente controlable, razón por la cual este impacto fue clasificado como Moderado. La valoración corresponde a un impacto de intensidad media, extensión localizada y persistencia asociada a la permanencia de la infraestructura. No obstante, la implementación de obras hidráulicas y el mantenimiento de superficies permeables permiten reducir

COMPONENTE: AGUA	
	significativamente la magnitud del incremento de la escorrentía superficial.
Factor: Calidad **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción y Abandono de sitio	
Impacto: Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	**Descripción:** Durante las actividades de preparación del sitio, construcción y abandono se generarán residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial provenientes de las actividades del personal, materiales de empaque, embalajes, excedentes de construcción y desmantelamiento de instalaciones temporales. Cuando estos residuos no son manejados adecuadamente pueden incorporarse al sistema de drenaje natural mediante procesos de escorrentía superficial, ocasionando deterioro temporal de la calidad del agua y obstrucción parcial de los escurrimientos. El reconocimiento de campo permitió identificar la presencia de escurrimientos naturales que deberán mantenerse libres de residuos para conservar su funcionamiento hidráulico y evitar procesos de contaminación localizada. Aunque el área del proyecto presenta una intervención previa derivada de actividades agropecuarias, el manejo adecuado de los residuos constituye una medida fundamental para impedir que el proyecto incremente las presiones ambientales existentes sobre el recurso hídrico. Debido a que este impacto puede prevenirse mediante buenas prácticas de manejo de residuos, almacenamiento temporal adecuado y disposición final mediante prestadores autorizados, la importancia del impacto fue clasificada como Moderada. La valoración considera que el impacto presenta una extensión localizada, duración temporal y alta posibilidad de prevención mediante procedimientos operativos adecuados. La presencia de

COMPONENTE: AGUA	
	escurrimientos naturales incrementa la sensibilidad del componente, justificando la aplicación permanente de medidas de control durante las actividades constructivas.
Impacto: Contaminación por residuos peligrosos	**Descripción:** La ejecución del proyecto requiere el uso de maquinaria pesada, vehículos, equipos auxiliares e infraestructura eléctrica cuyo funcionamiento demanda combustibles, aceites lubricantes, grasas y otros insumos potencialmente contaminantes. En consecuencia, durante las diferentes etapas del proyecto existe la posibilidad de que ocurran derrames accidentales asociados al abastecimiento de combustible, mantenimiento de equipos, sustitución de lubricantes o manejo inadecuado de recipientes que contengan sustancias peligrosas. La etapa de construcción concentra la mayor probabilidad de ocurrencia debido al incremento de maquinaria y frentes de trabajo; sin embargo, durante la operación y mantenimiento persiste un riesgo menor asociado principalmente al mantenimiento de transformadores, centros de transformación, subestación eléctrica y vehículos de supervisión. Los recorridos de campo permitieron corroborar la presencia de escurrimientos superficiales que mantienen el drenaje natural del área del proyecto. Aunque durante las visitas no se identificaron evidencias de contaminación, estos escurrimientos representan los principales receptores potenciales ante un derrame accidental, especialmente durante eventos de precipitación, cuando aumenta el transporte superficial de contaminantes.

COMPONENTE: AGUA	
	El área donde se desarrollará el proyecto presenta además un entorno predominantemente agropecuario con presencia de unidades avícolas y actividades pecuarias que constituyen presiones ambientales existentes. En este contexto, resulta prioritario evitar aportes adicionales de contaminantes que puedan incrementar los efectos acumulativos sobre el recurso hídrico. Considerando que el impacto depende principalmente de eventos accidentales y que puede prevenirse mediante procedimientos adecuados para el almacenamiento de sustancias peligrosas, mantenimiento preventivo de maquinaria, abastecimiento controlado de combustibles y respuesta inmediata ante contingencias, el impacto fue clasificado como Moderado dentro de la evaluación ambiental. La importancia del impacto corresponde a una categoría Moderada, debido a que presenta una baja probabilidad de ocurrencia bajo condiciones normales de operación, una extensión localizada y una recuperación inmediata cuando se aplican medidas de contención y limpieza. No obstante, la existencia de escurrimientos superficiales dentro del área del proyecto incrementa la sensibilidad del componente hídrico, justificando la implementación permanente de medidas preventivas y de control operacional.
Factor: Escorrentías **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción y Operación.	
Impacto: Modificación a los patrones de escurrimiento	La instalación de infraestructura, caminos internos, plataformas, cimentaciones y obras complementarias modifica parcialmente las condiciones naturales del terreno, alterando la dirección y velocidad del escurrimiento superficial durante eventos de lluvia. Estas modificaciones pueden generar concentraciones localizadas del flujo, incrementando el riesgo de erosión puntual, sedimentación o encharcamientos si no se implementan adecuadamente las obras de conducción hidráulica. Las observaciones realizadas durante los recorridos de campo confirmaron la presencia de escurrimientos superficiales activos dentro del área del proyecto, cuya conservación resulta fundamental para

COMPONENTE: AGUA	
	mantener el funcionamiento hidrológico del sitio. En consecuencia, el diseño del proyecto deberá respetar dichos patrones naturales mediante obras hidráulicas que permitan conducir el agua sin modificar significativamente la dinámica existente. Considerando que las modificaciones previstas son de carácter localizado y que el proyecto incorpora medidas de diseño orientadas a conservar el drenaje natural del terreno, este impacto fue valorado como Moderado. La valoración corresponde a una afectación de intensidad media y extensión localizada, cuya magnitud depende principalmente del diseño hidráulico del proyecto. La implementación de obras de drenaje, cunetas, alcantarillas y estructuras de conducción permite mantener la funcionalidad del sistema de escurrimientos, reduciendo la probabilidad de afectaciones permanentes.

IV.1.2 Descripción de los impactos del componente suelo

En el caso del componente suelo fueron identificados cinco posibles impactos, mismos que se describen en la siguiente tabla.

Tabla 14 Descripción de los impactos identificados para el componente suelo.

COMPONENTE: SUELO	
Factor: Calidad **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción y Abandono.	
Impacto: Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial	**Descripción:** Durante las actividades de preparación del sitio, construcción y abandono se generarán residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial provenientes del consumo del personal, materiales de empaque, embalajes, excedentes de materiales de construcción, madera, plásticos, cartón, residuos metálicos y demás materiales asociados a la ejecución de las obras. Cuando estos residuos no son manejados adecuadamente pueden acumularse directamente sobre la superficie del suelo, alterando

COMPONENTE: SUELO	
	temporalmente sus condiciones físicas, favoreciendo la incorporación de materiales extraños y generando focos de contaminación localizada. Asimismo, la permanencia prolongada de residuos puede afectar la calidad del suelo al modificar las condiciones naturales del terreno y facilitar el arrastre de materiales por acción del viento o de la escorrentía superficial. Durante los recorridos de campo no se identificaron evidencias de contaminación por residuos sólidos dentro del área del proyecto; sin embargo, considerando que el entorno corresponde a un paisaje predominantemente agropecuario donde las condiciones del suelo mantienen una función productiva y ecológica, resulta necesario evitar la generación de nuevas fuentes de contaminación derivadas de las actividades del proyecto. Debido a que la generación de estos residuos puede controlarse mediante procedimientos adecuados de separación, almacenamiento temporal, recolección periódica y disposición final con prestadores autorizados, el impacto fue clasificado como Moderado. La valoración corresponde a un impacto de intensidad media, extensión localizada y duración temporal, cuya ocurrencia depende directamente del manejo operativo de los residuos generados durante las diferentes etapas del proyecto. La implementación de buenas prácticas de gestión integral de residuos permite prevenir la contaminación del suelo y mantener el impacto dentro de una categoría moderada.
Impacto: Contaminación por residuos peligrosos o derrames	**Descripción:** La contaminación del suelo puede presentarse como consecuencia del derrame accidental de combustibles, aceites lubricantes, grasas, fluidos hidráulicos y demás sustancias peligrosas utilizadas para la operación y mantenimiento de maquinaria, vehículos e infraestructura eléctrica del proyecto. Asimismo, un manejo inadecuado de recipientes contaminados o residuos peligrosos podría ocasionar la incorporación de contaminantes a la matriz del suelo, modificando temporalmente sus características físicas y químicas.

COMPONENTE: SUELO	
	El riesgo es mayor durante la etapa de construcción debido al incremento de maquinaria pesada, actividades de abastecimiento de combustible y mantenimiento de equipos. Durante la operación y mantenimiento, la probabilidad disminuye considerablemente y queda asociada principalmente a las labores de conservación de la subestación eléctrica, centros de transformación y vehículos de supervisión. Las verificaciones realizadas durante el reconocimiento de campo no evidenciaron contaminación preexistente asociada al sitio del proyecto; sin embargo, las características del terreno permiten que un derrame no controlado pueda afectar localmente la calidad del suelo y, de manera indirecta, favorecer procesos de infiltración hacia horizontes inferiores. Dado que el impacto se encuentra asociado a eventos accidentales y puede prevenirse mediante procedimientos operativos adecuados, fue clasificado como Moderado. La valoración responde a una afectación puntual, de ocurrencia eventual y reversible mediante la aplicación inmediata de acciones de contención, recuperación del material contaminado y disposición adecuada de residuos. La existencia de procedimientos de manejo ambiental disminuye significativamente la probabilidad de afectación permanente.
Factor: Calidad **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción y Abandono de sitio	
Impacto: Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	**Descripción:** Durante las actividades de preparación del sitio, construcción y abandono se generarán residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial provenientes de las actividades del personal, materiales de empaque, embalajes, excedentes de construcción y desmantelamiento de instalaciones temporales. Cuando estos residuos no son manejados adecuadamente pueden incorporarse al sistema de drenaje natural mediante procesos de escorrentía superficial, ocasionando deterioro temporal de la calidad del agua y obstrucción parcial de los escurrimientos.

COMPONENTE: SUELO	
	El reconocimiento de campo permitió identificar la presencia de escurrimientos naturales que deberán mantenerse libres de residuos para conservar su funcionamiento hidráulico y evitar procesos de contaminación localizada. Aunque el área del proyecto presenta una intervención previa derivada de actividades agropecuarias, el manejo adecuado de los residuos constituye una medida fundamental para impedir que el proyecto incremente las presiones ambientales existentes sobre el recurso hídrico. Debido a que este impacto puede prevenirse mediante buenas prácticas de manejo de residuos, almacenamiento temporal adecuado y disposición final mediante prestadores autorizados, la importancia del impacto fue clasificada como Moderada. La valoración considera que el impacto presenta una extensión localizada, duración temporal y alta posibilidad de prevención mediante procedimientos operativos adecuados. La presencia de escurrimientos naturales incrementa la sensibilidad del componente, justificando la aplicación permanente de medidas de control durante las actividades constructivas.
Impacto: Contaminación por residuos peligrosos	**Descripción:** La contaminación del suelo puede presentarse como consecuencia del derrame accidental de combustibles, aceites lubricantes, grasas, fluidos hidráulicos y demás sustancias peligrosas utilizadas para la operación y mantenimiento de maquinaria, vehículos e infraestructura eléctrica del proyecto. Asimismo, un manejo inadecuado de recipientes contaminados o residuos peligrosos podría ocasionar la incorporación de contaminantes a la matriz del suelo, modificando temporalmente sus características físicas y químicas. El riesgo es mayor durante la etapa de construcción debido al incremento de maquinaria pesada, actividades de abastecimiento de combustible y mantenimiento de equipos. Durante la operación y mantenimiento, la probabilidad disminuye considerablemente y queda asociada principalmente a las labores de conservación de la

COMPONENTE: SUELO	
	subestación eléctrica, centros de transformación y vehículos de supervisión. Las verificaciones realizadas durante el reconocimiento de campo no evidenciaron contaminación preexistente asociada al sitio del proyecto; sin embargo, las características del terreno permiten que un derrame no controlado pueda afectar localmente la calidad del suelo y, de manera indirecta, favorecer procesos de infiltración hacia horizontes inferiores. Dado que el impacto se encuentra asociado a eventos accidentales y puede prevenirse mediante procedimientos operativos adecuados, fue clasificado como Moderado. La valoración responde a una afectación puntual, de ocurrencia eventual y reversible mediante la aplicación inmediata de acciones de contención, recuperación del material contaminado y disposición adecuada de residuos. La existencia de procedimientos de manejo ambiental disminuye significativamente la probabilidad de afectación permanente.
Factor: Estructura **Etapa (s):** Preparación del sitio y Construcción.	
Impacto: Compactación del suelo	**Descripción:** Las actividades de tránsito continuo de maquinaria pesada, circulación de vehículos de transporte, conformación de plataformas y habilitación de caminos internos producirán un incremento en la densidad aparente del suelo, reduciendo temporalmente su porosidad y capacidad de infiltración. Este proceso modifica las propiedades físicas del horizonte superficial, favoreciendo la disminución de la aireación y la capacidad natural de absorción del agua. La intensidad del impacto dependerá de la frecuencia de circulación de maquinaria y de la superficie efectivamente ocupada por las obras. Debido a que gran parte del terreno conservará áreas libres entre los arreglos fotovoltaicos y que las zonas de circulación estarán

COMPONENTE: SUELO	
	previamente definidas, la compactación se concentrará principalmente en áreas específicas del proyecto. Durante el reconocimiento de campo no se identificaron procesos de compactación severa previos ni limitaciones geotécnicas significativas, por lo que el impacto fue clasificado como Moderado. La afectación presenta una extensión localizada y una duración asociada al periodo constructivo, siendo susceptible de recuperación parcial mediante la descompactación natural y la restauración de las áreas temporalmente ocupadas.
Factor: Erosión **Etapa (s):** Preparación del sitio y Construcción.	
Impacto: Perdida de suelo por erosión hídrica	**Descripción:** La remoción de la cobertura vegetal y las actividades de movimiento de tierras incrementan la susceptibilidad del suelo a procesos de erosión hídrica durante eventos de precipitación, favoreciendo el desprendimiento y transporte de partículas hacia las zonas de menor pendiente y los escurrimientos superficiales identificados durante la caracterización ambiental. El reconocimiento de campo confirmó la presencia de escurrimientos superficiales activos dentro del área del proyecto, condición que incrementa la importancia de implementar medidas de control de escorrentías y estabilización del terreno para evitar pérdidas localizadas de suelo y el aporte de sedimentos hacia la red de drenaje natural. Aunque el sitio no presenta procesos erosivos severos previos al desarrollo del proyecto, la exposición temporal del suelo durante la construcción constituye el periodo de mayor vulnerabilidad para este tipo de afectación. Debido a que el impacto puede prevenirse mediante un manejo adecuado de drenajes, control de escorrentías y estabilización progresiva de las áreas intervenidas, fue clasificado como Moderado. La valoración considera una afectación temporal y localizada cuya magnitud depende principalmente de la intensidad de las

COMPONENTE: SUELO	
	precipitaciones, la pendiente del terreno y la duración de la exposición del suelo. La implementación de obras de drenaje y medidas de control de erosión permite mantener el impacto dentro de una categoría moderada.
Impacto: Perdida de suelo por erosión eólica	**Descripción:** Las actividades de despalme, remoción de la cobertura vegetal, nivelación del terreno y exposición temporal del suelo favorecen la pérdida de partículas finas por acción del viento, especialmente durante la temporada seca y en superficies que permanecen desprovistas de cobertura vegetal. Este proceso puede ocasionar la disminución localizada de la capa superficial del suelo, reduciendo parcialmente sus propiedades físicas y favoreciendo la dispersión de sedimentos hacia áreas adyacentes. La magnitud del impacto depende de la duración de la exposición del suelo, las condiciones meteorológicas predominantes y la superficie efectivamente intervenida. Durante los recorridos de campo no se identificaron evidencias de erosión eólica significativa; sin embargo, la remoción temporal de la vegetación incrementa la susceptibilidad del terreno mientras se ejecutan las actividades constructivas. Considerando que la afectación se concentra en áreas específicas del proyecto y puede controlarse mediante la estabilización progresiva de las superficies intervenidas y la reducción de áreas de suelo desnudo, este impacto fue clasificado como Moderado. La valoración corresponde a una afectación localizada y temporal, cuya intensidad depende de las condiciones climáticas y del tiempo de exposición del suelo. La implementación de medidas preventivas durante la construcción permite reducir significativamente la pérdida de partículas por acción del viento.
Factor: Erosión **Etapa (s):** Preparación del sitio y Construcción.	
Impacto:	**Descripción:**

COMPONENTE: SUELO	
Recuperación de condiciones físicas del suelo	Al término de la vida útil del proyecto, el retiro de la infraestructura y la implementación de las actividades de restauración permitirán mejorar progresivamente las condiciones físicas del suelo en aquellas áreas temporalmente intervenidas. Estas acciones favorecerán la estabilización superficial, disminuirán la susceptibilidad a procesos erosivos y facilitarán el restablecimiento de la cobertura vegetal compatible con las condiciones finales definidas para el sitio. La magnitud de este beneficio dependerá del cumplimiento de las actividades de abandono y restauración previstas en el proyecto, priorizando la recuperación de las áreas que no permanecerán ocupadas por infraestructura permanente. La recuperación del suelo constituye un impacto positivo de alcance localizado y efecto gradual, cuya magnitud depende directamente de la implementación de las medidas de restauración previstas para la etapa de abandono. Aunque representa una mejora ambiental respecto a las condiciones generadas durante la construcción, no compensa completamente la ocupación permanente asociada a la infraestructura del proyecto.

IV.1.3 Descripción de los impactos del componente aire

En el caso del componente aire se reconocieron tres posibles impactos enfocados a la calidad y ruido.

Tabla 15 Descripción de los impactos identificados para el componente aire

COMPONENTE: AIRE	
Factor: Calidad **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción y Abandono.	
Impacto: Generación de gases contaminantes	**Descripción:** La operación de maquinaria pesada, vehículos de transporte y equipos auxiliares genera emisiones de gases producto de la combustión interna, principalmente dióxido de carbono (CO_2), óxidos de nitrógeno

COMPONENTE: AIRE	
	(NO_x), monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos, cuya magnitud depende del número de equipos en funcionamiento y de su estado de mantenimiento. Durante la etapa constructiva se registra la mayor intensidad del impacto debido a la utilización simultánea de maquinaria y vehículos. En la etapa de operación las emisiones disminuyen considerablemente, limitándose a las actividades de mantenimiento preventivo, inspección y operación de vehículos de supervisión. Considerando que estas emisiones son temporales, dispersas y propias de las actividades normales de construcción, así como la ausencia de procesos industriales permanentes asociados al proyecto, el impacto fue clasificado como Moderado. La importancia asignada considera una emisión temporal, localizada y controlable mediante el mantenimiento adecuado de la maquinaria y la optimización de los tiempos de operación de los equipos.
Impacto: Generación de polvos y partículas suspendidas	**Descripción:** Las actividades de despalme, nivelación del terreno, excavaciones, conformación de caminos internos, transporte de materiales y circulación de maquinaria pesada favorecen la suspensión de partículas de suelo hacia la atmósfera, incrementando temporalmente la concentración de material particulado en el área de influencia inmediata del proyecto. La magnitud del impacto dependerá principalmente de las condiciones meteorológicas, del contenido de humedad del suelo, de la intensidad del tránsito vehicular y del número de frentes de trabajo activos. Durante periodos secos y con presencia de viento, la generación de polvo puede incrementarse, afectando de manera puntual la calidad del aire en las inmediaciones del proyecto. El reconocimiento de campo evidenció un entorno rural donde ya existe tránsito frecuente por caminos sin pavimentar y actividades agropecuarias que generan emisiones difusas de partículas; sin embargo, la contribución del proyecto será temporal y localizada, restringida principalmente al periodo constructivo.

COMPONENTE: AIRE	
	Considerando la naturaleza temporal del impacto y la posibilidad de controlarlo mediante medidas convencionales de manejo ambiental, éste fue clasificado como Moderado. La valoración corresponde a un impacto de intensidad media, duración temporal y extensión localizada. Su generación cesa una vez finalizan las actividades constructivas y puede reducirse significativamente mediante la aplicación de medidas preventivas orientadas al control de emisiones fugitivas.
Factor: Ruido **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento	
Impacto: Generación de ruido por maquinaria y/o camiones	**Descripción:** Las actividades de preparación del sitio y construcción generan un incremento temporal de los niveles de presión sonora como consecuencia de la operación simultánea de maquinaria pesada, equipos de construcción, vehículos de transporte y herramientas mecánicas. Durante la etapa de operación, las emisiones acústicas disminuyen significativamente, limitándose a las actividades de mantenimiento periódico y funcionamiento de la subestación eléctrica y equipos auxiliares. Las visitas de campo permitieron identificar que el entorno del proyecto presenta una influencia antrópica previa asociada a actividades agropecuarias y unidades avícolas, las cuales constituyen fuentes permanentes de ruido ambiental. En este contexto, el proyecto representa un incremento adicional de carácter temporal y localizado, sin modificar de manera significativa las condiciones acústicas regionales. Considerando la naturaleza temporal de las actividades constructivas y la posibilidad de controlar las emisiones mediante buenas prácticas operativas, el impacto fue clasificado como **Moderado**. La valoración responde a una afectación temporal, reversible y localizada, cuya intensidad disminuye progresivamente una vez concluyen las actividades constructivas. La existencia de fuentes de

COMPONENTE: AIRE	
	ruido preexistentes en el entorno reduce la magnitud relativa del incremento ocasionado por el proyecto

IV.1.4 Descripción de los impactos del componente paisaje

En el caso del componente paisaje se identificaron tres impactos, para los cuales se han considerado no solo las características actuales del área del proyecto, sino las características y necesidades constructivas que el propio proyecto tendrá en las diferentes etapas. En la siguiente tabla se presenta la descripción particular de cada impacto.

Tabla 16 Descripción de los impactos identificados para el componente paisaje

COMPONENTE: PAISAJE	
Factor: Visibilidad **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción y Operación.	
Impacto: Modificación en los patrones de visibilidad	**Descripción:** La instalación de módulos fotovoltaicos, estructuras metálicas, caminos internos, subestación eléctrica y línea de transmisión modificará los patrones de visibilidad existentes dentro del área del proyecto, incorporando nuevos elementos artificiales perceptibles desde diferentes puntos del entorno. Esta modificación será más evidente durante la etapa de construcción debido a la presencia simultánea de maquinaria, equipos y materiales, mientras que durante la operación la percepción visual estará dominada por la infraestructura permanente del PS Altamirano. Las condiciones observadas durante el reconocimiento de campo evidencian un paisaje rural previamente intervenido por actividades agropecuarias, infraestructura productiva y unidades avícolas, por lo que la incorporación del proyecto no representa la transformación de un paisaje completamente natural. Sin embargo, la infraestructura

COMPONENTE: PAISAJE	
	fotovoltaica generará una modificación permanente en la composición visual del área directamente ocupada. Considerando la permanencia de la infraestructura y la transformación visual del paisaje dentro del área directamente ocupada por el proyecto, este impacto fue clasificado como **Severo**. La valoración responde a la incorporación permanente de infraestructura visible dentro del paisaje rural existente. La magnitud del impacto se encuentra condicionada por la presencia de infraestructura previa y por la conservación de elementos naturales que reducen parcialmente el contraste visual generado por el proyecto.
Factor: Calidad **Etapa (s):** Preparación del sitio y Construcción.	
Impacto: Disminución de elementos bióticos del paisaje	**Descripción:** Las actividades de desmonte y preparación del sitio implican la remoción parcial de la vegetación secundaria presente dentro del polígono del proyecto, ocasionando la disminución de elementos bióticos que actualmente contribuyen a la calidad visual del paisaje. Esta modificación comprende principalmente la pérdida de cobertura vegetal, árboles aislados y algunos segmentos de corredores de vegetación, elementos que estructuran la composición escénica del entorno. Los recorridos de campo permitieron confirmar que la cobertura vegetal existente es superior a la identificada mediante interpretación cartográfica, predominando vegetación secundaria de selva baja caducifolia en distintos grados de sucesión. En consecuencia, la disminución de estos elementos representa una modificación perceptible de la calidad paisajística local. Considerando que parte de la vegetación permanecerá sin intervención y que el entorno mantiene una matriz predominantemente agropecuaria, la afectación se limita al área directamente ocupada por el proyecto.

COMPONENTE: PAISAJE	
	La valoración considera la pérdida localizada de elementos naturales que aportan diversidad visual al paisaje, particularmente la vegetación secundaria, árboles aislados y corredores vegetales identificados durante el trabajo de campo.
Factor: Alteración / Fragilidad **Etapa (s):** Construcción y Operación.	
Impacto: Presencia de elementos no naturales	**Descripción:** La construcción del PS Altamirano incorpora elementos de origen antrópico que modifican la configuración visual existente del paisaje mediante la instalación permanente de módulos fotovoltaicos, estructuras metálicas, subestación eléctrica, línea de transmisión y demás obras complementarias. Estos elementos constituyen nuevos componentes visuales dentro del entorno rural y modifican parcialmente la percepción del paisaje durante toda la vida útil del proyecto. Aunque el paisaje ya presenta infraestructura agropecuaria, caminos rurales y granjas avícolas, la incorporación del PS Altamirano incrementa la presencia de elementos artificiales visibles, modificando la naturalidad del sitio dentro del área directamente ocupada. La magnitud del impacto se encuentra limitada por el contexto previamente intervenido del área de influencia, La valoración responde al incremento permanente de infraestructura artificial dentro del paisaje, manteniendo coherencia con el grado de transformación previamente existente en el territorio y con la ocupación autorizada para el proyecto.
Factor: Recuperación **Etapa (s):** Abandono.	

COMPONENTE: PAISAJE	
Impacto: Recuperación de la calidad visual	**Descripción:** Al finalizar la vida útil del proyecto, el retiro de las instalaciones y la restauración de las áreas temporalmente intervenidas favorecerán la recuperación progresiva de la calidad visual del paisaje. Estas actividades permitirán disminuir la presencia de elementos artificiales y facilitar el restablecimiento gradual de la cobertura vegetal compatible con las condiciones finales del sitio. La recuperación se concentrará principalmente en las áreas utilizadas temporalmente durante la construcción y en aquellas superficies que no permanezcan ocupadas por infraestructura permanente hasta el cierre del proyecto. El alcance de este beneficio dependerá del cumplimiento de las actividades de abandono y restauración previstas en los programas ambientales. Este impacto corresponde al efecto positivo asociado a la recuperación gradual de las condiciones paisajísticas del área intervenida. La recuperación del paisaje constituye un beneficio progresivo y localizado que mejora parcialmente la percepción visual del sitio mediante el retiro de infraestructura temporal y la restauración de las áreas intervenidas.

IV.1.5 Descripción de los impactos del componente flora

En el caso del componente flora, de acuerdo con las características descritas dentro del Capítulo IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, fue posible identificar cuatro impactos, mismos que se describen en la siguiente tabla.

Tabla 17. Descripción de los impactos identificados para el componente flora. Tabla 18. Descripción de los impactos identificados para el componente flora.

COMPONENTE: FLORA
Factor: Diversidad **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción.

COMPONENTE: FLORA	
Impacto: Disminución de la riqueza específica	**Descripción:** Las actividades de preparación del sitio implican la remoción parcial de la vegetación existente para la instalación de módulos fotovoltaicos, caminos internos, subestación eléctrica y demás infraestructura del proyecto. Como consecuencia, se reducirá la riqueza específica dentro del área directamente intervenida debido a la eliminación de individuos pertenecientes a diferentes especies vegetales que actualmente conforman la vegetación secundaria presente en el sitio. Durante los recorridos de campo se confirmó que el predio presenta una cobertura vegetal más desarrollada que la identificada mediante información cartográfica, predominando Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia en diferentes grados de sucesión. Asimismo, la presencia de corredores de vegetación y árboles aislados aporta heterogeneidad florística al paisaje y favorece la conservación de diferentes especies vegetales propias de este ecosistema. Aunque la disminución de la riqueza específica se limita al área requerida para el proyecto y no representa la pérdida regional de especies, la presencia de especies incluidas en el Apéndice II de la CITES y de la especie endémica *Solanum houstonii* incrementa la sensibilidad ecológica del componente, justificando la implementación de medidas de rescate y manejo. La valoración responde a la disminución localizada de la riqueza florística dentro del área directamente intervenida. La afectación se limita al polígono del proyecto y puede reducirse parcialmente mediante la conservación de vegetación no intervenida y el rescate de individuos de interés ecológico.
Factor: Abundancia **Etapa (s):** Preparación del sitio y Construcción.	
Impacto: Disminución en la abundancia de los organismos	**Descripción:** La remoción de la vegetación ocasionará una reducción en el número de individuos presentes dentro del área directamente intervenida, disminuyendo la abundancia local de las especies vegetales que conforman la vegetación secundaria existente. Esta afectación será más

COMPONENTE: FLORA	
	evidente en las zonas destinadas a infraestructura permanente, donde la ocupación del suelo impedirá el restablecimiento inmediato de la cobertura vegetal original. Durante el reconocimiento de campo se observó que la vegetación presenta diferentes estados de sucesión ecológica, incluyendo árboles aislados y especies frutales que contribuyen a la estructura vegetal del sitio. Aunque la disminución en la abundancia se restringe al área de aprovechamiento, representa una modificación directa sobre la estructura de la comunidad vegetal existente. La valoración considera una disminución localizada en el número de individuos vegetales asociada exclusivamente al área requerida para el proyecto, sin representar una pérdida significativa de la abundancia a escala regional.
Factor: Regeneración **Etapa (s):** Preparación del sitio y Construcción.	
Impacto: Disminución en el banco de semillas	**Descripción:** Las actividades de despalme y remoción de la capa superficial del suelo ocasionan la pérdida parcial del banco de semillas presente en el horizonte orgánico, reduciendo temporalmente la capacidad natural de regeneración de la vegetación dentro de las áreas intervenidas. Esta afectación se concentra principalmente en las zonas donde se instalará infraestructura permanente y donde será necesario retirar la cobertura vegetal existente. El banco de semillas constituye un elemento fundamental para los procesos de regeneración natural de la vegetación secundaria de selva baja caducifolia. Por esta razón, la alteración de la capa superficial del suelo representa una disminución en el potencial de recuperación espontánea de la comunidad vegetal. La magnitud del impacto dependerá de la superficie finalmente intervenida y de las medidas de manejo implementadas para conservar, cuando sea técnicamente viable, el suelo orgánico retirado durante las actividades de preparación del sitio.

COMPONENTE: FLORA	
	La valoración considera una afectación localizada sobre la **c**apacidad de regeneración natural de la vegetación, asociada principalmente a la remoción del horizonte superficial del suelo y del banco de semillas contenido en él.
Factor: Recuperación **Etapa (s):** Abandono.	
Impacto: Recuperación de cobertura vegetal	**Descripción:** Al concluir la vida útil del proyecto, las actividades de abandono y restauración permitirán el restablecimiento gradual de la cobertura vegetal en las áreas temporalmente intervenidas, favoreciendo la recuperación progresiva de la estructura vegetal y de las funciones ecológicas asociadas. Estas acciones contribuirán a mejorar la conectividad del paisaje y a facilitar los procesos naturales de sucesión ecológica compatibles con las condiciones finales del sitio. La recuperación se concentrará en las áreas que no permanezcan ocupadas por infraestructura permanente y dependerá de la correcta implementación de las actividades de restauración previstas para el cierre del proyecto. La recuperación de la cobertura vegetal constituye un beneficio ambiental gradual que favorece el restablecimiento parcial de la estructura y composición de la vegetación en las áreas temporalmente intervenidas.

IV.1.6 Descripción de los impactos del componente fauna

Para el caso del componente fauna se identificaron un total de nueve posibles impactos, los cuales se describen con mayor detalle dentro de la siguiente tabla.

Tabla 19. Descripción de los impactos identificados para el componente fauna.

COMPONENTE: FAUNA	
Factor: Especies Vulnerables **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción.	
Impacto: Afectación a especies incluidas en la NOM-059- SEMARNAT-2010	**Descripción:** Las actividades de preparación del sitio representan el periodo de mayor sensibilidad para las especies de fauna incluidas en alguna categoría de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, debido a que implican el ingreso de maquinaria, apertura de áreas de trabajo, remoción de la cobertura vegetal y aumento de la presencia humana dentro del área de influencia directa del proyecto. Estas actividades pueden ocasionar la alteración de los sitios utilizados por las especies para refugio, alimentación, reproducción o desplazamiento, incrementando la probabilidad de afectaciones directas sobre individuos que permanezcan dentro del área al inicio de las obras. Durante los estudios de línea base y los recorridos de campo se confirmó la presencia de especies de fauna sujetas a protección especial, lo que evidencia la importancia ecológica del área y la necesidad de adoptar medidas preventivas antes del inicio de cualquier actividad de desmonte o movimiento de tierras. Aunque la mayor parte de estas especies presenta capacidad de desplazamiento hacia áreas adyacentes, algunos grupos, particularmente reptiles, anfibios y pequeños mamíferos, poseen una movilidad limitada y dependen estrechamente de la cobertura vegetal y de los microhábitats existentes para completar su ciclo de vida. Adicionalmente, se identificó que los corredores de vegetación asociados a los escurrimientos superficiales y los árboles aislados presentes dentro del polígono del proyecto funcionan como elementos de conectividad ecológica utilizados por diferentes especies protegidas para desplazarse entre fragmentos de vegetación. La intervención de estos elementos puede generar una disminución temporal en la disponibilidad de hábitat adecuado para dichas especies, particularmente durante la etapa constructiva.

COMPONENTE: FAUNA	
	La valoración responde a la sensibilidad ecológica de las especies protegidas registradas durante la caracterización ambiental y al riesgo de afectación directa durante las actividades iniciales del proyecto. No obstante, la disponibilidad de hábitats similares en el entorno, la movilidad de la mayoría de las especies y la implementación del Programa de Rescate y Reubicación de Fauna permiten reducir considerablemente la magnitud del impacto, manteniendo la categoría definida en la matriz de valoración
Factor: Diversidad **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción y Operación.	
Impacto: Disminución de la riqueza específica	**Descripción:** Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, la remoción parcial de la vegetación, el incremento de la actividad humana, la operación de maquinaria y la instalación de infraestructura generan modificaciones sobre las condiciones ambientales que actualmente favorecen la permanencia de diferentes especies de fauna silvestre, ocasionando una disminución localizada de la riqueza específica dentro del área directamente intervenida. La caracterización ambiental permitió establecer que el área del proyecto alberga una comunidad faunística asociada principalmente a la Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia, corredores de vegetación, árboles aislados y escurrimientos superficiales, elementos que proporcionan alimento, refugio y conectividad para aves, mamíferos, reptiles y anfibios. La modificación de estos elementos naturales reduce temporalmente la disponibilidad de recursos ecológicos y favorece el desplazamiento de algunas especies hacia zonas con menor nivel de perturbación. Es importante señalar que la disminución de la riqueza específica no implica la desaparición de especies dentro del área de influencia regional, sino una reducción localizada en el número de especies observadas dentro del polígono del proyecto durante las etapas de mayor intervención. La mayoría de las especies registradas presentan capacidad de desplazamiento hacia hábitats similares existentes en el

COMPONENTE: FAUNA	
	entorno, por lo que se espera que utilicen áreas adyacentes mientras concluyen las actividades constructivas. Durante la etapa de operación, la perturbación disminuye considerablemente debido al cese de las actividades de construcción y al establecimiento de condiciones más estables dentro del predio. En consecuencia, algunas especies podrán recolonizar progresivamente determinados sectores del proyecto, particularmente aquellas con mayor tolerancia a ambientes intervenidos y que aprovechan la vegetación remanente o las áreas abiertas existentes entre los arreglos fotovoltaicos. La magnitud del impacto dependerá de la superficie finalmente intervenida, del mantenimiento de corredores de vegetación funcionales y de la eficacia de las medidas de manejo implementadas durante la construcción. Debido a que el paisaje circundante conserva condiciones ambientales similares y mantiene conectividad ecológica suficiente para permitir el desplazamiento de la fauna, la disminución de la riqueza específica se considera de carácter localizado.
Factor: Modificación del Hábitat **Etapa (s):** Preparación del sitio y Construcción.	
Impacto: Eliminación de áreas de descanso, alimentación, reproducción, etc. de las especies.	**Descripción:** Las actividades de preparación del sitio constituyen la principal fuente de modificación del hábitat para la fauna silvestre, debido a que implican la remoción parcial de la Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia, árboles aislados y otros elementos naturales que actualmente proporcionan áreas utilizadas para descanso, alimentación, refugio, reproducción y desplazamiento de diversas especies presentes dentro del área del proyecto. Durante la caracterización ambiental se verificó que los corredores de vegetación asociados a escurrimientos superficiales desempeñan un papel fundamental como elementos de conectividad ecológica entre diferentes fragmentos del paisaje. Asimismo, los árboles aislados constituyen sitios de perchado para aves, refugio para pequeños mamíferos y reptiles, además de aportar recursos alimenticios

COMPONENTE: FAUNA	
	mediante la producción de flores, frutos y semillas. La eliminación parcial de estos elementos reducirá temporalmente la disponibilidad de microhábitats dentro del polígono directamente intervenido. La pérdida de estas áreas no implica únicamente la remoción física de vegetación, sino también la modificación de las relaciones ecológicas que mantienen las especies con su entorno. Algunas aves modificarán los sitios utilizados para descanso y nidificación; pequeños mamíferos cambiarán sus rutas habituales de desplazamiento; mientras que reptiles y anfibios perderán refugios asociados a la hojarasca, troncos caídos o vegetación densa. No obstante, las observaciones de campo permitieron confirmar que el paisaje circundante conserva remanentes de vegetación con características similares, lo cual permitirá que gran parte de la fauna utilice áreas adyacentes mientras se estabilizan las condiciones del proyecto. Esta disponibilidad de hábitats alternativos constituye uno de los principales factores considerados durante la valoración del impacto. Adicionalmente, la aplicación del Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre previo al inicio del desmonte disminuirá la probabilidad de afectaciones directas sobre individuos de movilidad limitada y facilitará su traslado hacia zonas ambientalmente adecuadas
Impacto: Modificación en los patrones de comportamiento de algunas especies	**Descripción:** La presencia continua de personal, el tránsito de maquinaria, la generación de ruido, las vibraciones asociadas a las actividades constructivas y la incorporación de infraestructura permanente modifican las condiciones ambientales bajo las cuales las especies de fauna desarrollan sus actividades cotidianas. Estas alteraciones pueden producir cambios en los patrones de comportamiento relacionados con la alimentación, el descanso, la reproducción, la comunicación y el desplazamiento de diferentes grupos faunísticos. Durante la etapa de construcción se espera que la perturbación sea mayor debido al incremento de las actividades humanas dentro del área de influencia directa. En estas condiciones, muchas especies

COMPONENTE: FAUNA	
	tenderán a reducir el tiempo de permanencia dentro del polígono del proyecto, modificar sus horarios de actividad o utilizar rutas alternativas para evitar las zonas con mayor nivel de perturbación. Este comportamiento constituye una respuesta adaptativa común frente a disturbios temporales y no necesariamente implica una disminución permanente de las poblaciones. Durante la etapa de operación, las condiciones de perturbación disminuyen considerablemente al cesar las actividades constructivas. La presencia permanente de la infraestructura puede generar procesos graduales de adaptación por parte de algunas especies, particularmente aquellas con mayor tolerancia a ambientes modificados. En consecuencia, es probable que determinados grupos faunísticos vuelvan a utilizar parcialmente el área del proyecto, aunque con cambios en la intensidad de uso y en la distribución espacial de sus actividades. Es importante señalar que la modificación del comportamiento no implica necesariamente una afectación permanente sobre la viabilidad de las poblaciones presentes en el área de influencia. La disponibilidad de hábitats alternativos, la permanencia de corredores ecológicos y la implementación de medidas de manejo ambiental permiten reducir la magnitud de este efecto y favorecen la adaptación progresiva de la fauna a las nuevas condiciones del entorno.
Impacto: Efecto barrera	**Descripción:** La instalación permanente del PS Altamirano introduce nuevos elementos físicos dentro del paisaje que pueden modificar parcialmente la conectividad funcional utilizada por diferentes especies de fauna durante sus desplazamientos. La presencia de módulos fotovoltaicos, cercado perimetral, caminos internos, subestación eléctrica y demás infraestructura asociada puede actuar como una barrera física o comportamental para determinados grupos faunísticos, especialmente aquellos con menor capacidad de movilidad o mayor sensibilidad a la presencia humana.

COMPONENTE: FAUNA	
	El efecto barrera no implica necesariamente la interrupción absoluta del desplazamiento de la fauna, sino la modificación de las rutas utilizadas para acceder a zonas de alimentación, refugio o reproducción. Durante la caracterización ambiental se identificó que la conectividad del paisaje depende principalmente de los corredores de vegetación asociados a escurrimientos superficiales y de los árboles aislados distribuidos dentro del área de influencia. La conservación de estos elementos resulta fundamental para mantener la funcionalidad ecológica del territorio. La magnitud del efecto varía considerablemente entre grupos biológicos. Las aves presentan una mayor capacidad para superar obstáculos físicos mediante el vuelo, mientras que reptiles, anfibios y pequeños mamíferos pueden experimentar mayores restricciones cuando existen cercados continuos o una ocupación intensiva del terreno. Por esta razón, el análisis del impacto considera las diferencias ecológicas entre los distintos grupos de fauna presentes en el área del proyecto. La valoración responde a una modificación localizada de la conectividad funcional del paisaje ocasionada por la incorporación de infraestructura permanente. La permanencia de corredores ecológicos en el entorno y la capacidad de desplazamiento de la mayoría de las especies registradas permiten reducir la magnitud del impacto respecto a escenarios con mayor grado de fragmentación.
Factor: Mortalidad **Etapa (s):** Construcción y Operación	
Impacto: Mortalidad por atropellamiento	**Descripción:** Durante las etapas de construcción y operación, el tránsito de maquinaria pesada, vehículos de transporte y unidades de supervisión incrementa el riesgo de atropellamiento de fauna silvestre, principalmente sobre aquellas especies con baja capacidad de desplazamiento como reptiles, anfibios y pequeños mamíferos. Este riesgo es mayor en los caminos internos del proyecto y en las zonas

COMPONENTE: FAUNA	
	donde la fauna utiliza los escurrimientos superficiales y corredores de vegetación para movilizarse entre diferentes áreas del paisaje. La probabilidad de ocurrencia dependerá de la intensidad del tránsito vehicular, la velocidad de circulación y la frecuencia con la que las especies crucen las vías internas. Durante la construcción el riesgo será mayor debido al incremento de vehículos y maquinaria; mientras que en la operación disminuirá considerablemente al limitarse las actividades al mantenimiento periódico del parque. Considerando que el proyecto contará con velocidades controladas de circulación y medidas orientadas a reducir la interacción entre vehículos y fauna, el impacto se evalúa como Moderado.
Impacto: Mortalidad por colisión	**Descripción:** La infraestructura permanente del proyecto, particularmente la línea de transmisión, los apoyos eléctricos y, en menor medida, algunos elementos del PS Altamirano representan un riesgo potencial de colisión para determinadas especies de aves que utilizan el área como zona de desplazamiento, alimentación o descanso. La probabilidad de ocurrencia depende de las rutas de vuelo utilizadas por la avifauna, de la visibilidad de la infraestructura y de las características propias de cada especie. Durante la caracterización ambiental se identificó que los corredores de vegetación y los árboles aislados presentes en el área funcionan como sitios de perchado y referencia para diversas especies de aves. La incorporación de nuevos elementos verticales dentro del paisaje puede modificar estas rutas de vuelo e incrementar el riesgo de colisión, principalmente durante los desplazamientos entre áreas de alimentación y refugio. Aunque la afectación esperada es localizada y de baja frecuencia, corresponde a un impacto permanente mientras la infraestructura permanezca en operación. La valoración considera un impacto permanente con baja probabilidad de ocurrencia, cuya magnitud depende principalmente de la interacción de las aves con la infraestructura instalada

COMPONENTE: FAUNA	
Impacto: Mortalidad por electrocución	**Descripción:** La infraestructura eléctrica asociada al proyecto, principalmente la línea de transmisión, estructuras de soporte y subestación elevadora, puede representar un riesgo potencial de electrocución para algunas especies de aves que utilizan estos elementos como sitios de perchado o descanso. A diferencia de la colisión, este impacto se produce por el contacto simultáneo del ave con elementos energizados o con partes conductoras de la infraestructura eléctrica. La valoración responde a un riesgo permanente asociado exclusivamente a la infraestructura eléctrica del proyecto. La aplicación de medidas preventivas desde el diseño y el seguimiento mediante monitoreo permiten mantener la magnitud del impacto dentro de la categoría definida en la matriz.
Factor: Recuperación **Etapa (s):** Construcción y Operación	
Impacto: Recuperación progresiva del hábitat	**Descripción:** Al finalizar la vida útil del proyecto, el retiro de la infraestructura y la implementación de las actividades de abandono permitirán la recuperación gradual de las áreas temporalmente intervenidas, favoreciendo el restablecimiento de condiciones que faciliten nuevamente el uso del sitio por parte de la fauna silvestre. Este proceso estará asociado principalmente a la restauración de la cobertura vegetal, la estabilización del suelo y la eliminación de elementos temporales utilizados durante la construcción y operación. La recuperación del hábitat favorecerá progresivamente el retorno de especies que utilizan la vegetación como fuente de alimento, refugio o sitio de reproducción. Asimismo, permitirá mejorar la conectividad ecológica del paisaje mediante el restablecimiento de áreas con vegetación compatible con las condiciones naturales del entorno. La valoración corresponde a un impacto positivo asociado a la recuperación progresiva de las funciones ecológicas del hábitat en las áreas temporalmente intervenidas. Aunque la restauración no reproduce de manera inmediata las condiciones originales del

COMPONENTE: FAUNA	
	ecosistema, sí favorece el restablecimiento gradual de la cobertura vegetal, la conectividad del paisaje y la disponibilidad de refugio y alimento para la fauna silvestre.

IV.1.7 Descripción de los impactos del componente socioeconómico

En el caso del componente socioeconómico se identificaron En términos generales, el proyecto generará impactos positivos asociados a la creación temporal de empleo, el fortalecimiento de la economía local y la demanda de bienes y servicios durante la construcción. Los impactos negativos corresponden principalmente al incremento temporal del tránsito vehicular y a las molestias puntuales derivadas de las actividades constructivas, los cuales presentan un carácter localizado, temporal y susceptible de manejo, cuales se describen dentro de la siguiente tabla.

Tabla 20. Descripción de los impactos identificados para el componente socioeconómico.

COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO	
Factor: Actividades Comerciales **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción y Operación.	
Impacto: Derrama económica por bienes o servicios	**Descripción:** La ejecución del proyecto incrementará temporalmente la demanda de bienes y servicios requeridos para el desarrollo de las diferentes actividades constructivas, favoreciendo la participación de establecimientos comerciales y prestadores de servicios ubicados en el área de influencia. Entre los principales sectores beneficiados se encuentran los servicios de transporte, hospedaje, alimentación, suministro de combustibles, renta de maquinaria, ferreterías, talleres, materiales de construcción y demás proveedores necesarios para la ejecución del parque fotovoltaico. La mayor derrama económica se concentrará durante la etapa constructiva, cuando el volumen de contratación de servicios y

COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO	
	adquisición de insumos alcanza su máximo nivel. Aunque durante la operación esta demanda disminuye considerablemente, continuará existiendo una contratación periódica de servicios asociados al mantenimiento y funcionamiento del proyecto. En el área de influencia del proyecto se identificó la presencia de comunidades indígenas cuya dinámica económica mantiene vínculos con actividades agropecuarias, comerciales y de prestación de servicios desarrolladas en el territorio. En este contexto, la contratación de bienes y servicios locales podrá representar un beneficio económico temporal para diferentes actores del área de influencia, procurando que estos procesos se desarrollen de manera transparente, equitativa y respetando las formas de organización comunitaria existentes. Los mecanismos específicos de relacionamiento y participación serán desarrollados como parte de las estrategias contenidas en la Manifestación de Impacto Social del Sector Eléctrico (MISSE). Sin embargo, desde el punto de vista del presente estudio su valoración es Moderada.
Factor: Generación de empleos **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción y Operación.	
Impacto: Generación de empleos directos e indirectos	**Descripción:** La construcción del parque fotovoltaico requerirá personal para actividades de preparación del sitio, obras civiles, montaje electromecánico, instalación de módulos fotovoltaicos, obras eléctricas, supervisión ambiental, seguridad industrial y servicios de apoyo. La incorporación de mano de obra local constituye una oportunidad para fortalecer la participación de la población del área de influencia, incluyendo integrantes de comunidades indígenas que cumplan con los perfiles requeridos por el proyecto, favoreciendo la distribución de los beneficios económicos derivados de la etapa constructiva, siempre bajo criterios de igualdad de oportunidades y conforme a los procedimientos de contratación establecidos por el promovente.

COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO	
	Adicionalmente, la contratación de empresas de apoyo y proveedores locales contribuirá a la generación de empleos indirectos asociados al transporte, alimentación, hospedaje y otros servicios complementarios.
Factor: Demanda de infraestructura y servicios **Etapa (s):** Preparación del sitio y Construcción.	
Impacto: Incremento de demanda sobre servicios e infraestructura local	**Descripción:** El desarrollo del proyecto incrementará temporalmente la utilización de la infraestructura y de los servicios disponibles en el área de influencia, particularmente aquellos relacionados con el transporte, alojamiento, alimentación, abastecimiento de combustibles, suministro de materiales y demás servicios requeridos para el desarrollo de las actividades constructivas. Asimismo, el aumento en la circulación de personal y vehículos puede generar una mayor demanda sobre la infraestructura vial utilizada para acceder al proyecto. Este incremento corresponde a una condición temporal propia de la etapa constructiva y disminuirá progresivamente una vez concluyan las obras. La capacidad instalada de los servicios existentes permite atender esta demanda sin que se prevean afectaciones permanentes sobre la infraestructura local.
Factor: Riesgo Ocupacional **Etapa (s):** Preparación del sitio y Construcción.	
Impacto: Incremento de riesgos laborales	**Descripción:** Las diferentes etapas del proyecto implican la ejecución de actividades que pueden incrementar la exposición de los trabajadores a riesgos laborales asociados al movimiento de maquinaria, trabajos en altura, manipulación de equipos, actividades eléctricas, circulación de vehículos y condiciones ambientales propias del sitio. La magnitud del riesgo dependerá del tipo de actividad desarrollada y del cumplimiento de las medidas de seguridad implementadas durante la ejecución del proyecto.

COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO	
	El incremento del riesgo ocupacional es inherente al desarrollo de proyectos de infraestructura; sin embargo, puede reducirse significativamente mediante la aplicación de procedimientos de trabajo seguro, capacitación permanente del personal, uso adecuado de elementos de protección personal y supervisión continua del cumplimiento de las normas de seguridad y salud en el trabajo. La valoración corresponde a un riesgo controlable mediante la implementación de medidas preventivas y procedimientos operativos de seguridad durante todas las etapas del proyecto.

IV.2 ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

IV.2.1 Fichas de las líneas estratégicas de las medidas de mitigación

En este apartado se presentan las medidas de mitigación a considerarse durante las distintas etapas de desarrollo del proyecto, las cuales se presentarán mediante fichas técnicas donde se indica el componente, el factor, el impacto, la medida, así como los indicadores de realización y seguimiento de acuerdo con las acciones a ejecutar.

Las medidas de mitigación se presentan de acuerdo con el componente ambiental afectado.

IV.2.2 Medidas ambientales para el componente agua

Medida 1

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA	
FACTOR AMBIENTAL: CANTIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio y construcción	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Áreas autorizadas para preparación del sitio, caminos internos, áreas de maniobra, zonas de almacenamiento temporal y frentes de trabajo del Proyecto PS Altamirano.	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Disminución en la capacidad de infiltración
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención y mitigación
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, las actividades de despalme, nivelación, habilitación de caminos internos, conformación de áreas de trabajo y tránsito de maquinaria pueden modificar las propiedades físicas del suelo, favoreciendo procesos de compactación y reduciendo su capacidad natural de infiltración. Como consecuencia, puede incrementarse el escurrimiento superficial y alterarse localmente la dinámica hidrológica dentro del área intervenida.	
Objetivo de la medida	
Prevenir la disminución de la capacidad de infiltración mediante el control de las superficies intervenidas y la adecuada planificación de las actividades constructivas, favoreciendo el mantenimiento de las condiciones de regulación hídrica del área del proyecto.	
Descripción técnica de la medida	
Previo al inicio de las actividades, se delimitarán físicamente las áreas autorizadas para la ejecución de las obras, incluyendo caminos internos, áreas de maniobra, zonas de almacenamiento temporal y frentes de trabajo, con el propósito de evitar intervenciones fuera del polígono aprobado. **Durante la ejecución de las obra**s, la circulación de maquinaria, equipos y vehículos se realizará exclusivamente sobre accesos y áreas previamente definidas. Las actividades de despalme, nivelación y conformación del terreno se limitarán a las superficies requeridas por el diseño del proyecto, procurando conservar las condiciones naturales del suelo en áreas no sujetas a intervención.	

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA
Al finalizar las actividades temporales, las áreas utilizadas serán liberadas para permitir su recuperación natural o la aplicación de las medidas de restauración que correspondan conforme al Programa de Vigilancia Ambiental.
Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Meta	Medida de verificación
Superficie intervenida respecto a la superficie autorizada.	100 % de las actividades dentro del polígono autorizado.	Planos de obra, registros de supervisión ambiental y evidencia fotográfica.
Intervenciones identificadas fuera del polígono autorizado.	0 eventos.	Bitácoras ambientales y registros fotográficos.

Forma de supervisión y cumplimiento

1. La supervisión del cumplimiento estará a cargo del Supervisor Ambiental (SA) asignado, quien deberá corroborar la ubicación y dimensión de las infraestructuras que requieran el sellamiento total del suelo.
2. El SA realizará recorridos de verificación donde se corrobore la ubicación y dimensión de los caminos y áreas que sea necesario compactar.
3. La evidencia de cumplimiento como bitácoras y fotografías se deberán presentar de manera periódica durante los informes del PVA que serán presentados a la autoridad.

Informes de cumplimiento

El reporte de cumplimiento de esta medida se presentará dentro del Informe de Cumplimiento del PVA que se presentará de manera anual.

Medida 2

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA
FACTOR AMBIENTAL: CANTIDAD
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio y construcción
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Áreas de intervención del proyecto, caminos internos, zonas con modificación de cobertura vegetal y superficies asociadas a infraestructura.
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA	
Impactos al que va dirigido la acción	Incremento en la escorrentía superficial y Modificación a los patrones de escurrimiento
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención y mitigación
Efectividad esperada	Alta

Descripción del Impacto

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, la modificación de la cobertura superficial del terreno, las actividades de nivelación, adecuación de caminos internos y presencia de infraestructura pueden modificar las condiciones naturales de infiltración y favorecer un incremento del volumen y velocidad del escurrimiento superficial. Estos cambios podrían generar modificaciones locales en la dinámica hidrológica del área del proyecto.

Objetivo de la medida

Prevenir y minimizar el incremento de la escorrentía superficial mediante la conservación de los patrones naturales de drenaje, el control de las áreas intervenidas y la implementación de prácticas constructivas orientadas a mantener la dinámica hídrica del sitio.

Descripción técnica de la medida

Previo al inicio de actividades

Se identificarán las zonas de escurrimiento superficial existentes dentro del área del proyecto con el propósito de considerarlas durante la planificación y ejecución de las actividades constructivas.

Las áreas autorizadas de intervención serán delimitadas para evitar modificaciones innecesarias sobre zonas no contempladas dentro del diseño del proyecto.

Durante la construcción

Se conservará, en la medida de lo técnicamente posible, la continuidad de los escurrimientos naturales existentes, evitando la obstrucción por:

- acumulación de material;
- residuos;
- almacenamiento temporal de equipos;
- movimientos innecesarios de suelo.

Los caminos internos y áreas intervenidas deberán mantener condiciones que permitan el flujo adecuado del agua superficial, evitando generar barreras artificiales o concentraciones de escorrentía que puedan favorecer procesos erosivos.

Cuando se requiera, se implementarán acciones de manejo como adecuación de pendientes, limpieza de zonas de flujo o estructuras contempladas dentro del diseño hidráulico del proyecto.

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA
Durante operación y mantenimiento Se verificará la funcionalidad de las áreas destinadas al manejo del agua pluvial, manteniendo libres de obstrucciones los escurrimientos y elementos asociados al control hidráulico.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Meta	Medida de verificación
Escurrimientos o elementos de manejo pluvial conservados y funcionales dentro del área del proyecto.	Mantener la continuidad del flujo superficial en las áreas intervenidas.	Recorridos de supervisión ambiental, registros fotográficos y reportes de mantenimiento cuando aplique.
Eventos de obstrucción de escurrimientos naturales asociados a las actividades del proyecto.	0 eventos atribuibles al desarrollo de las actividades.	Bitácoras ambientales y evidencia fotográfica.

Forma de supervisión y cumplimiento

1. Durante las etapas de construcción y operación, el Responsable Ambiental verificará que las actividades del proyecto no generen obstrucciones sobre los patrones de escurrimiento superficial identificados y que las medidas implementadas para el manejo del agua pluvial mantengan su funcionalidad.
2. La supervisión incluirá la revisión visual de las áreas intervenidas, caminos internos y zonas donde se concentren flujos superficiales, verificando la ausencia de acumulaciones anómalas de agua, erosión localizada o bloqueo de escurrimientos.

Informes de cumplimiento

El seguimiento de la presente medida será integrado en los informes del Programa de Vigilancia Ambiental, incluyendo la condición de las áreas de escurrimiento, resultados de los indicadores establecidos y evidencia documental y fotográfica generada durante las actividades de supervisión. PVA que se presentará de manera anual.

Medida 3

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO
FACTOR AMBIENTAL: CANTIDAD

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Frentes de trabajo, áreas temporales de almacenamiento, zonas de mantenimiento y áreas operativas.	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Contaminación del agua por residuos sólidos urbanos y de manejo especial/ Contaminación del suelo por residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención y mitigación
Efectividad esperada	Alta

Descripción del Impacto

Durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento se generarán residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial derivados de las actividades del personal, embalajes de materiales, instalación de equipos y actividades propias del proyecto. Un manejo inadecuado de estos residuos podría ocasionar su dispersión, acumulación en áreas no autorizadas o arrastre por escorrentía superficial, generando afectaciones potenciales sobre la calidad del agua superficial y las condiciones ambientales del área.

Objetivo de la medida

Prevenir y minimizar la contaminación del agua y del suelo ocasionada por la generación de residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial, mediante la implementación del **Programa de Manejo Integral de Residuos**, el cual establecerá las acciones para la separación, identificación, almacenamiento temporal, manejo, recolección, transporte y disposición final de los residuos generados durante todas las etapas del PS Altamirano.

Descripción técnica de la medida

Previo al inicio

- Elaborar e implementar el **Programa de Manejo Integral de Residuos**.
- Identificar los tipos de residuos que serán generados durante cada etapa del proyecto.
- Definir las áreas destinadas para el almacenamiento temporal de residuos.
- Capacitar al personal sobre la correcta segregación y manejo de residuos.

Durante la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento

- Implementar la separación de residuos en la fuente conforme a su clasificación.

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO

- Mantener identificadas y señalizadas las áreas de almacenamiento temporal.
- Garantizar el almacenamiento seguro de los residuos conforme a sus características.
- Gestionar la recolección, transporte y disposición final mediante prestadores de servicios autorizados.
- Mantener los registros de generación, manejo y disposición final de residuos.
- Verificar periódicamente el cumplimiento del Programa de Manejo Integral de Residuos.

Las actividades a las que se les asignará un índice de seguimiento son las siguientes:

1. Relación entre número de contenedores existentes debidamente identificados (por tipo de residuos) / número de contenedores existentes. Los contendores deberán estar señalados con la iconografía propuesta por SEMARNAT en su "Guía de diseño para la identificación gráfica del manejo integral de residuos sólidos urbanos".



Figura. Iconografía de clasificación de RSU. Fuente: SEMARNAT

2. Número de anuncios colocados en los que se indique "Se prohíbe tirar residuos", con el objetivo de que estos no escurran y se contaminen los escurrimientos. Lo mismo sucederá con los residuos peligrosos y materiales pétreos.
3. Contar con procedimientos para el manejo y disposición final de residuos generados durante el desarrollo del proyecto que permitan dar el seguimiento y vigilancia adecuados para el cumplimiento de las disposiciones normativas establecidas en la legislación ambiental vigente, con el fin de evitar la generación de fauna nociva.
4. Bitácoras de disposición de residuos.
5. Superficie del proyecto sin residuos.
6. Número de talleres impartidos sobre capacitación y sensibilización sobre el manejo y disposición de residuos.

*__NOM-083-SEMARNAT-2003__ (Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial).

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO			
Indicadores de realización y seguimiento			
Indicador	**Fórmula / Evaluación**	**Meta**	**Medida de verificación**
Cumplimiento del Programa de Manejo Integral de Residuos	(Actividades ejecutadas / Actividades programadas) × 100	Mantener infraestructura disponible durante las etapas aplicables	Informes ambientales y listas de verificación
Segregación adecuada de residuos	(Puntos de separación conformes / Puntos inspeccionados) × 100	≥95 %	Inspecciones ambientales
Disposición adecuada de residuos	(Residuos entregados a gestor autorizado / Residuos generados que requieren gestión externa) × 100	100 %	Manifiestos, comprobantes y certificados
Capacitación del personal	(Personal capacitado / Personal programado) × 100	100 %	Registros de capacitación
Forma de supervisión y cumplimiento			
1. Durante las diferentes etapas del proyecto, el Responsable Ambiental verificará las condiciones de manejo de los residuos generados, incluyendo la correcta separación, almacenamiento temporal, limpieza de las áreas de trabajo y retiro oportuno de los residuos. 2. La verificación se realizará mediante recorridos en las áreas operativas, revisión de los sitios destinados al almacenamiento temporal y seguimiento documental de la gestión realizada, con el fin de comprobar que los residuos no representen una fuente potencial de contaminación del recurso hídrico.			
Informes de cumplimiento			

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO
El seguimiento será integrado en los informes periódicos del PVA, incluyendo registros de generación, documentación de entrega, condiciones del almacenamiento temporal y evidencia fotográfica. PVA que se presentará de manera anual.

Medida 4

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO	
FACTOR AMBIENTAL: CANTIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Frentes de trabajo, áreas temporales de almacenamiento, zonas de mantenimiento y áreas operativas.	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Contaminación del agua por residuos peligrosos / Contaminación del suelo por residuos peligrosos.
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención y mitigación
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
Durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento se podrán generar residuos peligrosos derivados principalmente del uso de maquinaria, equipos, actividades de mantenimiento, manejo de sustancias químicas, envases contaminados, aceites, lubricantes u otros materiales con características de peligrosidad. Un manejo inadecuado de estos residuos podría ocasionar derrames accidentales o liberación de contaminantes, afectando la calidad del agua por arrastre superficial o infiltración hacia el subsuelo.	
Objetivo de la medida	
Prevenir y minimizar el riesgo de afectación a la calidad del agua mediante el manejo adecuado, almacenamiento temporal, control y disposición autorizada de los residuos peligrosos generados durante las diferentes etapas del proyecto.	
Descripción técnica de la medida	

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO
Previo al inicio de las actividades, se establecerán áreas específicas para el almacenamiento temporal de residuos peligrosos, considerando condiciones que permitan su identificación, separación y manejo seguro conforme a la normatividad ambiental aplicable. **Durante la ejecución del proyecto**, los residuos peligrosos generados deberán almacenarse en recipientes adecuados, identificados y compatibles con sus características, evitando su disposición directa sobre el terreno o su mezcla con otros tipos de residuos. Los residuos peligrosos serán manejados de manera separada y entregados a empresas autorizadas para su transporte, tratamiento o disposición final conforme a los requisitos establecidos por la legislación aplicable. Las actividades que involucren sustancias o materiales con potencial contaminante deberán realizarse bajo condiciones controladas, manteniendo disponibles elementos para la atención inicial de posibles derrames accidentales.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Meta	Medida de verificación
Residuos peligrosos gestionados conforme a la normatividad aplicable	100 % de los residuos generados con manejo adecuado.	Manifiestos de entrega, registros de generación y/o comprobantes de disposición.
Área de almacenamiento temporal de residuos peligrosos en condiciones adecuadas	Mantener condiciones de manejo durante las etapas aplicables.	Registros de supervisión ambiental y evidencia fotográfica.
Recipientes identificados para residuos peligrosos	100 % de recipientes identificados	Registro fotográfico y bitácora ambiental

Forma de supervisión y cumplimiento

1. Durante las etapas aplicables del proyecto, el Responsable Ambiental verificará las condiciones de manejo de los residuos peligrosos generados, incluyendo su correcta identificación, separación, almacenamiento temporal y entrega para su gestión conforme a la normatividad vigente.
2. La verificación incluirá la revisión de las áreas destinadas al almacenamiento temporal, condiciones de los recipientes, etiquetado, orden y limpieza, así como la documentación asociada al manejo externo de los residuos peligrosos, con el fin de prevenir posibles fuentes de contaminación hacia el recurso hídrico.

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO
Informes de cumplimiento
El seguimiento será incorporado dentro de los informes periódicos del Programa de Vigilancia Ambiental, incluyendo el cumplimiento de las áreas autorizadas de circulación, acciones de recuperación aplicadas cuando correspondan y evidencia documental generada durante la supervisión. PVA que se presentará de manera anual.

NOTA SOBRE LOS RESIDUOS PELIGROSOS: Las características del almacén de residuos peligrosos deberán de cumplir lo establecido en el Artículo 82, capítulo IV (Sección 1) del Reglamento de la Ley General para Prevención y Gestión Integral de Residuos. Por el volumen de residuos generados en el proyecto (400 kg/año) se prevé que se obtenga el registro como "Pequeño generador" por lo que sólo se consideran algunas condiciones básicas para el área de almacenamiento como son las siguientes:

IV.2.3 Medidas ambientales para el componente suelo

Medida 1

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO	
FACTOR AMBIENTAL: CANTIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción y cierre de actividades temporales	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Caminos internos, áreas de maniobra, zonas temporales de trabajo, almacenamiento y superficies sujetas al tránsito de maquinaria dentro del área del proyecto.	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Compactación del suelo
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención, mitigación y recuperación.
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO
Durante las actividades de preparación del sitio y construcción, el tránsito de maquinaria pesada, vehículos, almacenamiento temporal de materiales y actividades asociadas al montaje de infraestructura pueden modificar las características físicas del suelo, generando aumento de la compactación, reducción de espacios porosos y cambios en su estructura natural. La compactación puede limitar la infiltración de agua, intercambio gaseoso y recuperación natural de las áreas intervenidas, principalmente en aquellas superficies utilizadas temporalmente durante la ejecución del proyecto.
Objetivo de la medida
Prevenir, minimizar y favorecer la recuperación de áreas afectadas por compactación mediante el control del tránsito de maquinaria, delimitación de superficies de trabajo y aplicación de acciones de recuperación física del suelo en zonas temporales cuando sea necesario.
Descripción técnica de la medida
Previo al inicio de actividades Se delimitarán las áreas autorizadas para circulación de maquinaria, caminos internos, zonas de maniobra y almacenamiento temporal, evitando la intervención innecesaria de superficies adicionales. Se establecerán rutas internas de circulación con el propósito de concentrar el tránsito vehicular y reducir la afectación sobre áreas no destinadas para actividades constructivas. **Durante la construcción** El tránsito de maquinaria, vehículos y equipos se realizará únicamente dentro de las áreas definidas para el desarrollo del proyecto. Se evitará el tránsito repetitivo sobre áreas naturales o superficies que no requieran intervención. Las zonas destinadas al almacenamiento temporal de materiales deberán establecerse dentro de áreas previamente definidas. Se evitará realizar movimientos innecesarios de maquinaria que puedan incrementar la compactación del terreno. **Al finalizar actividades temporales** Las áreas utilizadas temporalmente que no formen parte de la infraestructura permanente serán revisadas y, cuando presenten compactación evidente, se aplicarán acciones orientadas a favorecer la recuperación de sus condiciones físicas, tales como: • retiro de materiales temporales; • limpieza del área;

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA/SUELO

- descompactación superficial cuando sea técnicamente requerida;
- integración con acciones de recuperación vegetal cuando aplique.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Meta	Medida de verificación
Circulación de maquinaria y vehículos dentro de áreas autorizadas	100 % de tránsito dentro de zonas establecidas	Supervisión ambiental, bitácora y registro fotográfico
Áreas temporales liberadas al finalizar actividades constructivas	Recuperación de áreas temporales que no permanezcan en operación.	Registro fotográfico y reportes de supervisión
Eventos de intervención fuera de áreas autorizadas	0 eventos atribuibles al proyecto	Bitácora ambiental

Forma de supervisión y cumplimiento

1. Durante las etapas aplicables del proyecto, el Responsable Ambiental verificará las condiciones de manejo de los residuos peligrosos generados, incluyendo su correcta identificación, separación, almacenamiento temporal y entrega para su gestión conforme a la normatividad vigente.
2. La verificación incluirá la revisión de las áreas destinadas al almacenamiento temporal, condiciones de los recipientes, etiquetado, orden y limpieza, así como la documentación asociada al manejo externo de los residuos peligrosos, con el fin de prevenir posibles fuentes de contaminación hacia el recurso hídrico.

Informes de cumplimiento

El seguimiento será integrado dentro de los informes periódicos del Programa de Vigilancia Ambiental, incluyendo:

- Condiciones observadas en áreas susceptibles;
- Acciones de manejo implementadas;
- Resultados de indicadores;
- Evidencia documental y fotográfica disponible.

PVA que se presentará de manera anual.

Medida 2

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO	
FACTOR AMBIENTAL: CANTIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Caminos internos, áreas de maniobra, zonas temporales de trabajo, almacenamiento y superficies sujetas al tránsito de maquinaria dentro del área del proyecto.	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Pérdida de suelo por erosión hídrica / Pérdida de suelo por erosión eólica
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención, mitigación y recuperación.
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del PS Altamirano, las actividades asociadas a limpieza del terreno, movimiento de tierras, apertura y adecuación de caminos internos, excavación de zanjas y adecuación de áreas temporales, pueden generar exposición temporal del suelo a agentes erosivos. La eliminación parcial de la cobertura superficial y la alteración de la estructura natural del terreno pueden incrementar la susceptibilidad del suelo frente a procesos de erosión hídrica ocasionados por la escorrentía superficial durante eventos de lluvia, así como erosión eólica derivada del arrastre de partículas finas por acción del viento. No obstante, considerando que las actividades tendrán una duración temporal, estarán restringidas a las áreas autorizadas del proyecto y serán implementadas medidas preventivas de manejo, el impacto se considera controlable mediante acciones de prevención, estabilización y recuperación de superficies intervenidas.	
Objetivo de la medida	
Prevenir y minimizar la pérdida de suelo ocasionada por procesos erosivos hídricos y eólicos mediante el manejo adecuado de superficies expuestas, control de áreas intervenidas y recuperación progresiva de zonas temporales utilizadas durante el desarrollo del proyecto.	
Descripción técnica de la medida	

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO

Se implementará un **Programa de manejo y restauración de suelos** con las siguientes acciones:

1. **Conservación de la capa superficial del suelo:** La primera acción que se ejecutará será que, en áreas de movimiento de suelo y nivelación, se realizará el rescate del suelo más superficial, mediante el uso de maquinaria pesada. La profundidad recomendada será de hasta 10 centímetros. El suelo obtenido de las capas más superficiales será colocado en cúmulos, distribuidos de manera regular en el área de emplazamiento del Proyecto, junto a los cúmulos del material vegetal removido. Se recomiendan dimensiones de amontonamiento que permitan su manipulación mediante maquinaria, dado que éste suelo será manipulado eventualmente en etapas posteriores
2. **Enriquecimiento del suelo:** Con el fin de aprovechar todos los recursos disponibles, en la presente etapa se realizarán acciones orientadas a enriquecer el suelo rescatado como a continuación se indica:

   El material vegetal removido será aquellas ramas provenientes de la remoción de vegetación. Este material será incorporado al suelo rescatado para mejorar su porcentaje de materia orgánica, el cual incidirá en aumentar su capacidad de retención de humedad, enriquecimiento del banco de germoplasma, y mejoramiento de su contenido orgánico. El material será incorporado preferiblemente triturado o picado, hasta obtener una mezcla homogénea.

   Es importante señalar, que, con la implementación de la presente medida, se aseguraría la conservación de los nutrientes de la capa más superficial, así como del banco de germoplasma que contiene de forma natural.



Figura. Cúmulos de vegetación triturada

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO



Figura. Mezcla de suelo con vegetación triturada

3. **Reincorporación del suelo:** Una vez que se hayan realizado las actividades de enriquecimiento del suelo, los cúmulos de suelo serán incorporados al área de emplazamiento del proyecto, mediante actividades de nivelación, con lo cual el área del proyecto recuperará parcialmente las condiciones originales. En las áreas que no requieran de movimientos de suelo, lo preferible será no retirar la capa superficial.
4. **Reubicación de especies rescatadas de flora.** Los individuos de las especies de flora que serán rescatados deberán de reubicarse en áreas con signos de degradación dentro del área del proyecto, según la disponibilidad del sitio.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Meta	Medida de verificación
Áreas con procesos erosivos asociados al proyecto identificadas y atendidas	Atención de áreas susceptibles cuando sean detectadas	Supervisión ambiental, bitácora y registro fotográfico
Áreas temporales liberadas incorporadas a procesos de recuperación cuando aplique	Recuperación de áreas temporales que no permanezcan en operación.	Evidencia fotográfica e informes de seguimiento
Material producto de movimientos de suelo almacenado dentro de áreas autorizadas	Evitar dispersión o arrastre fuera de zonas definidas	Registros de supervisión ambiental

Forma de supervisión y cumplimiento

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO
El Responsable Ambiental verificará las condiciones de estabilidad del suelo en las áreas intervenidas, revisando principalmente superficies expuestas, caminos internos, zonas con concentración de escurrimientos y áreas sujetas a acción del viento. Durante los recorridos se identificarán evidencias de pérdida de suelo, formación de surcos, arrastre de material, dispersión de partículas o cualquier condición que favorezca procesos erosivos, promoviendo la aplicación de acciones de manejo cuando sea necesario. La supervisión será documentada mediante registros fotográficos, bitácoras ambientales y reportes de seguimiento.
Informes de cumplimiento
Los resultados serán incorporados en los informes periódicos del Programa de Vigilancia Ambiental, incluyendo: • Estado de las superficies intervenidas; • Presencia o ausencia de procesos erosivos; • Acciones implementadas; • Resultados de indicadores; • Evidencia documental y fotográfica. . PVA que se presentará de manera anual.

IV.2.4 Medidas ambientales para el componente aire

Medida 1

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE	
FACTOR AMBIENTAL: CANTIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Frentes de trabajo, caminos internos, áreas de circulación vehicular y zonas donde opere maquinaria y equipos asociados.	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Generación de gases contaminantes
Prioridad de la acción	Media

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE	
Carácter de la medida	Prevención, mitigación.
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
Durante las actividades de preparación del sitio, construcción y mantenimiento del proyecto, la operación de maquinaria, vehículos y equipos de combustión interna puede generar emisiones atmosféricas asociadas principalmente a gases producto de la combustión de combustibles fósiles. Estas emisiones pueden generar cambios temporales y localizados en la calidad del aire dentro del área de influencia del proyecto, dependiendo del número de equipos en operación, tiempo de funcionamiento y condiciones de mantenimiento.	
Objetivo de la medida	
Prevenir y minimizar la generación de emisiones atmosféricas provenientes de maquinaria, vehículos y equipos mediante la implementación de controles operacionales orientados al adecuado funcionamiento y mantenimiento de las fuentes móviles utilizadas durante el proyecto.	
Descripción técnica de la medida	
Previo al inicio de actividades • Verificar que la maquinaria, vehículos y equipos que ingresen al proyecto se encuentren en condiciones adecuadas de operación. • Solicitar a contratistas el cumplimiento de los programas de mantenimiento preventivo de sus equipos y vehículos. **Durante construcción y mantenimiento.** • Mantener maquinaria, vehículos y equipos en condiciones adecuadas de funcionamiento conforme a las especificaciones del fabricante. • Evitar la operación innecesaria de equipos cuando no estén siendo utilizados. • Evitar tiempos prolongados de operación en ralentí para disminuir consumo de combustible y emisiones asociadas. • Realizar mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y vehículos cuando sea requerido. • Promover prácticas adecuadas de conducción y operación eficiente de equipos **Durante operación y mantenimiento** • Mantener los vehículos y equipos asociados a actividades de mantenimiento del parque solar bajo condiciones adecuadas de operación.	
Indicadores de realización y seguimiento	

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE		
Indicador	**Meta**	**Medida de verificación**
Maquinaria y vehículos con evidencia de mantenimiento o condiciones adecuadas de operación	Mantener equipos utilizados en condiciones operativas adecuadas	Registros de mantenimiento disponibles, inspecciones y/o listas de verificación
Eventos identificados de emisiones visibles anormales en maquinaria o vehículos	Atención de eventos identificados durante la supervisión	Bitácora ambiental y registro fotográfico cuando aplique

Forma de supervisión y cumplimiento

El Responsable Ambiental verificará durante las actividades del proyecto las condiciones generales de operación de maquinaria, vehículos y equipos, identificando posibles emisiones visibles anormales asociadas a fallas mecánicas o condiciones inadecuadas de funcionamiento.

La supervisión incluirá recorridos en frentes de trabajo, revisión visual de equipos en operación y verificación de la disponibilidad de soportes de mantenimiento cuando corresponda.

Las observaciones identificadas serán comunicadas al responsable correspondiente para su atención.

Informes de cumplimiento

El seguimiento será incorporado dentro de los informes periódicos del Programa de Vigilancia Ambiental, incluyendo:

- Condiciones generales de operación de maquinaria y vehículos;
- Resultados de indicadores establecidos;
- Registros disponibles;
- Evidencia documental o fotográfica generada durante la supervisión.

. PVA que se presentará de manera anual.

Medida 2

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE
FACTOR AMBIENTAL: CANTIDAD
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Caminos internos, áreas de movimiento de suelo, frentes de trabajo, zonas de circulación vehicular y superficies expuestas.
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE	
Impactos al que va dirigido la acción	Generación de polvos
Prioridad de la acción	Media
Carácter de la medida	Prevención, mitigación.
Efectividad esperada	Alta

Descripción del Impacto

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, actividades como el despalme, nivelación del terreno, movimiento de materiales, tránsito de maquinaria y circulación de vehículos sobre superficies descubiertas pueden ocasionar la suspensión de partículas y generación temporal de polvo.

La dispersión de partículas dependerá de las condiciones climáticas, humedad del terreno, velocidad del viento y frecuencia de tránsito dentro del área del proyecto, pudiendo modificar temporalmente la calidad del aire en zonas cercanas a las actividades.

Objetivo de la medida

Prevenir y minimizar la generación y dispersión de partículas suspendidas mediante la implementación de controles operativos durante las actividades con potencial generación de polvo, favoreciendo el mantenimiento de condiciones adecuadas de calidad del aire.

Descripción técnica de la medida

Previo al inicio de actividades

- Definir las áreas autorizadas para circulación de maquinaria y vehículos, evitando tránsito innecesario sobre superficies no intervenidas.
- Establecer rutas internas de circulación para reducir la dispersión de partículas por tránsito vehicular.

Durante construcción y mantenimiento.

- Aplicar medidas de control de polvo en caminos internos, frentes de trabajo o superficies expuestas cuando las condiciones ambientales lo requieran.
- Realizar humectación de superficies susceptibles a generación de polvo, principalmente durante periodos secos o actividades con alta generación de partículas.
- Controlar la velocidad de circulación de vehículos dentro del área del proyecto.
- Evitar movimientos innecesarios de suelo y manipulación excesiva de materiales.
- Cuando se transporten materiales susceptibles de dispersión, implementar medidas para evitar pérdida de material durante el traslado.

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE

- Mantener orden y limpieza en las áreas de trabajo para reducir fuentes de material particulado.

Durante operación y mantenimiento

- Mantener las áreas de circulación en condiciones adecuadas para reducir la generación de partículas durante las actividades de mantenimiento.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Meta	Medida de verificación
Aplicación de medidas de control de polvo en áreas susceptibles cuando sea requerido	Implementar controles durante condiciones generadoras de polvo	Registros de supervisión ambiental y evidencia fotográfica
Caminos internos y áreas de circulación mantenidos en condiciones adecuadas	Reducir generación de partículas por tránsito vehicular	Inspecciones ambientales y registros fotográficos
Eventos de generación excesiva de polvo identificados durante actividades del proyecto	Atención de eventos observados durante supervisión	Bitácora ambiental

Forma de supervisión y cumplimiento

El Responsable Ambiental verificará durante las actividades del proyecto las condiciones de generación de polvo en caminos internos, frentes de trabajo, áreas de movimiento de suelo y zonas de tránsito vehicular.

La supervisión incluirá la identificación visual de emisiones de partículas, condiciones de superficies expuestas, aplicación de controles de polvo cuando sean necesarios y cumplimiento de las áreas establecidas para circulación.

Las observaciones identificadas serán comunicadas al responsable correspondiente para su atención.

Informes de cumplimiento

El seguimiento será integrado dentro de los informes periódicos del Programa de Vigilancia Ambiental, incluyendo:

- Condiciones observadas en caminos y áreas generadoras de polvo;
- Medidas de control aplicadas;

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE
• Resultados de indicadores establecidos; • Evidencia fotográfica y registros disponibles. PVA que se presentará de manera anual.

Medida 3

COMPONENTE AMBIENTAL: RUIDO	
FACTOR AMBIENTAL: CANTIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Caminos internos, áreas de movimiento de suelo, frentes de trabajo, zonas de circulación vehicular y superficies expuestas.	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Generación de ruido por maquinaria y/o camiones
Prioridad de la acción	Media
Carácter de la medida	Prevención, mitigación.
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
Durante las actividades de preparación del sitio, construcción y mantenimiento del proyecto, la operación de maquinaria pesada, vehículos de transporte y equipos puede ocasionar un incremento temporal en los niveles de presión sonora dentro del área de influencia directa del proyecto. La generación de ruido estará asociada principalmente al funcionamiento de motores, desplazamiento de vehículos, operación de equipos y actividades constructivas, siendo un efecto localizado y asociado al periodo de ejecución de dichas actividades.	
Objetivo de la medida	
Prevenir y minimizar el incremento de los niveles de ruido ambiental mediante el adecuado manejo operativo de maquinaria, vehículos y equipos utilizados durante las diferentes etapas del proyecto.	
Descripción técnica de la medida	
Previo al inicio de actividades • Verificar que la maquinaria, vehículos y equipos utilizados se encuentren en condiciones adecuadas de operación. • Informar al personal operativo sobre buenas prácticas orientadas a minimizar la generación innecesaria de ruido.	

COMPONENTE AMBIENTAL: RUIDO

Durante construcción y mantenimiento.

- Mantener maquinaria, vehículos y equipos en condiciones adecuadas de funcionamiento.
- Verificar el adecuado funcionamiento de sistemas asociados al control de ruido, como silenciadores o componentes equivalentes.
- Evitar la operación innecesaria de maquinaria o equipos cuando no estén siendo utilizados.
- Reducir tiempos prolongados de funcionamiento en vacío.
- Priorizar la ejecución de actividades con mayor generación de ruido dentro de los horarios establecidos para la obra.
- Evitar el uso innecesario de bocinas, alarmas u otros elementos sonoros no asociados a condiciones de seguridad.

Durante operación y mantenimiento

- Mantener los equipos asociados al funcionamiento y mantenimiento del parque solar en condiciones adecuadas.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Meta	Medida de verificación
Maquinaria y equipos en condiciones adecuadas de operación	Mantener equipos operativos con sistemas funcionales	Inspecciones ambientales, registros de mantenimiento disponibles
Eventos asociados a generación de ruido anormal identificados durante supervisión	Atención de eventos identificados	Bitácora ambiental y registro de seguimiento
Personal informado sobre prácticas de reducción de ruido	Personal operativo informado según actividades asignadas	Registros de capacitación o inducción ambiental
*NOM-080-SEMARNAT-1994 (Límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición). *NOM-081-SEMARNAT-1994 (Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición).		

Forma de supervisión y cumplimiento

El Responsable Ambiental verificará durante las actividades del proyecto las condiciones generales de operación de maquinaria, vehículos y equipos, identificando situaciones que puedan generar

COMPONENTE AMBIENTAL: RUIDO
emisiones sonoras superiores a las esperadas por fallas mecánicas, operación inadecuada o uso innecesario de equipos. La supervisión incluirá recorridos en los frentes de trabajo y revisión visual de las condiciones operativas de equipos, promoviendo la atención de observaciones identificadas durante las actividades. Las observaciones identificadas serán comunicadas al responsable correspondiente para su atención.
Informes de cumplimiento
El seguimiento será integrado dentro de los informes periódicos del Programa de Vigilancia Ambiental, incluyendo: • Condiciones observadas en maquinaria y equipos; • Cumplimiento de acciones implementadas; • Resultados de indicadores establecidos; • Evidencia documental disponible. . PVA que se presentará de manera anual.

IV.2.5 Medidas ambientales para el componente paisaje

Medida 1

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE	
FACTOR AMBIENTAL: VISIBILIDAD, ALTERACIÓN, RECUPERACIÓN	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Áreas donde se instalará infraestructura del proyecto, módulos fotovoltaicos, caminos internos, instalaciones auxiliares, frentes de obra y zonas con visibilidad hacia los elementos del PS Altamirano.	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Modificación en los patrones de visibilidad / Presencia de elementos no naturales / Recuperación de la calidad visual
Prioridad de la acción	Media
Carácter de la medida	Prevención, mitigación y recuperación.
Efectividad esperada	Media- Alta

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE
Descripción del Impacto
Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, la incorporación de infraestructura asociada al PS Altamirano generará modificaciones en las características visuales existentes del paisaje debido a la presencia de elementos antrópicos como módulos fotovoltaicos, estructuras de soporte, caminos internos, equipos auxiliares y áreas temporales de construcción. La presencia de estos nuevos elementos puede modificar los patrones actuales de visibilidad y percepción del entorno. Algunas modificaciones serán permanentes durante la vida útil del proyecto debido a la infraestructura instalada, mientras que otras serán temporales y estarán asociadas únicamente a las actividades constructivas.
Objetivo de la medida
Prevenir y minimizar la alteración de la calidad visual del paisaje mediante el manejo ordenado de las áreas de trabajo, control de elementos temporales de obra y aplicación de acciones orientadas a favorecer la integración visual del proyecto con su entorno.
Descripción técnica de la medida
Para proteger la flora y fauna del sitio, como los elementos naturales, se considera la ejecución de un **Programa de rescate y reubicación de flora**, un **Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna**. El rescate y reubicación de especies vegetales permitirá que se conserve parte de los elementos naturales de la zona, que además permitirá que la zona de reubicación sirva como hábitat para la fauna. Los ejemplares rescatados de flora podrán colocarse en las áreas de afectación temporal del proyecto. **Previo al inicio de actividades** • Definir y delimitar las áreas autorizadas para la instalación de infraestructura, almacenamiento temporal de materiales, equipos y maquinaria. • Establecer zonas específicas para la ubicación temporal de elementos asociados a la construcción, evitando una dispersión visual innecesaria dentro del área del proyecto. **Durante construcción** • Mantener condiciones adecuadas de orden y limpieza en los frentes de trabajo. • Ubicar materiales, equipos y maquinaria únicamente dentro de las áreas destinadas para tal fin. • Evitar la acumulación innecesaria de materiales, residuos o elementos temporales que incrementen la alteración visual del sitio.

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE

- Realizar el retiro periódico de residuos y materiales que no sean requeridos para la continuidad de las actividades.
- Mantener una adecuada organización de las áreas operativas y accesos internos.

Durante operación y mantenimiento

- Mantener las instalaciones permanentes del proyecto en condiciones adecuadas de orden y funcionamiento.
- Realizar actividades de mantenimiento necesarias para conservar las condiciones visuales de la infraestructura.
- Mantener las áreas operativas libres de acumulación de residuos o materiales ajenos a la operación.

Al finalizar actividades constructivas

- Retirar infraestructura provisional, materiales sobrantes y equipos utilizados únicamente durante construcción.
- Liberar las áreas temporales que no formen parte de la operación permanente del proyecto.
- Aplicar acciones de recuperación de áreas temporales intervenidas, cuando corresponda.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Meta	Medida de verificación
Frentes de trabajo mantenidos bajo condiciones de orden y limpieza	Mantener condiciones adecuadas durante las etapas aplicables	Supervisión ambiental y registro fotográfico
Áreas temporales liberadas posterior a la etapa constructiva	Retiro de elementos temporales no requeridos para operación	Evidencia fotográfica y registros de seguimiento
Elementos temporales ubicados dentro de áreas definidas	Evitar dispersión innecesaria de elementos asociados a obra	Inspecciones ambientales

Forma de supervisión y cumplimiento

El Responsable Ambiental verificará durante las diferentes etapas del proyecto las condiciones visuales generales de las áreas intervenidas, revisando principalmente el orden de los frentes de trabajo, ubicación de maquinaria, almacenamiento de materiales y manejo adecuado de elementos temporales.

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE
Durante la finalización de actividades constructivas se verificará el retiro de elementos provisionales y la liberación de áreas que no formen parte de la infraestructura permanente del proyecto. La supervisión será documentada mediante recorridos de campo, registros fotográficos y reportes ambientales.
Informes de cumplimiento
El seguimiento será integrado dentro de los informes periódicos del Programa de Vigilancia Ambiental, incluyendo: • Condiciones generales de las áreas intervenidas; • Manejo de elementos temporales; • Retiro de materiales e infraestructura provisional; • Cumplimiento de indicadores establecidos; • Evidencia documental y fotográfica. PVA que se presentará de manera anual

Medida 2

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Áreas donde se instalará infraestructura del proyecto, módulos fotovoltaicos, caminos internos, instalaciones auxiliares, frentes de obra y zonas con visibilidad hacia los elementos del PS Altamirano.	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Disminución de elementos bióticos
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención, mitigación y recuperación.
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
D Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, las actividades asociadas al acondicionamiento del terreno y establecimiento de la infraestructura del PS Altamirano pueden ocasionar la reducción de elementos naturales presentes dentro del paisaje, principalmente aquellos asociados a la cobertura vegetal existente en las áreas autorizadas para intervención.	

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE
La disminución de estos elementos puede modificar la composición del paisaje al reducir componentes bióticos que aportan estructura, naturalidad y continuidad visual al entorno. No obstante, el impacto puede ser manejado mediante acciones orientadas al control de áreas intervenidas y recuperación progresiva de elementos naturales.
Objetivo de la medida
Prevenir y minimizar la pérdida innecesaria de elementos bióticos que conforman el paisaje mediante el control de las áreas autorizadas de intervención y favorecer la recuperación de componentes naturales a través de las acciones ambientales establecidas para el proyecto.
Descripción técnica de la medida
Previo al inicio de actividades • Delimitar físicamente las áreas autorizadas para intervención, evitando afectaciones sobre elementos naturales ubicados fuera de las superficies requeridas por el proyecto. • Identificar las zonas donde permanecerán elementos naturales sin intervención, promoviendo su conservación durante el desarrollo de las actividades. • Informar al personal involucrado sobre la importancia de evitar afectaciones adicionales sobre elementos bióticos fuera de las áreas autorizadas. **Durante preparación del sitio y construcción** • Realizar las actividades de retiro de vegetación únicamente dentro de las superficies autorizadas. • Evitar daños o eliminación de elementos naturales que no interfieran con el desarrollo del proyecto. • Mantener supervisión ambiental durante actividades que impliquen modificación de la cobertura existente. • Evitar la generación de nuevas áreas de afectación que incrementen la pérdida de elementos naturales del paisaje. **Durante operación y mantenimiento** • Conservar las áreas naturales remanentes que no forman parte de la infraestructura del proyecto. • Mantener seguimiento de las áreas sujetas a recuperación ambiental. **Recuperación de elementos naturales**

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE

- Implementar las actividades contempladas dentro del Programa de Reforestación del PS Altamirano, orientadas a favorecer la recuperación de cobertura vegetal y reincorporación de elementos naturales dentro del paisaje.
- Dar seguimiento al establecimiento de la vegetación conforme a los criterios establecidos dentro del programa aplicable.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Meta	Medida de verificación
Superficie intervenida respecto a las áreas autorizadas	100 % de intervención dentro de superficies aprobadas	Supervisión ambiental, cartografía y evidencia fotográfica
Eventos de afectación sobre elementos naturales fuera de áreas autorizadas	0 eventos atribuibles al proyecto	Bitácora ambiental y registro fotográfico
Implementación de acciones de recuperación de cobertura vegetal	Cumplimiento conforme al Programa de Reforestación aplicable	Informes de seguimiento y evidencia documental

Forma de supervisión y cumplimiento

El Responsable Ambiental verificará que las actividades de intervención se desarrollen exclusivamente dentro de las superficies autorizadas, revisando la conservación de elementos naturales ubicados fuera de los frentes de trabajo y evitando modificaciones adicionales sobre la composición del paisaje.

Asimismo, se realizará seguimiento a las acciones de recuperación de elementos naturales implementadas dentro del proyecto, verificando su avance conforme a los programas ambientales aplicables.

La supervisión será documentada mediante recorridos de campo, registros fotográficos y reportes ambientales.

Informes de cumplimiento

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE
El seguimiento será incorporado dentro de los informes periódicos del Programa de Vigilancia Ambiental, incluyendo: • Cumplimiento de límites de intervención; • Conservación de elementos naturales no intervenidos; • Avance de acciones de recuperación; • Resultados de indicadores establecidos; • Evidencia documental y fotográfica disponible. PVA que se presentará de manera anual

Medida 3

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Áreas de instalación de módulos fotovoltaicos, caminos internos, infraestructura asociada, áreas temporales de construcción y zonas donde se presenten modificaciones en los elementos naturales y visuales del paisaje del PS Altamirano.	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Modificación en los patrones de visibilidad / Presencia de elementos no naturales / Recuperación de la calidad visual
Prioridad de la acción	Media
Carácter de la medida	Prevención, mitigación y recuperación.
Efectividad esperada	Media- Alta
Descripción del Impacto	
Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, la incorporación de elementos asociados al proyecto solar, tales como módulos fotovoltaicos, estructuras de soporte, caminos internos, equipos auxiliares y presencia temporal de maquinaria puede generar modificaciones en las condiciones visuales existentes del paisaje. Estos cambios pueden alterar la percepción visual del área debido a la incorporación de elementos antrópicos y modificaciones en la cobertura existente. Sin embargo, parte de estas alteraciones	

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE
corresponden a elementos propios de la operación del proyecto y otras estarán asociadas únicamente a actividades temporales de construcción.
Objetivo de la medida
Prevenir y minimizar la alteración de la calidad visual del paisaje mediante el manejo ordenado de las áreas intervenidas, control de elementos temporales de obra y recuperación progresiva de superficies utilizadas temporalmente durante el desarrollo del proyecto.
Descripción técnica de la medida
Previo al inicio de actividades • Delimitar las áreas autorizadas de intervención para evitar modificaciones innecesarias sobre áreas adicionales del paisaje. • Definir áreas específicas para almacenamiento temporal de materiales, maquinaria y equipos durante la construcción. **Durante construcción** • Mantener condiciones adecuadas de orden y limpieza en los frentes de trabajo. • Concentrar materiales, maquinaria y equipos dentro de las áreas establecidas para evitar una dispersión visual innecesaria. • Retirar periódicamente residuos, materiales sobrantes y elementos que no sean requeridos para la continuidad de las actividades. • Evitar afectaciones adicionales a la cobertura vegetal fuera de las áreas autorizadas. **Al finalizar actividades constructivas** • Retirar infraestructura temporal, residuos y materiales utilizados durante la construcción. • Liberar áreas temporales que no formen parte de la infraestructura permanente. • Implementar acciones de recuperación de áreas intervenidas temporalmente cuando corresponda. • Integrar las actividades de recuperación vegetal previstas dentro del Programa de Reforestación del proyecto, favoreciendo la integración paisajística del área.
Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Meta	Medida de verificación
Áreas temporales liberadas al finalizar actividades constructivas	Retiro de elementos temporales no requeridos para operación	Registro fotográfico y supervisión ambiental
Condiciones de orden y limpieza en frentes de trabajo	Mantener áreas organizadas durante las etapas aplicable	Inspecciones ambientales y bitácora

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE		
Implementación de acciones de recuperación vegetal asociadas al proyecto	Cumplimiento conforme al Programa de Reforestación	Reportes de seguimiento del programa

Forma de supervisión y cumplimiento

El Responsable Ambiental verificará durante las diferentes etapas del proyecto las condiciones visuales de las áreas intervenidas, revisando principalmente el orden de frentes de trabajo, ubicación de materiales, manejo de residuos y permanencia únicamente de elementos requeridos para las actividades del proyecto.

Durante la finalización de actividades temporales se verificará el retiro de elementos provisionales y la recuperación de superficies que no formen parte de la infraestructura permanente.

La supervisión será documentada mediante registros fotográficos y reportes de seguimiento ambiental.

Informes de cumplimiento

El seguimiento será integrado dentro de los informes periódicos del Programa de Vigilancia Ambiental, incluyendo:

- Estado de las áreas intervenidas;
- Retiro de elementos temporales;
- Acciones de recuperación implementadas;
- Avance de medidas asociadas de revegetación cuando corresponda;
- Evidencia documental y fotográfica.

PVA que se presentará de manera anual

IV.2.6 Medidas ambientales para el componente flora

Medida 1

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA	
FACTOR AMBIENTAL: DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción y operación/mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Áreas con presencia de cobertura vegetal, superficies autorizadas para intervención y zonas destinadas a acciones de manejo y recuperación vegetal dentro del PS Altamirano.	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Disminución de la riqueza específica / Disminución en la abundancia de organismos vegetales
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención, mitigación y recuperación.
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, las actividades asociadas a la adecuación del terreno y establecimiento de infraestructura del PS Altamirano pueden generar modificaciones sobre la vegetación existente, ocasionando una reducción localizada en el número de especies presentes (riqueza específica), así como disminución en la cantidad de individuos vegetales que conforman las comunidades florísticas del área intervenida. La reducción de la riqueza y abundancia vegetal puede modificar temporalmente la estructura de la comunidad vegetal, especialmente en las superficies donde se requiera retiro de cobertura para el desarrollo de las obras. No obstante, estos impactos pueden ser manejados mediante acciones de control de intervención, conservación de áreas no afectadas y recuperación vegetal conforme a los programas establecidos para el proyecto.	
Objetivo de la medida	
Prevenir y minimizar la pérdida de diversidad florística mediante el control de las áreas de intervención, protección de vegetación no afectada y aplicación de acciones orientadas a favorecer la conservación y recuperación de componentes vegetales presentes en el área del proyecto.	
Descripción técnica de la medida	

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA

Previo a las actividades de preparación del sitio, desmonte y despalme, se implementará el Programa de Rescate y Reubicación de Flora, mediante el cual se identificarán, marcarán, rescatarán y reubicarán los individuos vegetales que, de acuerdo con el inventario florístico del Área del Proyecto y el criterio del especialista en flora, sean técnicamente viables para su manejo.

Aunque durante la caracterización ambiental no se registraron especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, el Programa contemplará el rescate de aquellas especies que, por su importancia ecológica, vulnerabilidad, forma de crecimiento o viabilidad técnica, requieran medidas específicas de conservación.

El Programa de Rescate y Reubicación de Flora deberá contemplar como mínimo los siguientes aspectos:

- Criterios para la selección de especies e individuos a rescatar.
- Número estimado de individuos por rescatar.
- Metodología para el marcaje, extracción y transporte.
- Criterios para la selección de sitios de reubicación.
- Estrategias para favorecer el establecimiento y supervivencia de los individuos reubicados.
- Registro georreferenciado de los ejemplares manejados.
- Formatos de campo y memoria fotográfica.
- Indicadores de seguimiento y supervivencia.

Tabla 21. Especies susceptibles de rescate en el área del proyecto (AP)

Familia	Nombre científico	Nombre común	Origen	NOM-059	IUCN	CITES
Arecaceae	*Acrocomia aculeata*	Guacoyul	Nativa	-	LC	-
Bignoniaceae	*Tabebuia rosea*	Apamate rosa	Nativa	-	LC	II
Bromeliaceae	*Bromelia pinguin*	Piñuela	Nativa	-	-	-
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Palo mulato	Nativa	-	LC	-
Cactaceae	*Opuntia karwinskiana*	Nopal lengua de vaca	Nativa	-	-	II
Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	Cruceta	Nativa	-	LC	II
Cordiaceae	*Cordia alliodora*	Aguardientillo	Nativa	-	LC	-
Fabaceae	*Gliricidia sepium*	Cacahuananche	Nativa	-	LC	-
Fabaceae	*Vachellia macracantha*	Algarrobo	Nativa	-	LC	-
Fabaceae	*Diphysa americana*	Amarillo	Nativa	-	LC	-

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA						
Fabaceae	*Enterolobium cyclocarpum*	Guanacaste	Nativa	-	LC	-
Fabaceae	*Senna pallida*	Abejón	Nativa	-	LC	-
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guásima	Nativa	-	LC	-
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Altea	Nativa	-	LC	-
NOM-059: NOM-059-SEMARNAT2010. I**UCN:** Lista roja de la IUCN, **LC:** Preocupación menor. **CITES:** Apéndice II.						

Nota: ***La selección definitiva de las especies e individuos susceptibles de rescate será realizada por el especialista en flora con base en el inventario florístico del Área del Proyecto, la viabilidad técnica de rescate y los criterios establecidos en el Programa de Rescate y Reubicación de Flora.***

Previo al inicio de actividades

- Delimitar claramente las superficies autorizadas para intervención, evitando afectaciones adicionales sobre comunidades vegetales fuera del área requerida por el proyecto.
- Identificar y señalizar áreas con vegetación que deberán mantenerse sin intervención.
- Realizar actividades de sensibilización al personal respecto a la importancia de conservar la vegetación presente fuera de las áreas autorizadas.
- Verificar las condiciones de la vegetación existente previo al inicio de actividades de retiro o modificación de cobertura.

Durante preparación del sitio y construcción

- Ejecutar las actividades de retiro de vegetación únicamente dentro de las áreas autorizadas.
- Evitar daños mecánicos sobre individuos vegetales ubicados fuera de los límites establecidos para obra.
- Prohibir actividades no autorizadas relacionadas con:
    - Extracción de ejemplares vegetales;
    - Colecta de especies;
    - Aprovechamiento de recursos forestales;
    - Quemas de vegetación.
- Mantener supervisión ambiental durante las actividades que involucren intervención de cobertura vegetal.

Recuperación y seguimiento

- Implementar las acciones establecidas dentro del **Programa de Reforestación** del PS Altamirano, orientadas a compensar y favorecer la recuperación de la cobertura vegetal.

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA

- Priorizar el uso de especies adecuadas conforme a las condiciones ecológicas del área y lo establecido en el programa correspondiente.
- Realizar seguimiento al establecimiento y desarrollo de las acciones de recuperación vegetal implementadas.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Formula/Evaluación	Meta	Medida de verificación
Conservación de áreas no autorizadas para intervención	(Área intervenida autorizada / área intervenida total) x100	100 % dentro de áreas autorizadas	Cartografía, supervisión ambiental, registro fotográfico
Afectación de vegetación fuera del área autorizada	Número de eventos registrados	0 eventos atribuibles al proyecto	Bitácora ambiental
Cumplimiento de acciones de recuperación vegetal	(Acciones ejecutadas / acciones programadas) x100	Conforme Programa de Reforestación	Informes de seguimiento

Forma de supervisión y cumplimiento

El Responsable Ambiental verificará que las actividades asociadas a intervención de vegetación se realicen únicamente dentro de las superficies autorizadas, manteniendo seguimiento sobre los límites de obra y conservación de comunidades vegetales externas al área requerida.

Durante las actividades constructivas se realizarán recorridos de supervisión para identificar posibles afectaciones adicionales y verificar el cumplimiento de las medidas establecidas.

El seguimiento posterior estará asociado al avance y cumplimiento de las acciones contempladas dentro del **Programa de Reforestación** del proyecto.

Informes de cumplimiento

El seguimiento será incorporado dentro de los informes periódicos del Programa de Vigilancia Ambiental, incluyendo:

- Superficies intervenidas;

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA
• Evidencia de delimitación de áreas; • Actividades de protección de vegetación; • Avance del Programa de Reforestación; • Cumplimiento de indicadores; • Evidencia fotográfica y documental PVA que se presentará de manera anual

Medida 2

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA	
FACTOR AMBIENTAL: DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Áreas intervenidas por el proyecto y zonas definidas para actividades de recuperación vegetal conforme al Programa de Reforestación.	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Disminución en el banco de semillas / Recuperación de la cobertura vegetal
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Mitigación, restauración y compensación
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
El banco de semillas constituye una reserva natural de propágulos presentes principalmente en los primeros horizontes del suelo, permitiendo la regeneración y mantenimiento de las comunidades vegetales después de procesos de perturbación. Durante las actividades de preparación del sitio y construcción del PS Altamirano, las acciones relacionadas con retiro de cobertura vegetal, movimientos de suelo, nivelación del terreno y adecuación de infraestructura pueden generar alteraciones sobre esta reserva natural, ocasionando una disminución en la disponibilidad de semillas viables y reduciendo temporalmente la capacidad de regeneración natural de la vegetación.	

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA
Asimismo, la disminución de cobertura vegetal puede modificar las condiciones ecológicas del sitio, afectando funciones asociadas como protección del suelo, regulación microclimática y disponibilidad de hábitat para otros organismos. Como medida de manejo, el proyecto contempla la implementación del Programa de Reforestación, orientado al establecimiento de vegetación y recuperación progresiva de áreas definidas, contribuyendo al restablecimiento de componentes vegetales y fortalecimiento de la capacidad de regeneración del ecosistema.
Objetivo de la medida
Implementar acciones orientadas a favorecer la recuperación de la cobertura vegetal y fortalecer la capacidad de regeneración del ecosistema mediante actividades de establecimiento, mantenimiento y seguimiento de vegetación conforme al Programa de Reforestación del PS Altamirano.
Descripción técnica de la medida
Planeación de actividades de recuperación vegetal Previo al desarrollo de las actividades: • Identificar las áreas destinadas para la implementación de acciones de recuperación vegetal conforme al Programa de Reforestación. • Definir las especies vegetales a utilizar considerando las características ecológicas del área y los criterios establecidos dentro del programa aprobado. • Establecer las actividades necesarias para favorecer el establecimiento adecuado de los individuos vegetales. **Manejo previo de áreas intervenidas** Durante la preparación del sitio: • Limitar la intervención únicamente a las superficies autorizadas para evitar pérdida adicional de cobertura vegetal y banco de semillas. • Evitar afectaciones sobre áreas naturales que no formen parte del proyecto. • Cuando las condiciones del sitio lo permitan, favorecer el aprovechamiento del suelo superficial o material vegetal que pueda contribuir a procesos posteriores de recuperación. • Mantener condiciones adecuadas de manejo del suelo para favorecer las actividades posteriores de restauración. **Implementación del Programa de Reforestación**

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA
Se desarrollarán las actividades establecidas dentro del Programa de Reforestación, considerando: • Preparación de las áreas destinadas para establecimiento vegetal; • Selección y manejo adecuado de individuos vegetales; • Establecimiento de especies conforme a los criterios definidos; • Aplicación de actividades de mantenimiento necesarias para favorecer la supervivencia. Las especies utilizadas deberán ser acordes con las condiciones ambientales del sitio y los objetivos definidos dentro del programa. **Seguimiento y mantenimiento** Durante la etapa de seguimiento: • Verificar el estado de establecimiento y desarrollo de la vegetación implementada. • Identificar necesidades de mantenimiento o reposición de individuos cuando corresponda. • Registrar cambios asociados a la recuperación progresiva de cobertura vegetal. • Documentar los avances mediante evidencia fotográfica y reportes de seguimiento.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Formula/Evaluación	Meta	Medida de verificación
Cumplimiento de actividades del Programa de Reforestación	(Actividades ejecutadas / Actividades programadas) x 100	100 % dentro de áreas autorizadas	Informes de seguimiento del programa
Supervivencia de individuos establecidos	(Número de individuos vivos / Número de individuos establecidos) x 100	Conforme meta definida en Programa de Reforestación	Monitoreos de supervivencia, registros de campo
Avance de recuperación vegetal	Superficie con acciones de recuperación vegetal (ha o m²)	Conforme áreas definidas dentro del programa	Registro fotográfico, reportes ambientales

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA			
Atención de necesidades de mantenimiento	Acciones ejecutadas frente a necesidades identificadas	Atención de requerimientos detectados	Bitácoras ambientales

Forma de supervisión y cumplimiento

El Responsable Ambiental realizará seguimiento a la implementación del Programa de Reforestación, verificando el establecimiento de individuos vegetales, condiciones de las áreas intervenidas y avance de las acciones orientadas a la recuperación de cobertura.

La supervisión incluirá recorridos de campo para evaluar:

- Estado fitosanitario de los individuos establecidos;
- Supervivencia;
- Necesidades de mantenimiento;
- Condiciones generales de las áreas sujetas a recuperación.

Los resultados serán registrados mediante formatos de seguimiento, evidencia fotográfica y reportes ambientales.

Informes de cumplimiento

El seguimiento de la medida será integrado dentro de los informes periódicos del Programa de Vigilancia Ambiental, incluyendo:

- Avance de implementación del Programa de Reforestación;
- Número de individuos establecidos;
- Resultados de supervivencia;
- Actividades de mantenimiento realizadas;
- Recuperación progresiva de cobertura vegetal;
- Cumplimiento de indicadores;
- Registros fotográficos y documentales.

PVA que se presentará de manera anual

IV.2.7 Medidas ambientales para el componente fauna

Medida 1

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA	
FACTOR AMBIENTAL: ESPECIES VULNERABLES	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción y operación/mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Áreas de intervención del PS Altamirano, frentes de trabajo, caminos internos y zonas donde se registre presencia potencial de fauna silvestre.	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Afectación a especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Preventiva y de mitigación
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
Durante las actividades de preparación del sitio y construcción del PS Altamirano, principalmente aquellas relacionadas con adecuación del terreno, tránsito de maquinaria, movimiento de materiales y presencia de personal, podrían generarse afectaciones sobre individuos de fauna silvestre presentes en el área del proyecto. Las especies con menor capacidad de desplazamiento, hábitos fosoriales o movilidad reducida pueden presentar mayor vulnerabilidad ante las actividades constructivas, especialmente aquellas que se encuentren catalogadas bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las posibles afectaciones pueden incluir desplazamiento temporal, perturbación de individuos, alteración de refugios o riesgo de daño directo si no se implementan medidas de manejo adecuadas.	
Fundamentación Técnica del Impacto	
Las especies de fauna silvestre presentan diferentes capacidades de respuesta frente a modificaciones del ambiente. Mientras algunas especies pueden desplazarse naturalmente ante la presencia de actividades humanas, otras, como reptiles, anfibios, pequeños mamíferos o individuos juveniles, pueden requerir acciones específicas de manejo.	

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
La aplicación de medidas preventivas antes y durante la ejecución de actividades permite reducir la probabilidad de afectación directa sobre especies de importancia ecológica, priorizando la conservación de individuos y evitando impactos sobre especies incluidas dentro de categorías de protección.
Objetivo de la medida
Prevenir y minimizar la afectación sobre especies de fauna silvestre incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 mediante acciones de identificación, protección, manejo y seguimiento durante las actividades del proyecto.
Descripción técnica de la medida

Previo y durante las actividades de desmonte se realizarán actividades de ahuyentamiento de fauna, así como acciones de rescate y reubicación de esta.

- Las actividades antes mencionadas se deberán apegar a un **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna**, las actividades de rescate de fauna consistirán en la búsqueda y captura de los organismos que presenten baja o limitada movilidad debido principalmente a sus hábitos hogareños y/o locomoción natural.

Previo a la ejecución del desmonte y el despalme (CUSTF) dentro de la etapa de preparación de sitio se realizarán recorridos de prospección faunística con énfasis en la identificación de madrigueras, refugios, nidos y sitios de descanso de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se realizará el rescate de las especies vulnerables presentes en el sitio cuya importancia biológica sea determinante para la zona, en este caso en particular acorde a los muestreos realizados en el área del proyecto se propone el rescate de las siguientes especies

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Bolitglossa platydactyla	Salamandra lengua de hongo	Pr
Ctenosaura acanthura	Iguana negra de cola espinos	Pr
Iguana iguana	Iguana verde	Pr
Micrastur semitorquatus	Halcón selvático de collar	Pr
Psarocolius montezuma	Oropéndola de Moctezuma	Pr

La selección definitiva de las especies susceptibles de ahuyentamiento, rescate o reubicación será realizada por el especialista en fauna con base en los resultados de la caracterización biológica, los recorridos previos al desmonte y los criterios técnicos establecidos en el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre.

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA

• Capacitar al personal del proyecto sobre:
  ○ Importancia de fauna silvestre;
  ○ Especies sensibles identificadas;
  ○ Prohibición de captura, caza o daño a individuos.
• Informar los procedimientos de actuación ante encuentros con fauna.
 	
Durante preparación del sitio y construcción
• Favorecer el desplazamiento natural de fauna previo al avance de actividades.
• Realizar actividades de ahuyentamiento controlado cuando sea necesario.
• En caso de identificar individuos con baja capacidad de movilidad, realizar manejo por personal capacitado conforme a los procedimientos establecidos.
• Evitar manipulación directa de fauna por personal no autorizado.
• Prohibir:
  ○ captura;
  ○ aprovechamiento;
  ○ extracción;
  ○ comercialización;
  ○ daño intencional a fauna silvestre.
• Mantener supervisión ambiental durante actividades con mayor potencial de interacción con fauna.
Manejo de individuos encontrados
Cuando durante las actividades sean detectados individuos de fauna silvestre:
• Se suspenderán temporalmente actividades puntuales cuando exista riesgo directo.
• Se permitirá el desplazamiento voluntario hacia áreas seguras.
• Cuando aplique, se realizará manejo y reubicación por personal capacitado.
• Se llevará registro de los eventos atendidos.
 	
Operación y mantenimiento
• Mantener prácticas de protección hacia fauna durante recorridos y mantenimiento del parque solar.
• Registrar eventos relevantes asociados a especies de importancia ecológica.

Indicadores de realización y seguimiento

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA			
Indicador	**Formula/Evaluación**	**Meta**	**Medida de verificación**
Cumplimiento del Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre	(Actividades ejecutadas del programa / Actividades programadas) × 100	100 % de cumplimiento de las actividades programadas	Informes de seguimiento del programa, bitácoras y listas de verificación
Cumplimiento de recorridos de fauna programados	(Recorridos realizados / recorridos programados) x100	100 %	Formatos de campo, evidencia fotográfica
Manejo de individuos de fauna identificados|	(Número de individuos vivos / Número de individuos establecidos) x 100	Conforme meta definida en Programa de Reforestación	Monitoreos de supervivencia, registros de campo
Capacitación ambiental al personal	Personal capacitado / personal programado x100	100 %	Listados de asistencia
Eventos de daño intencional a fauna silvestre	Número de eventos registrados	0 eventos	Bitácoras ambientales

Forma de supervisión y cumplimiento

El Responsable Ambiental verificará la implementación de las acciones de protección de fauna mediante recorridos de campo, acompañamiento a actividades de intervención y revisión de reportes generados durante el desarrollo del proyecto.

La supervisión incluirá la identificación de especies observadas, registro de individuos bajo alguna categoría de protección, aplicación de medidas de manejo y cumplimiento de restricciones establecidas para el personal.

Informes de cumplimiento

Los informes del Programa de Vigilancia Ambiental incluirán:

- registros de fauna observada;

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
• especies NOM-059 identificadas; • acciones de manejo realizadas; • registros de reubicación cuando aplique; • capacitaciones realizadas; • evidencia fotográfica; • resultados de indicadores. PVA que se presentará de manera anual

Medida 2

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA	
FACTOR AMBIENTAL: DIVERSIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción y operación/mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Áreas de intervención del PS Altamirano, frentes de trabajo, caminos internos y zonas con presencia potencial de fauna silvestre dentro del área de influencia del proyecto.	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Disminución de la riqueza específica
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Preventiva y de mitigación
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del PS Altamirano, las actividades relacionadas con movimiento de maquinaria, adecuación de áreas, presencia de personal, generación de ruido y modificación temporal de las condiciones del hábitat pueden ocasionar cambios en la distribución y presencia de fauna silvestre dentro del área de intervención. Estos cambios pueden reflejarse en una disminución temporal de la riqueza específica, entendida como la reducción del número de especies presentes en un área determinada, así como en cambios en la abundancia de organismos asociados principalmente al desplazamiento de individuos hacia áreas cercanas con condiciones adecuadas de refugio, alimentación y reproducción.	

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
La intensidad del impacto dependerá de factores como la movilidad de las especies, sensibilidad a perturbaciones, disponibilidad de hábitats alternativos y duración de las actividades constructivas.
Fundamentación Técnica del Impacto
Las comunidades faunísticas responden de manera diferente ante las modificaciones del ambiente dependiendo de sus características ecológicas y comportamiento. Las especies con mayor capacidad de movilidad, como aves y algunos mamíferos, pueden desplazarse hacia áreas próximas ante la presencia de perturbaciones; sin embargo, organismos con menor movilidad, como reptiles, anfibios, pequeños mamíferos o individuos juveniles, pueden presentar mayor vulnerabilidad ante actividades constructivas. Por lo anterior, la implementación de medidas de manejo de fauna permite reducir afectaciones directas sobre individuos y favorecer su permanencia o desplazamiento seguro dentro del entorno disponible.
Objetivo de la medida
Prevenir y minimizar la disminución de la riqueza específica de fauna silvestre ocasionada por las actividades de preparación del sitio y construcción, mediante la implementación del Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, orientado a reducir la afectación sobre los individuos presentes en el área de intervención mediante acciones de identificación, ahuyentamiento, rescate, reubicación y seguimiento.
Descripción técnica de la medida

Actividades previas a la intervención
• Realizar recorridos de reconocimiento en las áreas donde se ejecutarán actividades del proyecto para identificar presencia de fauna silvestre.
• Identificar zonas con presencia potencial de refugios, madrigueras o sitios utilizados por fauna.
• Implementar actividades de ahuyentamiento previo al inicio de actividades de mayor intervención, favoreciendo el desplazamiento natural de individuos hacia áreas cercanas.
• Capacitar al personal vinculado al proyecto sobre:
  ○ importancia de conservación de fauna silvestre;
  ○ prohibición de captura o daño a individuos;
  ○ procedimiento ante encuentros con fauna.

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
Durante preparación del sitio y construcción • Mantener supervisión ambiental durante actividades que impliquen modificación del terreno. • Permitir el desplazamiento natural de individuos detectados dentro de los frentes de trabajo. • En caso de encontrar organismos con movilidad reducida, realizar manejo por personal capacitado conforme a los procedimientos establecidos. • Evitar afectaciones sobre áreas adicionales no contempladas para intervención. • Prohibir al personal: o caza; o captura; o extracción; o alimentación; o manipulación no autorizada de fauna. • Mantener prácticas adecuadas de manejo ambiental para reducir perturbaciones innecesarias. **Durante operación y mantenimiento** • Continuar con prácticas de protección de fauna durante actividades de mantenimiento. • Registrar eventos relevantes relacionados con presencia o interacción con fauna silvestre. • Mantener las áreas no intervenidas como espacios disponibles para el desplazamiento y permanencia de especies.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Formula/Evaluación	Meta	Medida de verificación
Cumplimiento de recorridos de supervisión de fauna	(Recorridos ejecutados / recorridos programados) x100	100 %	Formatos de campo, evidencia fotográfica
Atención de individuos de fauna identificados durante actividades	(Eventos atendidos / eventos reportados) x100	Conforme meta definida en Programa de Reforestación	Registros de manejo de fauna
Personal capacitado en medidas de protección de fauna	(Personal capacitado / personal programado) x100	100 %	Listados de asistencia

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA			
Eventos de afectación directa por actividades no autorizadas	Número de eventos registrados	0 eventos	Reportes ambientales

Forma de supervisión y cumplimiento

El Responsable Ambiental realizará seguimiento mediante recorridos en campo durante las etapas de preparación del sitio y construcción, verificando la presencia de fauna silvestre y la correcta implementación de las medidas establecidas.

La supervisión incluirá:

- revisión previa de frentes de trabajo;
- registro de especies observadas;
- seguimiento a eventos de manejo de fauna;
- verificación del cumplimiento de restricciones por parte del personal.

Cuando se identifiquen individuos que requieran manejo específico, las acciones serán realizadas por personal capacitado y documentadas mediante formatos ambientales

Informes de cumplimiento

El seguimiento será integrado dentro de los informes periódicos del Programa de Vigilancia Ambiental, incluyendo:

- Recorridos realizados;
- Especies registradas;
- Acciones de manejo implementadas;
- Eventos de fauna atendidos;
- Capacitaciones realizadas;
- Resultados de indicadores;
- Evidencia fotográfica.

PVA que se presentará de manera anual

Medida 3

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA	
FACTOR AMBIENTAL: MODIFICACIÓN DEL HÁBITAT Y RECUPERACIÓN	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción y operación/mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Áreas con presencia de hábitats utilizados por fauna silvestre, zonas de intervención del PS Altamirano y áreas destinadas a recuperación ambiental.	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Eliminación de áreas de descanso, alimentación, reproducción y refugio de especies / Recuperación progresiva del hábitat
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Preventiva, mitigación y recuperación.
Efectividad esperada	Alta

Descripción del Impacto

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del PS Altamirano, las actividades asociadas a la adecuación del terreno, modificación de cobertura vegetal y establecimiento de infraestructura pueden ocasionar cambios en la disponibilidad de hábitats utilizados por la fauna silvestre.

Estas modificaciones pueden generar la reducción temporal o permanente de áreas utilizadas por diferentes especies para actividades ecológicas como refugio, descanso, alimentación, desplazamiento y reproducción.

La magnitud del impacto dependerá de las características del hábitat intervenido, capacidad de desplazamiento de las especies, disponibilidad de áreas alternativas y grado de recuperación ambiental posterior a la construcción.

Fundamentación Técnica del Impacto

El hábitat representa el conjunto de condiciones físicas y biológicas necesarias para que las especies desarrollen sus procesos ecológicos fundamentales.
La modificación o pérdida de elementos del hábitat puede ocasionar cambios en:

- Disponibilidad de refugios;
- Disponibilidad de alimento;
- Sitios potenciales de reproducción;
- Patrones de movimiento de fauna;

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
• Distribución espacial de las especies. Sin embargo, la conservación de áreas no intervenidas, el control de afectaciones y la recuperación progresiva de la vegetación contribuyen a mantener elementos funcionales del hábitat y favorecer la permanencia o recolonización de especies.
Objetivo de la medida
Prevenir y minimizar la pérdida de hábitats utilizados por fauna silvestre mediante el control de áreas intervenidas, protección de zonas no afectadas y recuperación progresiva de condiciones ambientales que favorezcan la disponibilidad de recursos para las especies.
Descripción técnica de la medida
Previo al inicio de actividades • Identificar áreas con presencia de elementos importantes para fauna, tales como refugios naturales, madrigueras, sitios de anidación o áreas con mayor actividad faunística. • Delimitar las áreas autorizadas de intervención para evitar afectaciones adicionales sobre hábitats cercanos. • Informar al personal sobre la importancia de conservar elementos naturales utilizados por fauna silvestre. **Durante preparación del sitio y construcción** • Restringir las actividades únicamente a las superficies autorizadas del proyecto. • Evitar afectaciones innecesarias sobre vegetación o elementos naturales que puedan servir como refugio para fauna fuera de las áreas de intervención. • Mantener supervisión ambiental durante actividades que impliquen modificación de hábitats. • Evitar la alteración de sitios activos de reproducción cuando sean identificados durante las actividades. • Permitir el desplazamiento natural de especies hacia áreas disponibles. • Mantener el manejo adecuado de residuos para evitar atracción o modificación artificial de hábitos alimenticios de fauna. **Recuperación progresiva del hábitat** • Implementar las acciones de recuperación vegetal establecidas dentro del Programa de Reforestación del PS Altamirano, favoreciendo la restitución de elementos estructurales del hábitat. • Promover el establecimiento de vegetación que contribuya a generar sitios potenciales de refugio y alimentación.

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA

- Realizar seguimiento a las áreas sujetas a recuperación ambiental.

Operación y mantenimiento

- Mantener las áreas recuperadas y zonas no intervenidas como espacios disponibles para fauna.
- Registrar observaciones relevantes sobre uso del área por especies de fauna durante actividades de seguimiento.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Formula/Evaluación	Meta	Medida de verificación
Conservación de áreas no autorizadas para intervención	(Área conservada sin afectación / área definida sin intervención)x100	100 %	Supervisión ambiental, cartografía, evidencia fotográfica
Recuperación progresiva de hábitat	Superficie con acciones de recuperación vegetal (ha o m²)	Conforme Programa de Reforestación	Informes de seguimiento
Atención de sitios sensibles de fauna identificados	(Sitios atendidos / sitios identificados)x100	100 %	Formatos ambientales
Seguimiento a recuperación ambiental	(Seguimientos realizados / seguimientos programados)x100	100 %	Reportes del PVA

Forma de supervisión y cumplimiento

El Responsable Ambiental verificará durante las etapas del proyecto que las actividades se mantengan dentro de las superficies autorizadas, reduciendo afectaciones adicionales sobre hábitats disponibles para fauna silvestre.

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
La supervisión incluirá recorridos para identificar condiciones del hábitat, presencia de sitios sensibles para especies y avance de las acciones de recuperación ambiental implementadas. Durante la etapa posterior a la construcción se dará seguimiento a la recuperación progresiva de áreas conforme a los programas ambientales aplicables.
Informes de cumplimiento
Los informes del Programa de Vigilancia Ambiental incluirán: • áreas intervenidas y conservadas; • registros de sitios sensibles identificados; • acciones implementadas para protección de hábitat; • avance del Programa de Reforestación relacionado con recuperación de hábitat; • resultados de indicadores; • evidencia fotográfica. PVA que se presentará de manera anual

Medida 4

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA	
FACTOR AMBIENTAL: MODIFICACIÓN DEL HÁBITAT Y RECUPERACIÓN	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción y operación/mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Áreas de intervención del PS Altamirano, caminos internos, frentes de trabajo y zonas donde se presenten actividades que puedan generar perturbación temporal sobre fauna silvestre.	
RESPONSABLE: Promovente, especialista ambiental, empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Modificación en los patrones de comportamiento de algunas especies
Prioridad de la acción	Media
Carácter de la medida	Preventiva y de mitigación.
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto Solar Altamirano, el incremento temporal de actividades humanas, presencia de maquinaria, tránsito vehicular, generación de ruido y modificaciones en las condiciones habituales del entorno pueden ocasionar cambios en los patrones de comportamiento de algunas especies de fauna silvestre. Estos cambios pueden manifestarse mediante desplazamientos temporales, evasión de áreas con mayor actividad, modificación en rutas de movimiento, cambios en horarios de actividad o reducción temporal en el uso de determinados espacios. La respuesta dependerá de la sensibilidad ecológica de cada especie, su capacidad de adaptación, movilidad y disponibilidad de áreas cercanas con condiciones adecuadas.
Fundamentación Técnica del Impacto
Las especies de fauna silvestre presentan diferentes niveles de tolerancia frente a perturbaciones antrópicas. La presencia continua de actividades humanas puede modificar temporalmente los patrones naturales de conducta, especialmente en especies con mayor sensibilidad al ruido, movimiento o presencia de infraestructura. Entre las principales respuestas ecológicas documentadas se encuentran: • **Respuesta de evitación:** desplazamiento hacia zonas con menor perturbación. • **Cambio en patrones de actividad:** modificación temporal de horarios de alimentación, desplazamiento o refugio. • **Habituación:** algunas especies pueden adaptarse progresivamente a estímulos constantes que no representan amenaza directa. En proyectos solares, estas modificaciones suelen estar asociadas principalmente a la etapa constructiva, disminuyendo durante operación debido a la reducción considerable de presencia humana y maquinaria.
Objetivo de la medida
Prevenir y minimizar las alteraciones en los patrones de comportamiento de fauna silvestre mediante el control de factores de perturbación asociados al proyecto y la implementación de prácticas que favorezcan el desplazamiento y permanencia segura de las especies presentes en el área.
Descripción técnica de la medida
Previo al inicio de actividades • Realizar inducciones ambientales al personal involucrado en el proyecto, incluyendo buenas prácticas para reducir perturbaciones sobre fauna silvestre.

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA

- Identificar áreas con presencia frecuente de fauna para considerar medidas preventivas durante la ejecución de actividades.
- Establecer procedimientos de actuación ante encuentros con fauna durante las labores del proyecto.

Durante preparación del sitio y construcción

- Ejecutar las actividades únicamente dentro de las áreas autorizadas del proyecto.
- Mantener los frentes de trabajo organizados, evitando la ocupación innecesaria de áreas adicionales.
- Evitar generación de ruido innecesario mediante:
  - uso adecuado de maquinaria;
  - mantenimiento de equipos;
  - evitar operación de maquinaria sin actividad.
- Controlar la velocidad de circulación vehicular dentro del área del proyecto.
- Evitar persecución, manipulación, alimentación o interacción innecesaria con fauna silvestre.
- Permitir el desplazamiento natural de individuos que ingresen a las áreas de trabajo.
- Mantener supervisión ambiental durante actividades con mayor interacción potencial con fauna.

Durante operación y mantenimiento

- Reducir perturbaciones innecesarias durante recorridos y actividades de mantenimiento.
- Mantener prácticas adecuadas de convivencia con fauna silvestre.
- Registrar eventos relevantes asociados con cambios observados en presencia o comportamiento de especies.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Formula/Evaluación	Meta	Medida de verificación
Personal capacitado en medidas de protección de fauna	(Personal capacitado / personal programado) x100	100 %	Listas de asistencia y registros de inducción
Atención de eventos relacionados con interacción fauna-proyecto	(Eventos atendidos / eventos reportados)x100	100 %	Bitácoras ambientales y reportes de seguimiento

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA			
Cumplimiento de recorridos de supervisión ambiental	(Recorridos ejecutados / recorridos programados)x100	100 %	Formatos de inspección ambiental
Eventos por manejo inadecuado de fauna por parte del personal	Número de eventos registrados	0 eventos	Reportes ambientales

Forma de supervisión y cumplimiento

El Responsable Ambiental realizará recorridos periódicos en las áreas del proyecto para verificar la implementación de acciones orientadas a minimizar perturbaciones sobre fauna silvestre.

La supervisión incluirá la revisión de:

- comportamiento del personal frente a encuentros con fauna;
- cumplimiento de restricciones ambientales;
- condiciones de operación de maquinaria y vehículos;
- registros de observaciones de fauna durante las actividades.

Cuando se identifiquen situaciones que puedan incrementar la perturbación sobre especies, se establecerán acciones correctivas de manera oportuna.

Informes de cumplimiento

Los informes del Programa de Vigilancia Ambiental incluirán:

- Actividades de capacitación ejecutadas;
- Registros de fauna observada durante actividades;
- Eventos de interacción fauna-proyecto;
- Medidas aplicadas para reducción de perturbaciones;
- Resultados de indicadores;
- Evidencia documental y fotográfica.

PVA que se presentará de manera anual

Medida 5

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA	
FACTOR AMBIENTAL: MODIFICACIÓN DEL HÁBITAT	
ETAPA DEL PROYECTO: Diseño, preparación del sitio, construcción y operación/mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Infraestructura del Proyecto Solar Altamirano, caminos internos, áreas de módulos solares, límites del proyecto y zonas utilizadas por fauna para desplazamiento.	
RESPONSABLE: Promovente, especialista ambiental, empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Efecto barrera
Prioridad de la acción	Media – Alta
Carácter de la medida	Preventiva y de mitigación.
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
Durante la construcción y operación del Proyecto Solar Altamirano, la incorporación de infraestructura permanente puede modificar las condiciones de movilidad de algunas especies de fauna silvestre presentes en el área. La presencia de módulos solares, caminos internos y elementos asociados al proyecto puede generar cambios en las rutas habituales de desplazamiento, especialmente en especies terrestres con menor capacidad de movilidad. El efecto barrero puede reducir la conectividad entre áreas utilizadas por fauna; sin embargo, su magnitud depende de las características del proyecto, permeabilidad del entorno, capacidad de desplazamiento de las especies y disponibilidad de áreas alternativas.	
Fundamentación Técnica del Impacto	
La conectividad ecológica permite el movimiento de organismos entre diferentes áreas del paisaje, favoreciendo procesos como: • intercambio genético; • dispersión de individuos; • acceso a recursos;	

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
• mantenimiento de poblaciones. Las especies presentan diferentes niveles de sensibilidad: • **Aves:** generalmente presentan baja afectación por barreras terrestres debido a su capacidad de vuelo. • **Mamíferos medianos y pequeños:** pueden modificar rutas de desplazamiento. • **Reptiles y anfibios:** pueden presentar mayor sensibilidad debido a movilidad reducida. El mantenimiento de condiciones de permeabilidad dentro del paisaje permite disminuir los efectos asociados a fragmentación y aislamiento.
Objetivo de la medida
Prevenir y minimizar la generación de barreras para el desplazamiento de fauna silvestre mediante acciones orientadas a conservar la conectividad ecológica y favorecer la movilidad segura de especies dentro del área de influencia del proyecto.
Descripción técnica de la medida
Previo al inicio de actividades • Identificar durante recorridos ambientales zonas con posible uso para desplazamiento de fauna. • Considerar la presencia de fauna terrestre durante la planificación de áreas operativas. • Informar al personal sobre la importancia de mantener la movilidad natural de especies. **Durante construcción** • Limitar las actividades únicamente a las superficies autorizadas. • Evitar la generación de obstáculos innecesarios fuera de las áreas requeridas. • Mantener libres de materiales, residuos o elementos temporales las áreas no destinadas para construcción. • Evitar bloqueos innecesarios de zonas naturales cercanas al proyecto. • Permitir el desplazamiento natural de fauna encontrada durante actividades. • Retirar infraestructura temporal que ya no sea necesaria. **Durante operación y mantenimiento** Con el fin de atender los impactos antes listados, se implementarán las siguientes medidas.

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
a) Se garantizará la permeabilidad del cercado perimetral mediante pasos de fauna que permitan el tránsito de fauna terrestre, evitando el aislamiento del área. Es recomendable establecer 12 pasos de fauna, tres por periferia, con dimensiones de 30 cm de ancho por 40 cm de alto. Se favorecerá la presencia de vegetación nativa baja en los accesos al paso, evitando iluminación artificial directa.
b) El mantenimiento de los pasos de fauna consistirá en mantener la parte central de estos libres de vegetación, sin embargo, en sus bordes se realizarán podas selectivas manteniendo suficiente cobertura vegetal para que los ejemplares tengan espacios de resguardo. Así mismo, se repararán periódicamente los desperfectos observados (especialmente alambres fuera de lugar o con puntas filosas que pudieran dañar a algún ejemplar al cruzar). Y se supervisará que los pasos de fauna no sean utilizados con otros fines y evitar la instalación de otras estructuras que afecten o modifiquen su funcionamiento.
c) Se implementará malla tipo cinegética, dejando un claro inferior continuo de 15 a 20 cm para permitir el paso de reptiles, anfibios y mamíferos pequeños, con postes separados a distancias que eviten colapsos o huecos. Se colocará un vallado perimetral como un elemento conductor del movimiento de fauna permitiendo la permeabilidad para especies de talla pequeña y guiando a mamíferos medianos hacia pasos de fauna, con el fin de reducir la fragmentación del hábitat y la mortalidad por atropellamiento. El vallado será convergente hacia los pasos de fauna, evitando ángulos cerrados que generen estrés o acumulación de individuos, en la medida de lo posible, se aprovecharán las obras de escurrimiento pluvial como pasos de fauna multifuncionales.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Formula/Evaluación	Meta	Medida de verificación
Identificación y atención de puntos potenciales de restricción de movilidad	(Puntos atendidos / puntos identificados)x100	100 %	Registros de supervisión ambiental

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA			
Conservación de áreas no intervenidas	Área conservada sin afectación / área definida x100	100 %	Cartografía, inspecciones, evidencia fotográfica
Seguimiento de eventos asociados a movilidad de fauna	Número de registros documentados	Registro de eventos identificados	Bitácoras ambientales

Forma de supervisión y cumplimiento

El Responsable Ambiental verificará durante las diferentes etapas del proyecto que las actividades e infraestructura asociada no generen obstáculos adicionales innecesarios para el desplazamiento de fauna.

La supervisión incluirá:

- revisión de áreas de circulación;
- identificación de posibles restricciones de movilidad;
- registro de observaciones de fauna;
- verificación del retiro de elementos temporales.

Cuando se identifiquen puntos que puedan limitar la movilidad de especies, se evaluarán acciones de manejo aplicables.

Informes de cumplimiento

Los informes del Programa de Vigilancia Ambiental incluirán:

- Registros de supervisión de conectividad;
- Observaciones de fauna;
- Puntos identificados y medidas implementadas;
- Evidencia fotográfica;
- Resultados de indicadores.

PVA que se presentará de manera anual

Medida 6

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA	
FACTOR AMBIENTAL: MORTALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción y operación/mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Caminos internos, accesos, frentes de trabajo y zonas de circulación vehicular asociadas al PS Altamirano.	
RESPONSABLE: Promovente, especialista ambiental, empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Mortalidad por atropellamiento
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Preventiva y de mitigación.
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto Solar Altamirano, el tránsito de vehículos, maquinaria pesada y equipos de mantenimiento puede representar un riesgo de atropellamiento para individuos de fauna silvestre que se desplacen dentro o cerca de las áreas del proyecto. Este impacto puede afectar principalmente especies terrestres con menor capacidad de desplazamiento o respuesta lenta ante la presencia vehicular, ocasionando pérdida directa de individuos. El riesgo dependerá de factores como frecuencia vehicular, velocidad de circulación, horarios de actividad de las especies y presencia de fauna en caminos o áreas operativas.	
Fundamentación Técnica del Impacto	
El atropellamiento de fauna constituye una presión directa sobre los organismos debido a la interacción entre infraestructura vial y desplazamientos naturales de las especies. Los caminos pueden coincidir con rutas utilizadas por fauna para: • búsqueda de alimento; • refugio; • reproducción;	

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
• dispersión. La vulnerabilidad varía según el grupo faunístico: • **Reptiles:** pueden permanecer sobre caminos debido a procesos de termorregulación. • **Anfibios:** pueden desplazarse lentamente durante periodos húmedos. • **Mamíferos pequeños y medianos:** pueden cruzar caminos durante sus desplazamientos diarios. La reducción de velocidad y sensibilización del personal disminuyen significativamente la probabilidad de eventos de atropellamiento.
Objetivo de la medida
Prevenir y minimizar eventos de mortalidad de fauna silvestre asociados al tránsito vehicular mediante controles operacionales, sensibilización del personal y seguimiento de eventos durante las actividades del proyecto.
Descripción técnica de la medida
Previo al inicio de actividades • Capacitar al personal y operadores de vehículos sobre medidas de protección de fauna silvestre. • Informar sobre procedimientos de actuación ante presencia de fauna en caminos internos. • Establecer lineamientos de circulación segura dentro del área del proyecto. **Durante construcción** • Mantener velocidades controladas dentro de caminos internos y áreas de trabajo. • Respetar las rutas establecidas para circulación vehicular. • Evitar circulación innecesaria fuera de caminos autorizados. • Realizar revisión visual durante desplazamientos para identificar presencia de fauna. • Detener temporalmente el tránsito cuando se identifique fauna cruzando caminos, permitiendo su desplazamiento natural. • Evitar la manipulación de fauna por personal no autorizado. • Registrar eventos de atropellamiento o encuentros relevantes con fauna. **Durante operación y mantenimiento** • Mantener medidas de circulación segura durante recorridos operativos. • Continuar aplicando restricciones de velocidad dentro del proyecto. • Reportar cualquier evento de interacción vehículo-fauna identificado durante operación.
Indicadores de realización y seguimiento

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA			
Indicador	**Formula/Evaluación**	**Meta**	**Medida de verificación**
Cumplimiento de capacitación a operadores y personal	(Personal capacitado / personal programado)x100	100 %	Registros de capacitación
Eventos de atropellamiento registrados	Número de eventos reportados	Tendencia a 0 eventos	Bitácoras ambientales
Atención de eventos fauna-vía identificados	(Eventos atendidos / eventos reportados)x100	100 %	Reportes ambientales
Cumplimiento de controles de circulación interna	Inspecciones ejecutadas/programadas x100	100 %	Formatos de inspección

Forma de supervisión y cumplimiento

El Responsable Ambiental realizará seguimiento al cumplimiento de las medidas establecidas para reducir el riesgo de atropellamiento de fauna durante las actividades del proyecto.

La supervisión incluirá:

- verificación de condiciones de circulación;
- cumplimiento de rutas establecidas;
- revisión de reportes de fauna en caminos;
- cumplimiento de medidas de sensibilización al personal.

En caso de presentarse eventos de atropellamiento, deberán documentarse indicando ubicación, especie cuando sea posible, fecha, condiciones del evento y acciones tomadas.

Informes de cumplimiento

Los informes del Programa de Vigilancia Ambiental incluirán:

- Capacitaciones realizadas;
- Registros de fauna observada en caminos;
- Eventos de atropellamiento (en caso de presentarse);
- Acciones correctivas implementadas;

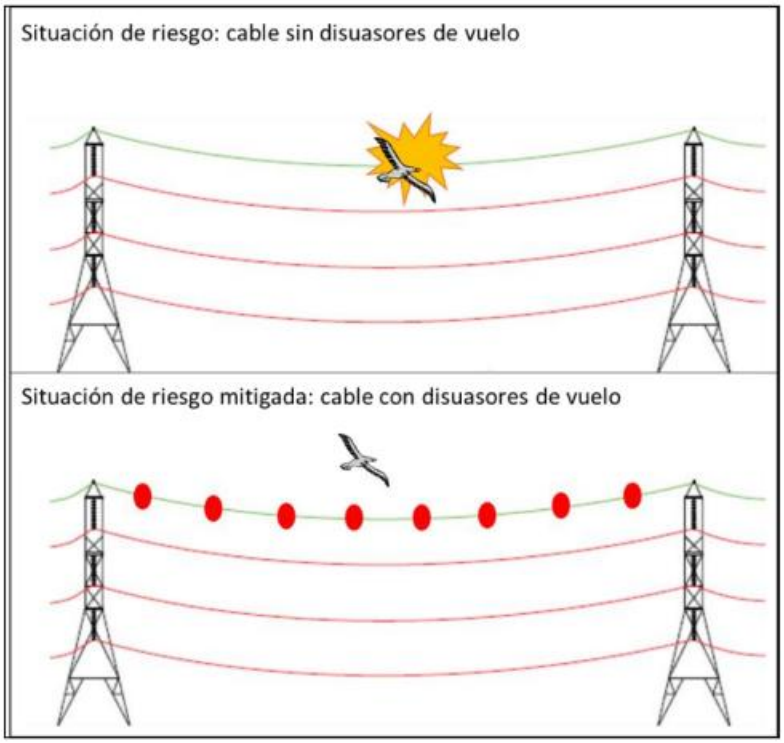
COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
• Resultados de indicadores; • Evidencia documental y fotográfica. PVA que se presentará de manera anual

Medida 7

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA	
FACTOR AMBIENTAL: MORTALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Caminos internos, frentes de trabajo, áreas de módulos fotovoltaicos, subestación elevadora, línea de interconexión, BESS e infraestructura eléctrica asociada al Proyecto Solar Altamirano	
RESPONSABLE: Promovente, especialista ambiental, empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Mortalidad por colisión Mortalidad por electrocución
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Preventiva y de mitigación.
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
Durante las diferentes etapas del Proyecto Solar Altamirano, la presencia de vehículos, maquinaria, módulos fotovoltaicos, infraestructura eléctrica, subestación elevadora y línea de interconexión puede generar riesgos de mortalidad directa sobre individuos de fauna silvestre. Estos riesgos pueden presentarse mediante tres mecanismos principales: • Atropellamiento por vehículos y maquinaria; • Colisión contra elementos de la infraestructura; • Electrocución por interacción con componentes eléctricos. La magnitud del impacto dependerá de la sensibilidad de las especies presentes, sus patrones de movilidad, la intensidad de las actividades del proyecto y la aplicación oportuna de medidas preventivas y de seguimiento	
Fundamentación Técnica del Impacto	

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
La mortalidad directa representa uno de los impactos de mayor importancia sobre la fauna silvestre debido a que produce pérdida inmediata de individuos y puede afectar especies de interés para la conservación. En proyectos fotovoltaicos, este tipo de impacto puede presentarse por diferentes mecanismos: • interacción entre fauna y tránsito vehicular; • interacción con infraestructura del parque; • interacción con infraestructura eléctrica. Cada mecanismo requiere medidas específicas de manejo; sin embargo, todos persiguen un mismo objetivo ambiental: **reducir la probabilidad de mortalidad de fauna durante la construcción y operación del proyecto**.
Objetivo de la medida
Prevenir y minimizar la mortalidad de fauna silvestre derivada de la interacción con vehículos, maquinaria e infraestructura del Proyecto Solar Altamirano, mediante la implementación de medidas operativas, controles de infraestructura y seguimiento ambiental.
Descripción técnica de la medida
Prevención de atropellamiento **Durante construcción y operación** • Establecer límites de velocidad dentro del proyecto. • Instalar señalización preventiva en accesos y caminos internos. • Capacitar a operadores sobre conducción responsable dentro del proyecto. • Mantener circulación únicamente por las vías autorizadas. • Reducir la velocidad cuando se observe fauna sobre caminos. • Permitir el desplazamiento natural de los individuos antes de continuar la circulación. • Registrar todos los eventos de atropellamiento. **Prevención de colisión** **Durante la operación del parque:** • Realizar inspecciones periódicas alrededor de los módulos fotovoltaicos e infraestructura LT, para identificar posibles eventos de colisión • Registrar los individuos encontrados lesionados o muertos, indicando especie (cuando sea posible) ubicación, fecha y condición del ejemplar • Analizar la recurrencia espacial de los eventos para identificar zonas de mayor incidencia

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
• Cuando el monitoreo evidencie una frecuencia significativa de colisiones, evaluar e implementar medidas adicionales para reducir este riesgo, de acuerdo con las características del sitio y las recomendaciones de la autoridad ambiental. **Prevención de electrocución** **Durante operación y mantenimiento:** Con el fin de minimizar la probabilidad de ocurrencia de colisión de aves con el tendido correspondiente a la línea de transmisión, instalarán dispositivos que aumenten la visibilidad del cableado de la línea. Se sugiere el uso de colores altamente contrastantes (rojo, amarillo, blanco) o el uso de dispositivos de dos colores (ej. blanco y negro). El amarillo. Para el caso de colisiones nocturnas, esto podrá ser atendido con la misma medida, implementando componentes que sean visibles durante la noche, ya sea por iluminación, fosforescencia, radiación ultravioleta u otros medios. El siguiente esquema muestra la implementación de disuasores de vuelo en la línea.



Colocación de disuasores de vuelo

- Implementar dispositivos de señalización o marcadores avifaunísticos (disuasores) sobre los conductores de la línea de transmisión, priorizando los tramos identificados con mayor probabilidad de interacción con aves.
- Verificar periódicamente el estado y funcionalidad de los dispositivos instalados.
- Registrar los eventos de colisión identificados durante las inspecciones ambientales.
- Evaluar la necesidad de implementar medidas adicionales cuando se detecte una incidencia significativa de eventos.

Registro y seguimiento

Durante todas las etapas:

- Llevar una base de datos de eventos.
- Georreferenciar los sitios donde ocurran incidentes.
- Identificar especies involucradas.
- Analizar tendencias temporales.
- Implementar acciones de mejora cuando se detecten incrementos en la frecuencia de eventos.

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA			
Indicadores de realización y seguimiento			
Indicador	**Formula/Evaluación**	**Meta**	**Medida de verificación**
Cumplimiento de las medidas de prevención de mortalidad	(Medidas implementadas / Medidas programadas) × 100	100 %	Bitácoras de mantenimiento, listas de verificación e informes ambientales
Estado de los dispositivos de prevención de colisión (disuasores avifaunísticos)	(Dispositivos en buen estado / Dispositivos instalados) × 100	100 % de los dispositivos operativos	Registros de inspección y mantenimiento, evidencia fotográfica
Atención de incidencias asociadas a fauna e infraestructura	(Incidencias atendidas / Incidencias registradas) × 100	100 %	Reportes ambientales, registros de mantenimiento
Eventos de mortalidad registrados durante la operación	Número de eventos registrados durante el periodo de evaluación	Tendencia a minimizar la ocurrencia de eventos	Bitácoras ambientales, registros de inspección y reportes de incidentes
Forma de supervisión y cumplimiento			
El Responsable Ambiental verificará periódicamente el cumplimiento de las medidas establecidas para prevenir la mortalidad de fauna mediante inspecciones en caminos internos, áreas operativas e infraestructura eléctrica del proyecto. Las supervisiones incluirán la revisión de registros de velocidad, recorridos de inspección, monitoreo de fauna, condiciones de la infraestructura y atención de incidentes. Cuando se identifiquen eventos de mortalidad o zonas con recurrencia, se evaluarán las causas y se implementarán acciones correctivas para reducir la probabilidad de nuevos eventos.			
Informes de cumplimiento			
Los informes del Programa de Vigilancia Ambiental incluirán:			

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
• número y ubicación de eventos de mortalidad registrados; • especies involucradas, cuando sea posible su identificación; • resultados de las inspecciones a caminos e infraestructura eléctrica; • acciones preventivas y correctivas implementadas; • evaluación de tendencias de los eventos; • cumplimiento de indicadores; • registro fotográfico y cartográfico.

IV.2.8 Medidas ambientales para el componente socioeconómico

Medida 1

COMPONENTE AMBIENTAL: SOCIOECONÓMICO	
FACTOR AMBIENTAL: ECONOMÍA LOCAL Y EMPLEO	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, Construcción y Abandono.	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Áreas de intervención del PS Altamirano, frentes de trabajo, caminos internos y zonas donde se registre presencia potencial de fauna silvestre.	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Generación de empleos directos e indirectos
Prioridad de la acción	Media
Carácter de la medida	Preventiva y de mitigación
Efectividad esperada	Alta
Descripción del Impacto	
La construcción del parque fotovoltaico requerirá personal para actividades de preparación del sitio, obras civiles, montaje electromecánico, instalación de módulos fotovoltaicos, obras eléctricas, supervisión ambiental, seguridad industrial y servicios de apoyo. Esta demanda generará empleos directos e indirectos que favorecerán temporalmente la economía de la población del área de influencia, especialmente cuando exista disponibilidad de perfiles compatibles con los requerimientos técnicos del proyecto.	

COMPONENTE AMBIENTAL: SOCIOECONÓMICO
Adicionalmente, la contratación de empresas de apoyo y proveedores locales contribuirá a la generación de empleos indirectos asociados al transporte, alimentación, hospedaje y otros servicios complementarios. Debido a que este beneficio se concentra principalmente durante la etapa constructiva, el impacto mantiene la valoración positiva.
Fundamentación Técnica del Impacto
La valoración responde a un beneficio temporal asociado a la generación de oportunidades laborales derivadas del desarrollo del proyecto.
Objetivo de la medida
Promover, cuando sea técnica y administrativamente viable, la contratación de mano de obra local, contribuyendo al fortalecimiento de la economía regional mediante procesos de selección transparentes, equitativos y acordes con las necesidades del proyecto.
Descripción técnica de la medida
Previo al inicio de actividades • Definir el procedimiento para la divulgación de vacantes y recepción de hojas de vida. • Coordinar con el contratista los mecanismos para priorizar la contratación de personal local cuando existan perfiles disponibles. • Informar al personal responsable de contratación sobre los lineamientos establecidos por el proyecto. **Durante la construcción** • Promover la contratación de mano de obra proveniente del área de influencia, siempre que cumpla con los perfiles requeridos. • Mantener actualizados los registros de contratación del personal vinculado al proyecto. • Verificar periódicamente el cumplimiento de los lineamientos establecidos para la contratación local. • Documentar las actividades de seguimiento realizadas por el Supervisor Ambiental.
Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Unidad	Meta
Personal local contratado respecto al total de trabajadores	%	Maximizar la participación local conforme a

COMPONENTE AMBIENTAL: SOCIOECONÓMICO			
			disponibilidad de perfiles
	Vacantes divulgadas|	No.	100 % de las vacantes
	Registros de contratación disponibles	%	100 %
Forma de supervisión y cumplimiento			
El Supervisor Ambiental verificará periódicamente el cumplimiento de la medida mediante la revisión de los registros de contratación y el seguimiento a la implementación del procedimiento establecido por el proyecto. La supervisión incluirá: • Verificación de los registros de contratación de personal. • Revisión de la participación de trabajadores provenientes del área de influencia. • Seguimiento al cumplimiento del procedimiento de contratación. • Verificación documental de las actividades realizadas.			
Informes de cumplimiento			
Los informes del Programa de Vigilancia Ambiental incluirán: • Registros de contratación de personal. • Porcentaje de participación de mano de obra local. • Resultados de los indicadores establecidos. • Actividades de seguimiento realizadas. • Hallazgos identificados y acciones implementadas. • Evidencia documental correspondiente PVA que se presentará de manera anual			

Medida 2

COMPONENTE AMBIENTAL: SOCIOECONÓMICO
FACTOR AMBIENTAL: BIENES Y SERVICIOS LOCALES
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, Construcción y Abandono.

COMPONENTE AMBIENTAL: SOCIOECONÓMICO	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Áreas de intervención del PS Altamirano, frentes de trabajo, caminos internos y zonas donde se registre presencia potencial de fauna silvestre.	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas y Responsable Ambiental del proyecto.	
Impactos al que va dirigido la acción	Generación de empleos directos e indirectos
Prioridad de la acción	Media
Carácter de la medida	Preventiva y de mitigación
Efectividad esperada	Alta

Descripción del Impacto

La construcción del parque fotovoltaico requerirá personal para actividades de preparación del sitio, obras civiles, montaje electromecánico, instalación de módulos fotovoltaicos, obras eléctricas, supervisión ambiental, seguridad industrial y servicios de apoyo. Esta demanda generará empleos directos e indirectos que favorecerán temporalmente la economía de la población del área de influencia, especialmente cuando exista disponibilidad de perfiles compatibles con los requerimientos técnicos del proyecto.

Adicionalmente, la contratación de empresas de apoyo y proveedores locales contribuirá a la generación de empleos indirectos asociados al transporte, alimentación, hospedaje y otros servicios complementarios.

Debido a que este beneficio se concentra principalmente durante la etapa constructiva, el impacto mantiene la valoración positiva.

Fundamentación Técnica del Impacto

La valoración responde a un beneficio temporal asociado a la generación de oportunidades laborales derivadas del desarrollo del proyecto.

Objetivo de la medida

Promover, cuando sea técnica y administrativamente viable, la contratación de mano de obra local, contribuyendo al fortalecimiento de la economía regional mediante procesos de selección transparentes, equitativos y acordes con las necesidades del proyecto.

Descripción técnica de la medida

Previo al inicio de actividades

- Definir el procedimiento para la divulgación de vacantes y recepción de hojas de vida.

COMPONENTE AMBIENTAL: SOCIOECONÓMICO

- Coordinar con el contratista los mecanismos para priorizar la contratación de personal local cuando existan perfiles disponibles.
- Informar al personal responsable de contratación sobre los lineamientos establecidos por el proyecto.

Durante la construcción

- Promover la contratación de mano de obra proveniente del área de influencia, siempre que cumpla con los perfiles requeridos.
- Mantener actualizados los registros de contratación del personal vinculado al proyecto.
- Verificar periódicamente el cumplimiento de los lineamientos establecidos para la contratación local.
- Documentar las actividades de seguimiento realizadas por el Supervisor Ambiental.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicador	Unidad	Meta
Personal local contratado respecto al total de trabajadores	%	Maximizar la participación local conforme a disponibilidad de perfiles
Vacantes divulgadas|	No.	100 % de las vacantes
Registros de contratación disponibles	%	100 %

Forma de supervisión y cumplimiento

El Supervisor Ambiental verificará periódicamente el cumplimiento de la medida mediante la revisión de los registros de contratación y el seguimiento a la implementación del procedimiento establecido por el proyecto.

La supervisión incluirá:

- Verificación de los registros de contratación de personal.
- Revisión de la participación de trabajadores provenientes del área de influencia.
- Seguimiento al cumplimiento del procedimiento de contratación.
- Verificación documental de las actividades realizadas.

Informes de cumplimiento

COMPONENTE AMBIENTAL: SOCIOECONÓMICO
Los informes del Programa de Vigilancia Ambiental incluirán: • Registros de contratación de personal. • Porcentaje de participación de mano de obra local. • Resultados de los indicadores establecidos. • Actividades de seguimiento realizadas. • Hallazgos identificados y acciones implementadas. • Evidencia documental correspondiente PVA que se presentará de manera anual

IV.2.9 Estimación económica de las medidas de mitigación

Con el propósito de garantizar la implementación efectiva de las medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación definidas para el PS Altamirano, se realizó una estimación económica de los recursos necesarios para su ejecución durante las diferentes etapas del proyecto. Esta valoración asegura la disponibilidad presupuestal para el cumplimiento de los compromisos ambientales establecidos en el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) y facilita la planificación financiera de las actividades de manejo ambiental.

La estimación económica considera los requerimientos asociados a personal, materiales, equipos, infraestructura, suministros y actividades operativas necesarias para la implementación de cada medida ambiental. Para facilitar su administración, el presupuesto fue estructurado diferenciando las inversiones de capital (CAPEX), correspondientes a la adquisición e instalación inicial de infraestructura y equipos, y los costos de operación (OPEX), asociados a las actividades de supervisión ambiental, monitoreo, capacitación, mantenimiento, gestión de residuos y demás acciones requeridas para garantizar la ejecución continua del Programa de Vigilancia Ambiental.

Como resultado de este ejercicio se consolidó un presupuesto ambiental que integra las principales partidas del Programa de Vigilancia Ambiental, entre las que se incluyen la

coordinación y supervisión ambiental, la capacitación e inducción del personal, la señalización ambiental, la gestión de residuos, el rescate y protección de flora y fauna, el monitoreo ambiental y las demás medidas de manejo definidas para el proyecto. La valoración económica constituye una herramienta para asegurar la ejecución de las medidas ambientales durante todo el ciclo de vida del PS Altamirano, sin incluir los costos específicos de los programas ambientales que se presentan en anexos independientes, como el Programa de Reforestación.

Con el propósito de garantizar la implementación efectiva de las medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación definidas para el **PS Altamirano**, se realizó una estimación económica de los recursos necesarios para su ejecución durante las diferentes etapas del proyecto. Esta valoración asegura la disponibilidad presupuestal para el cumplimiento de los compromisos ambientales establecidos en el **Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)** y facilita la planificación financiera de las actividades de manejo ambiental.

La estimación económica considera los requerimientos asociados a personal, materiales, equipos, infraestructura, suministros y actividades operativas necesarias para la implementación de cada medida ambiental. Para facilitar su administración, el presupuesto fue estructurado diferenciando las **inversiones de capital (CAPEX)**, correspondientes a la adquisición e instalación inicial de infraestructura y equipos, y los **costos de operación (OPEX)**, asociados a las actividades de supervisión ambiental, monitoreo, capacitación, mantenimiento, gestión de residuos y demás acciones requeridas para garantizar la ejecución continua del Programa de Vigilancia Ambiental.

Como resultado de este ejercicio se consolidó un **presupuesto ambiental** que integra las principales partidas del Programa de Vigilancia Ambiental, entre las que se incluyen la coordinación y supervisión ambiental, la capacitación e inducción del personal, la señalización ambiental, la gestión de residuos, el rescate y protección de flora y fauna, el monitoreo ambiental y las demás medidas de manejo definidas para el proyecto. La valoración económica constituye una herramienta para asegurar la ejecución de las medidas ambientales durante todo el ciclo de vida del **PS Altamirano**, sin incluir los costos específicos de los programas ambientales que se presentan en anexos independientes, como el **Programa de Reforestación**.

Tabla 22 Evaluación Económica

RESUMEN ECONÓMICO – PARQUE SOLAR ALTAMIRANO

Partida	Descripción	CAPEX (MXN)	OPEX (MXN)	Total (MXN)	% del total	Estado
P-01	Coordinación y supervisión ambiental	$50.000	$1.802.400	$1.852.400	38,7%	Valorado
P-02	Capacitación e inducción ambiental	-	$93.600	$93.600	2,0%	Valorado
P-03	Señalización y delimitación ambiental	$194.500	$30.000	$224.500	4,7%	Valorado
P-04	Gestión de RSU y residuos de manejo especial	$120.000	$436.800	$556.800	11,6%	Valorado
P-05	Gestión de residuos peligrosos	$199.000	$223.200	$422.200	8,8%	Valorado
P-06	Control de erosión y estabilización	$390.000	$310.000	$700.000	14,6%	Valorado
P-07	Control de emisiones y polvo	-	$280.000	$280.000	5,8%	Valorado
P-08	Protección y manejo de flora	$100.000	$180.000	$280.000	5,8%	Valorado
P-09	Protección y manejo de fauna	$100.000	$280.000	$380.000	7,9%	Valorado
SUBTOTAL SIN REFORESTACIÓN		**$1.153.500**	**$3.636.000**	**$4.789.500**	**100,0%**	**Completo para P-01 a P-09**

IV.2.10 Conclusión

El presente Resumen Ejecutivo de la Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional (MIA-R), del Proyecto Solar Fotovoltaico PS Altamirano, sintetiza los principales resultados del estudio técnico desarrollado para evaluar la viabilidad ambiental del proyecto, integrando la descripción de sus obras y actividades, el análisis del marco jurídico aplicable, la caracterización del Sistema Ambiental Regional, el diagnóstico ambiental, la identificación y evaluación de los impactos ambientales, así como las medidas de prevención, mitigación, restauración, compensación y seguimiento propuestas para todas las etapas de su desarrollo.

La evaluación ambiental permitió establecer que el proyecto se desarrollará en un territorio con una marcada intervención antrópica, donde predominan actividades agropecuarias y coberturas previamente transformadas, conservando únicamente remanentes de vegetación y elementos ambientales que cumplen funciones ecológicas relevantes. La caracterización de los componentes abiótico, biótico, paisajístico y socioeconómico permitió identificar las condiciones actuales del área de influencia y establecer una línea base sólida para la valoración de los impactos ambientales potenciales asociados a la preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y eventual desmantelamiento del proyecto.

Como resultado del proceso de evaluación, se identificaron los principales impactos ambientales sobre el suelo, agua, aire, paisaje, flora, fauna y medio socioeconómico, determinándose que, mediante la implementación de las medidas de manejo ambiental propuestas, dichos impactos podrán prevenirse, mitigarse, restaurarse o compensarse de manera efectiva. Asimismo, el estudio incorpora un Programa de Vigilancia Ambiental, acompañado de indicadores de seguimiento, responsables de ejecución y una estimación económica que garantiza la disponibilidad de los recursos necesarios para implementar las acciones ambientales durante todo el ciclo de vida del proyecto.

El diseño del PS Altamirano incorpora criterios de ingeniería y planificación ambiental orientados a optimizar el uso del suelo, conservar los elementos ambientales de mayor sensibilidad, proteger los recursos hídricos, mantener la conectividad ecológica y reducir los efectos sobre el paisaje y las comunidades del área de influencia. De igual forma, el proyecto contempla programas específicos para la protección de la flora y fauna silvestre, la gestión

integral de residuos, el control de emisiones, la restauración ambiental y el seguimiento permanente de las medidas implementadas, fortaleciendo el desempeño ambiental del proyecto y promoviendo un proceso de mejora continua durante todas sus etapas.

En este contexto, los resultados de la Manifestación de Impacto Ambiental demuestran que el Proyecto Solar Fotovoltaico PS Altamirano es ambientalmente viable, siempre que las obras y actividades se desarrollen conforme a las especificaciones técnicas, la normatividad ambiental aplicable y los programas de manejo ambiental establecidos. La ejecución de las medidas propuestas permitirá mantener la funcionalidad de los componentes ambientales del territorio, minimizar los impactos identificados y asegurar el cumplimiento de los compromisos ambientales derivados del proyecto.

Finalmente, el PS Altamirano representa una alternativa alineada con los objetivos nacionales e internacionales de transición energética, al promover la generación de electricidad mediante una fuente renovable, contribuir a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y fortalecer la diversificación de la matriz energética del país. Bajo este enfoque, el proyecto constituye una iniciativa técnicamente sustentada y ambientalmente responsable, capaz de generar beneficios energéticos, ambientales y socioeconómicos, manteniendo un equilibrio entre el aprovechamiento de los recursos naturales y la conservación del Sistema Ambiental Regional donde se desarrollará.