Green World
Environmental and Social Discovery

Atlantica
Sustainable Infrastructure

RESUMEN EJECUTIVO

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

"PV Ceballos "

FEBRERO, 2026

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-1**

I.3 Duración del proyecto **I-2**

II DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES **II-3**

II.1 Superficie de afectación del proyecto **II-4**

II.2 Características particulares del proyecto **II-9**

II.2.1 Módulos Fotovoltaicos II-10

II.2.2 String o serie II-11

II.2.3 Caja de conexiones de los módulos II-12

II.2.4 Conectores II-12

II.2.5 Trackers II-12

II.2.6 Inversores II-13

II.2.7 Transformador II-14

II.2.8 Red de media tensión II-15

II.2.9 Red de baja tensión II-15

II.2.10 Zanjas PV II-16

II.2.11 Comunicaciones y SSAA II-18
II.2.12 Red de tierras II-22
II.2.13 Subestación ceballos II-24
II.2.14 Línea de transmisión existente y apertura de línea II-26
II.3 Obra civil II-32
II.3.1 Caminos II-32
II.3.2 Obras de drenaje II-34
II.3.3 Movimiento de Tierras PV II-36
II.3.4 Areas de exclusión II-37
II.3.5 Cimentaciones ' II-37
II.3.6 Trabajos Civiles Subestación II-39
II.3.7 Areas de instalaciones II-40
II.3.8 Cimentaciones de líneas de transmisión II-41
II.4 Programa de trabajo II-42
II.4.1 Preparación del sitio y Construcción II-44
II.4.2 Etapa de Construcción II-45
II.4.3 Montaje de estructuras y equipo de subestación II-49
II.4.4 Operación y Mantenimiento II-52
II.4.5 Desmantelamiento II-54

III VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES III-55

IV DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN IV-56

IV.1 Diagnóstico ambiental IV-56

IV.1.1 Descripción y análisis del diagnóstico ambiental IV-60

V IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS V-68

V.1 Descripción de los impactos identificados V-68

V.1.1 Descripción de los impactos del componente agua V-68

V.1.2 Descripción de los impactos del componente suelo V-70

V.1.3 Descripción de los impactos del componente aire V-71

V.1.4 Descripción de los impactos del componente paisaje V-72

V.1.5 Descripción de los impactos del componente flora V-73

V.1.6 Descripción de los impactos del componente fauna V-74

V.1.7 Descripción de los impactos del componente socioeconómico V-77

VI ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL VI-78

VI.1 Fichas de las líneas estratégicas de las medidas de mitigación VI-78

VI.1.1 Medidas ambientales para el componente agua VI-78

VI.1.2 Medidas ambientales para el componente suelo VI-87

VI.1.3 Medidas ambientales para el componente aire VI-98

VI.1.4 Medidas ambientales para el componente paisaje VI-104

VI.1.5 Medidas ambientales para el componente flora..... VI-106

VI.1.6 Medidas ambientales para el componente fauna..... VI-111

VI.1.7 Medidas ambientales para el componente socioeconómico..... VI-120

VII PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS..... VII-121

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Superficie de ocupación por componente de cada uno de los componentes del proyecto. .II-5
Tabla 2. Superficie de ocupación del proyecto según el Uso de suelo y Vegetación. II-6
Tabla 3. Reclasificación del Uso de suelo y vegetación dentro del área del proyecto según los trabajos de campo II-8
Tabla 4 Características generales del módulo fotovoltaico. II-11
Tabla 5. características de las torres. II-29
Tabla 6. Cronograma de trabajo..... II-43
Tabla 7. Etapas de desmantelamiento y abandono Subestación, LT y PV..... II-54
Tabla 8. Componentes ambientales susceptibles a presentar alguna modificación. IV-57
Tabla 9. Rango de calidad. IV-59
Tabla 10. Categorías de calidad. IV-60
Tabla 11. Diagnostico Ambiental.....IV-61
Tabla 12. Valoración de los componentes ambientales. IV-66
Tabla 14. Rangos de calidad. IV-67
Tabla 15. Calidad obtenida para cada componente en el área del proyecto. IV-67
Tabla 16. Descripción de los impactos identificados para el componente agua..... V-69
Tabla 17. Descripción de impactos identificados para el componente suelo. V-70
Tabla 18. Descripción de los impactos identificados para el componente aire. V-71
Tabla 19. Descripción de los impactos asociados al componente paisaje. V-72
Tabla 20. Descripción de los impactos identificados para el componente flora. V-74
Tabla 21. Descripción de los impactos identificados para el componente fauna. V-75
Tabla 22. Descripción de los impactos identificados para el componente socioeconómico. V-77

Índice de Figuras

Figura 1 Ubicación del proyecto PV Ceballos..... I-2
Figura 2. Componentes del proyecto..... II-5
Figura 3. Usos de suelo y vegetación observados en el área del proyecto..... II-9
Figura 4. Modulo Fotovoltaico..... II-10
Figura 6 Conexión en serie..... II-11
Figura 7 Posiciones de la estructura portante..... II-13
Figura 8. Inversor SG350HX-20., ... II-14
Figura 9. Transformador MVS8960-LV/ MVS4.480-LV. II-14
Figura 10 Diagrama de la red colectora de media tensión en la planta..... II-15
Figura 11. Diagrama de la Red de baja tensión de la planta..... II-16
Figura 12 Detalle del diseño de zanjas MT II-17
Figura 13 Detalle del diseño de zanjas BT..... II-18
Figura 14. Referencia del sistema de seguridad..... II-22
Figura 15. Vista en planta de la Subestación Eléctrica Elevadora del Parque Solar. II-25
Figura 16. Vista en planta de la Subestación Eléctrica de Maniobras del proyecto fotovoltaico Ceballos. II-26
Figura 17. A la izquierda Torre Celosía 2R1, a la derecha Torre Celosía E92W21CA..... II-30
Figura 18. Valores de ancho de derecho de vía para estructuras auto soportadas. II-31
Figura 19. Apertura de Línea La Lucha – Gómez Palacio en 230 kV, Punto de interconexión..... II-32
Figura 20 Sección tipo en balcón..... II-34
Figura 21. Cuneta trapezoidal..... II-35
Figura 22. Sección ODT de vado de concreto..... II-36
Figura 23. Cimentación tipo pilote para suelo blando o profundo. II-41
Figura 24. Cimentación tipo pilote para suelo blando o profundo. II-42
Figura 25 Iconografía de clasificación de RSU. Fuente: SEMARNAT. VI-89

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

I.1 Nombre del proyecto

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

I.2 Ubicación del Proyecto

El Proyecto PV Ceballos se ubica geopolíticamente en el municipio de Mapimí en la parte norte del estado de Durango, el predio donde se desarrollará el proyecto se ubica a un costado de la carretera federal 49 Gómez Palacio - Jiménez en su tramo Jiménez- Torreón. En el siguiente mapa se muestra la ubicación del proyecto.

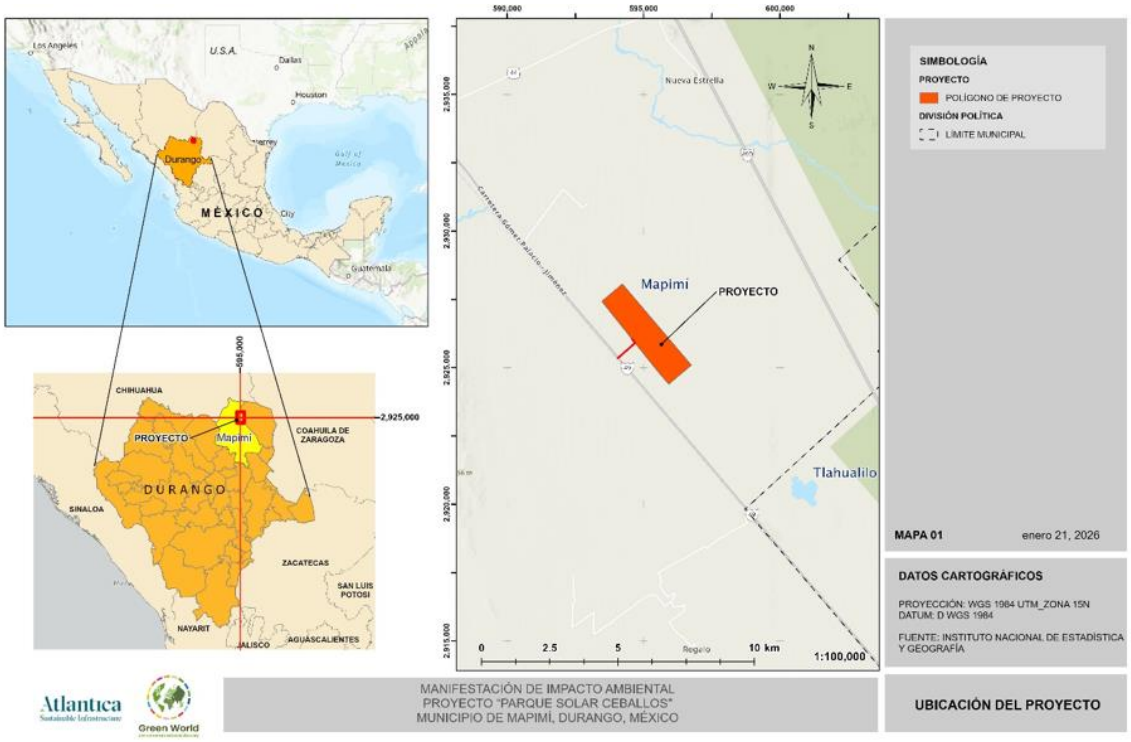


Figura 1 Ubicación del proyecto PV Ceballos

I.3 Duración del proyecto

El desarrollo del proyecto se llevará a cabo en 6 etapas: Gestión, Preparación del sitio, Construcción, Comisionamiento, Operación y mantenimiento, y desmantelamiento. La duración estimada de la etapa de preparación del sitio y construcción es de 30 meses, mientras que la duración estimada de la etapa de Operación y Mantenimiento es de 25 años con posibilidad de extenderse, de acuerdo con el buen funcionamiento de los componentes, derivado del mantenimiento adecuado y oportuno.

Respecto a la etapa de abandono del sitio, de forma previa al término de la vida útil del proyecto se propondrán de forma precisa las actividades específicas y tiempos de ejecución de esta etapa.

Se plantea una Etapa Previa a la Preparación del Sitio para llevar a cabo diligencias como permisos, licencias y autorizaciones ante las autoridades correspondientes. Se delimitará el trazo del proyecto y se realizarán estudios relacionados con la ingeniería y geotecnia, así como la elaboración de la cartografía y la realización de levantamiento topográfico.

Para la realización de las actividades vinculadas con la Preparación del sitio y construcción se estima un periodo de 30 meses en promedio. En la preparación del sitio se llevarán a cabo actividades como el desmonte y despalme, mientras que en la construcción se llevarán a cabo tareas relacionados con la obra civil, como excavación y zanjas, instalación de módulos y plataformas, entre otras actividades.

La etapa de Operación y mantenimiento cubre un lapso de 25 años y en esta se realizarán actividades propias de este rubro.

La etapa definida como Desmantelamiento, se incluyen las actividades relacionadas con el desmantelamiento, la recuperación del suelo y la vegetación dejándolos en las condiciones en las que se encontraban previo al desarrollo del Proyecto. La etapa de Desmantelamiento es enunciativa ya que se prevé que con el mantenimiento adecuado de los equipos e instalaciones, la vida útil del proyecto pueda ampliarse previa autorización.

II Descripción de las obras y actividades

El proyecto PV Ceballos consiste en la construcción y operación de una central fotovoltaica que pretende la generación de 227.84 MW a través de la instalación de 360,600 módulos trina solar TSM-670DEG21C.20

El proyecto "PV Ceballos" consiste en la construcción y operación de una central fotovoltaica con una potencia pico instalada (DC) de 241.60 MWp, así como potencia nominal instalada (AC) de 227.84 MWac; el proyecto PV Ceballos contará con 28 transformadores MVS8960kVA y 1 de MVS4480kVA, también contará con 712 inversores SUNGROW SG350HX-20, con trackers PVH 1V60 (+-55) °, y con 360,600 módulos trina solar TSM-670DEG21C.20, que inyectarán a la red una potencia (en el punto de interconexión) de 200 MWac a través de una

línea de transmisión en 230 kV, misma que se conectará a la Subestación Eléctrica Lucha-Gómez Palacio (Existente).

Entre los principales componentes del proyecto se encuentran los aerogeneradores, las plataformas, las zapatas, los caminos internos, la subestación elevadora, oficinas, almacenes, línea de transmisión, torres, cableado, obras hidráulicas, entre otros.

II.1 Superficie de afectación del proyecto

El Proyecto corresponde a un proyecto de generación de energía eléctrica a partir de radiación solar, que pretende la generación (DC) de 241.60 MWp, así como potencia nominal instalada (AC) de 227.84 MWac y una inyección a la Red de 200 MWac de energía eléctrica limpia mediante la instalación de 360,600 módulos e infraestructura adicional que permitirá alcanzar este objetivo.

En este sentido, la instalación del Proyecto, necesita la instalación de distintos componentes como módulos, plataformas, subestación eléctrica elevadora, zanjas, inversores, transformadores, caminos, una Línea de Transmisión entre otros, que en conjunto necesitan una **superficie de ocupación total de 409.3270 ha.** En el siguiente mapa se presentan los componentes del Proyecto.

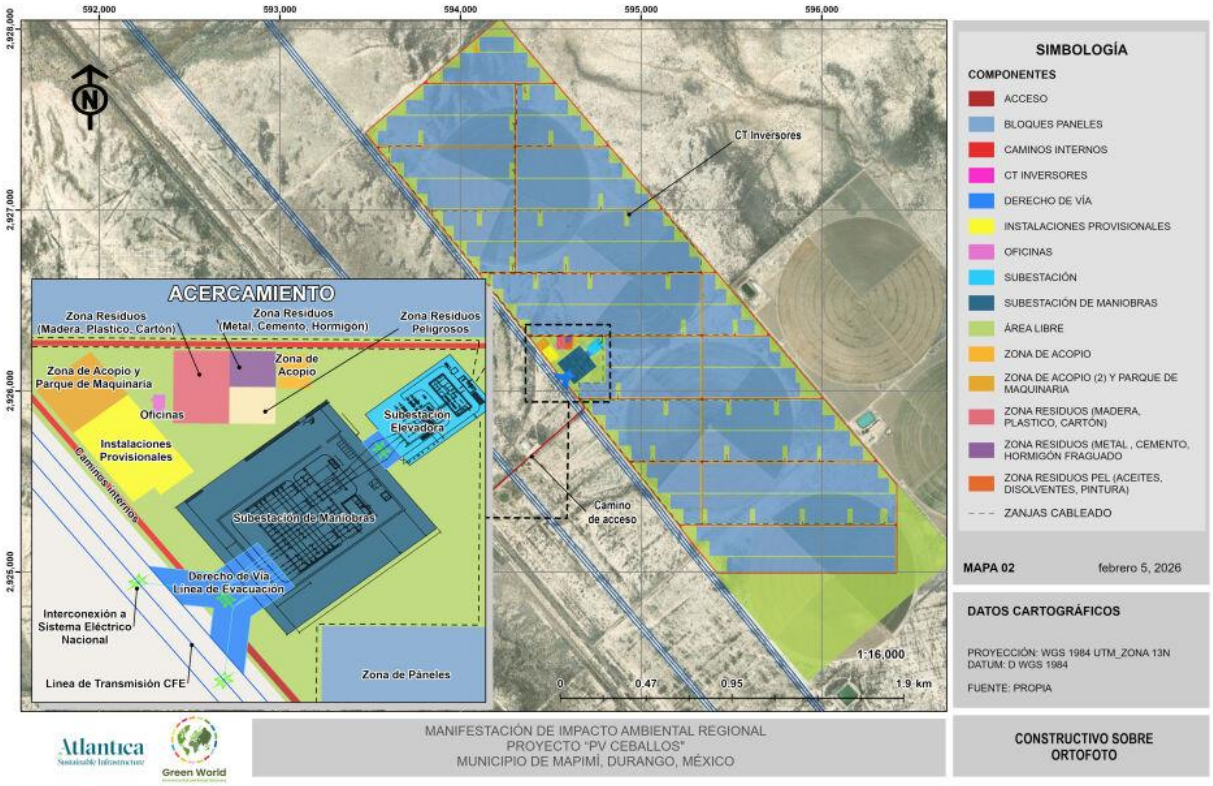


Figura 2. Componentes del proyecto

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)
Camino de acceso	0.5981
Zona de acopio norte	0.0812
Bloques paneles	289.381
Caminos internos	10.7161
CT (inversores)	0.2088
Derecho de vía	0.6004
Instalaciones provisionales	0.5006
Oficinas	0.0198
Subestación Elevadora	0.54

Componente	Superficie (ha)
Subestación de Maniobras	2.2222
Vallado (área libre)	103.526
Zona de acopio 1	0.0812
Zona de acopio (2) y parque de maquinaria	0.2863
ZONA RESIDUOS (madera, plástico, cartón)	0.3119
ZONA RESIDUOS (metal, cemento, hormigón fraguado	0.1267
Zona residuos peligrosos (aceites, disolventes, pintura)	0.1267
Total	**409.3270**

En este sentido, según la Capa de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII de INEGI, dentro del Área del Proyecto se distribuyen un uso de suelo definido como Agricultura de Riego Anual y dos tipos de vegetación; Halófila Xerófila y Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Halófilo, en la siguiente tabla se presenta el tipo de uso de suelo y vegetación de acuerdo con la distribución de los componentes del proyecto.

Tabla 2. Superficie de ocupación del proyecto según el Uso de suelo y Vegetación.

Clave	Descripción	Componente	Superficie (ha)
RA	Agricultura de riego anual	Acceso	0.3093
RA	Agricultura de riego anual	Bloques paneles	254.4596
RA	Agricultura de riego anual	Caminos internos	8.1282
RA	Agricultura de riego anual	CT inversores	0.1944
RA	Agricultura de riego anual	Derecho de vía	0.6004
RA	Agricultura de riego anual	Instalaciones provisionales	0.5006
RA	Agricultura de riego anual	Oficinas	0.0198
RA	Agricultura de riego anual	Subestación	0.54
RA	Agricultura de riego anual	Subestación de maniobras	2.2222
RA	Agricultura de riego anual	Vallado	84.6017
RA	Agricultura de riego anual	Zona de acopio	0.0812

Clave	Descripción	Componente	Superficie (ha)
RA	Agricultura de riego anual	Zona de acopio (2) y parque de maquinaria	0.2863
RA	Agricultura de riego anual	Zona residuos (madera, plástico, cartón)	0.3119
RA	Agricultura de riego anual	Zona residuos (metal, cemento, hormigón fraguado	0.1267
RA	Agricultura de riego anual	Zona residuos peligrosos (aceites, disolventes, pintura)	0.1267
VH	Vegetación Halófila Xerófila	Acceso	0.0349
VSa/PH	Vegetación Secundaria Arbustiva De Pastizal Halófilo	Acceso	0.2539
VSa/PH	Vegetación Secundaria Arbustiva De Pastizal Halófilo	Acopio	0.0812
VSa/PH	Vegetación Secundaria Arbustiva De Pastizal Halófilo	Bloques paneles	34.9214
VSa/PH	Vegetación Secundaria Arbustiva De Pastizal Halófilo	Caminos internos	2.5879
VSa/PH	Vegetación Secundaria Arbustiva De Pastizal Halófilo	CT inversores	0.0144
VSa/PH	Vegetación Secundaria Arbustiva De Pastizal Halófilo	Vallado (área libre)	18.9244
Total			**409.3270**

Como parte de los trabajos de caracterización biótica y abiótica del área del proyecto fue posible identificar mediante el trabajo de campo que los usos de suelo y vegetación presentes en el sitio son distintos a lo señalado por INEGI. Se determinó que actualmente dentro del área del proyecto se distribuye un uso de suelo definido como agricultura de riego (agrícola) y un tipo de vegetación denominada como Vegetación Secundaria de Pastizal Halófilo. En la siguiente tabla se muestra la superficie por componente respecto al uso de suelo y vegetación actual dentro del área del proyecto.

Tabla 3. Reclasificación del Uso de suelo y vegetación dentro del área del proyecto según los trabajos de campo

Componentes	Tipo de Uso de suelo y vegetación	Superficie (Ha)
Acceso	Vegetación secundaria de pastizal halófila	0.5981
Bloques paneles	Agrícola	196.4757
Bloques paneles	Vegetación secundaria de pastizal halófila	92.9053
Caminos internos	Agrícola	5.0998
Caminos internos	Vegetación secundaria de pastizal halófila	5.6163
CT inversores	Agrícola	0.1369
CT inversores	Vegetación secundaria de pastizal halófila	0.0719
Derecho de Vía	Vegetación secundaria de pastizal halófila	0.6004
Instalaciones provisionales	Vegetación secundaria de pastizal halófila	0.5006
Oficinas	Vegetación secundaria de pastizal halófila	0.0198
Subestación Elevadora	Agrícola	0.1232
Subestación Elevadora	Vegetación secundaria de pastizal halófila	0.4168
Subestación de Maniobras	Vegetación secundaria de pastizal halófila	2.2222
Vallado	Agrícola	59.7592
Vallado	Vegetación secundaria de pastizal halófila	43.7669
Zona de acopio	Vegetación secundaria de pastizal halófila	0.1624
Zona de acopio (2) y parque de maquinaria	Vegetación secundaria de pastizal halófila	0.2863
Zona residuos (madera, plástico, cartón)	Vegetación secundaria de pastizal halófila	0.3119
Zona residuos (metal, cemento, hormigón fraguado	Vegetación secundaria de pastizal halófila	0.1267
Zona residuos peligrosos (aceites, disolventes, pintura)	Vegetación secundaria de pastizal halófila	0.1267
TOTAL		**409.3270**

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.

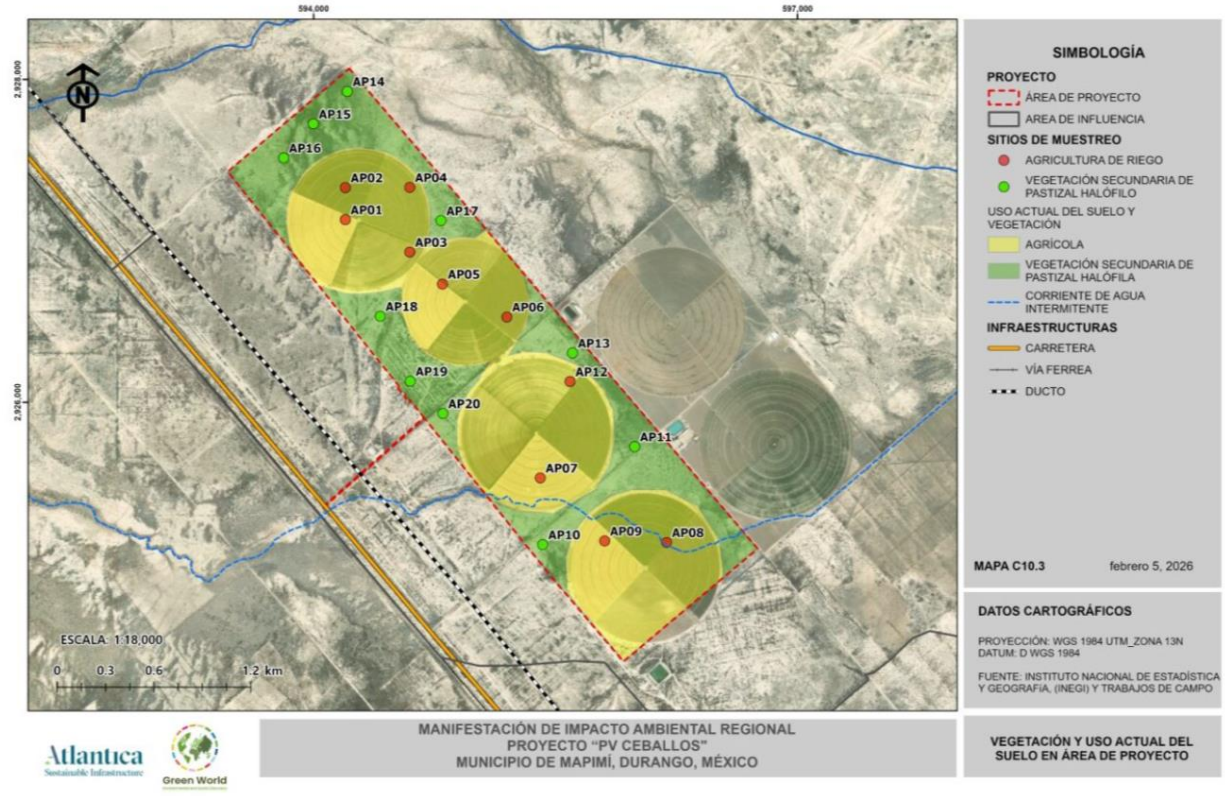


Figura 3. Usos de suelo y vegetación observados en el área del proyecto.

II.2 Características particulares del proyecto

La planta solar Ceballos, cuenta con dos bloques tipo; el bloque tipo I es de 422 strings (22 inversores con 17 strings y 3 inversores con 16 strings), el bloque tipo II ves de 204 strings (12 inversores de 17 strings). La planta solar Ceballos cuenta con 28 bloques tipo 1 y 1 bloque tipo 2. Cuenta con una distribución de 14 circuitos para la Red de media tensión. Vallado perimetral, caminos internos, subestación, edificios O&M, campamentos de faena entre otros. A continuación, se describen los principales componentes del proyecto "PV Ceballos".

II.2.1 Módulos Fotovoltaicos

Un módulo fotovoltaico es una asociación de células a las que protege físicamente de la intemperie y aísla eléctricamente del exterior, dando rigidez mecánica al conjunto.

Existen multitud de módulos, tanto por su configuración eléctrica como por sus características estructurales y estéticas. En general, la asociación de células es encapsulada en dos capas de EVA (etileno-vinilo-acetato), entre una lámina frontal de vidrio y una capa posterior de un polímero termoplástico (frecuentemente se emplea el tedlar) u otra lámina de cristal cuando se desea obtener módulos con algún grado de transparencia. Muy frecuentemente este conjunto es enmarcado en una estructura de aluminio anodizado con el objetivo de aumentar la resistencia mecánica del conjunto y facilitar el anclaje del módulo a las estructuras de soporte.

La estructura de los módulos se muestra en la siguiente figura:

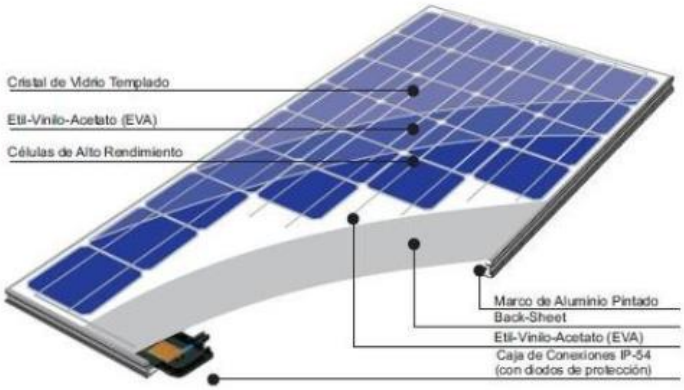


Figura 4. Modulo Fotovoltaico

El módulo está caracterizado por las curvas de rendimiento, las cuales, en función de la Intensidad y la tensión de estos, se identifica el punto de máxima potencia, según condiciones estándares de funcionamiento, 1000 W/m^2 de radiación solar y 25°C de temperatura de célula. Los módulos están preparados para soportar condiciones ambientales extremas.

Las características generales del módulo se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4 Características generales del módulo fotovoltaico.

Concepto	Datos del solicitante
Fabricante	Trina Solar
Modelo	TSM-670DEG21C.20
Número de paneles en la central	360.600
Potencia nominal (Wp)	670
Voltaje nominal en string (V)	1.4010
Voltaje a máxima potencia (Vmp)	39.2
Voltaje de circuito abierto (Voc)	47,0
Corriente de corto circuito (Isc)	18,1
Corriente a máxima potencia (Imp)	17.09
Temperatura máxima y mínima de operación	+85° C / -40° C
Eficiencia (%)	22,4
Dimensiones mm	2384x1303x33

II.2.2 String o serie

La conexión en serie de un grupo determinado de módulos, se denomina serie o string. Estas ramas se conectan en una string box o caja de nivel 1. El cableado empleado para dichas conexiones está dimensionado para producir la menor caída de tensión, con secciones típicas de 10 y 8 AWG y son de clase II, quiere decir esto que tiene un doble aislamiento para prevenir los casos en que se produzca un primer defecto.

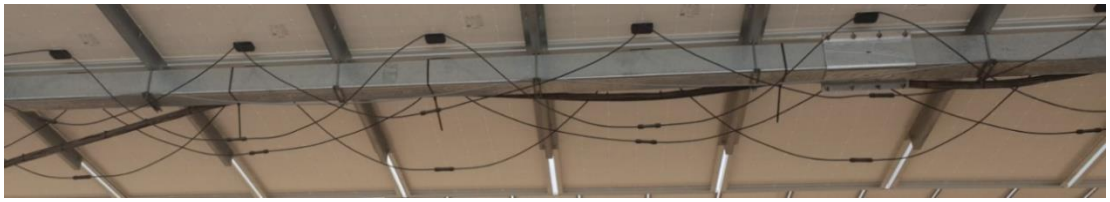


Figura 5 Conexión en serie

II.2.3 Caja de conexiones de los módulos

Es el circuito de conexión donde se agrupa la circuitería eléctrica 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.

II.2.4 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.

II.2.5 Trackers

Los módulos fotovoltaicos se colocan sobre una estructura metálica portante que se apoya en el suelo y que constituye el soporte de estos, denominada tracker. La estructura soporte deberá estar garantizada contra la corrosión por un periodo no inferior a 25 años según normativa ISO 14713 C3 y 30 años según ISO 14713 C2.

La estructura de los módulos fotovoltaicos se posicionará de acuerdo con la orientación e inclinación óptimas y agrupados en strings. En la siguiente figura se puede ver la gran diversidad de configuraciones en cuanto a la disposición de módulos que existen tanto para estructuras fijas monoposte como biposte.

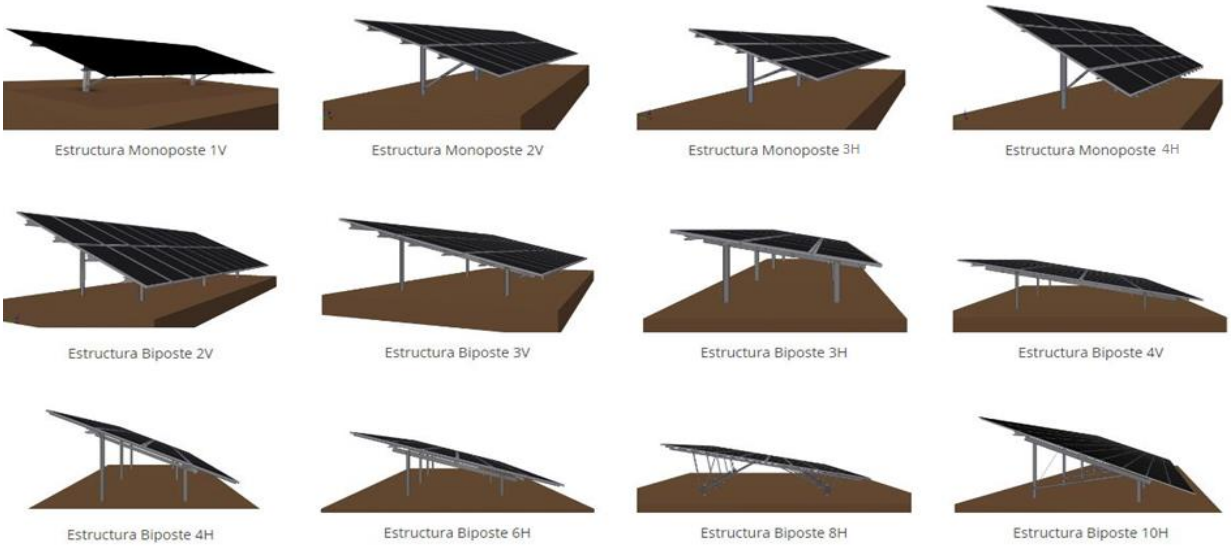


Figura 6 Posiciones de la estructura portante

El montaje de los módulos fotovoltaicos en los seguidores se realiza mediante elementos de unión atornillados. Las estructuras fotovoltaicas (tanto fijas como seguidores) pueden usar distintos tipos de cimentación para adaptarse a las características del terreno. Las cimentaciones se deben diseñar de acuerdo con el informe geotécnico del sitio.

II.2.6 Inversores

El inversor es un dispositivo eléctrico que convierte corriente continua en corriente alterna a una determinada frecuencia mediante un puente IGBT, el cual produce pulsos secuenciales en la corriente continua, los cuales dan lugar a una onda de tipo senoidal, siendo esta la corriente alterna. El inversor funciona mediante seguimiento del punto de máxima potencia en cada momento, de forma que optimiza los valores de entrada de intensidad y tensión en corriente continua. En su interior la llegada es en corriente continua, conectado a un interruptor, el cual es controlado por el inversor. A continuación se presenta la imagen del inversor SG350HX-20., mismos que se emplearan en el Proyecto.



Figura 7. Inversor SG350HX-20.,

II.2.7 Transformador

Los transformadores utilizados de 8.96kVA y 4.48kVA similares o equivalentes están distribuidos por la planta solar y cada subcampo contara con uno, deben ir en el centro de cada subcampo para minimizar perdidas de los sistemas de cableado; Los transformadores deben de tener acceso mediante los caminos internos, deben estar sobre cimentaciones diseñadas acorde a los equipos. Los inversores de cada subcampo llegaran a las entradas LV del transformador, recolectando toda la energía generada en AC. Para posteriormente elevarla de tención y poder inyectarla a la subestación Ceballos. A continuación, se presenta un diagrama de un trasformador de los que serán empleados en el Proyecto.

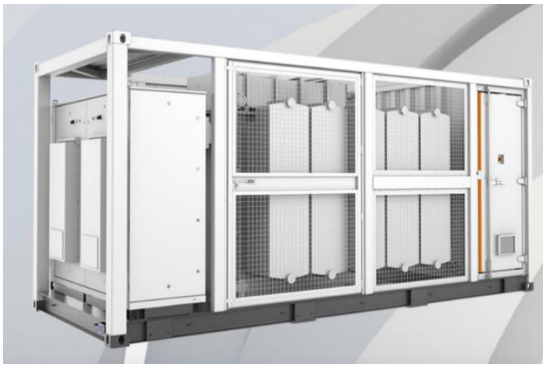


Figura 8. Transformador MVS8960-LV/ MVS4.480-LV.

II.2.8 Red de media tensión

Todos los bloques tipo tendrán asociado un centro de transformación de 0.8/34.5 kV. Las celdas de interconexión y protección estarán situadas en la base del transformador. En la siguiente figura se muestra la red de media tensión.

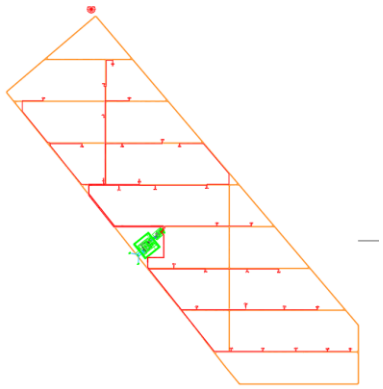


Figura 9 Diagrama de la red colectora de media tensión en la planta

La red colectora de 34.5 kV comprende desde los terminales interiores de las celdas de entrada de la subestación Ceballos, hasta los terminales interiores de las celdas de entrada de cada centro de transformación.

Se ha previsto la ejecución de una red de 34.5 kV, constituida por 14 circuitos para la evacuación de la energía generada por los centros de transformación.

II.2.9 Red de baja tensión

A continuación se muestra el diagrama de la red de baja tensión, se muestran los bloques tipo I y II con el tendido de BT, el bloque tipo1 corresponde a cableado del CT-01 y bloque tipo II para el CT-29, el tendido des mostrado. Los tendidos son los siguientes:

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

Nivel 2. Es considerado en cable de la salida de los inversores a la llegada de los transformadores que se encuentra en cada CT.

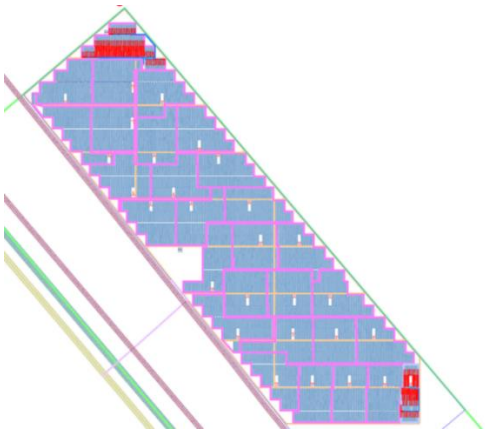
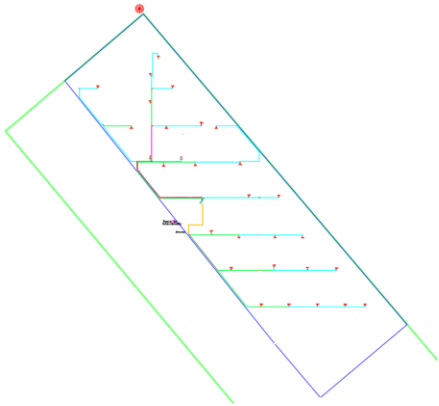


Figura 10. Diagrama de la Red de baja tensión de la planta

II.2.10 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



II.2.10.1 Zanjas MT

El cableado de MT que interconectará los transformadores entre sí, y estos con la subestación de la planta solar, incluyendo el tendido de la fibra óptica adecuada, se realizará mediante el

siguiente tipo de canalizaciones subterráneas en tubos separados de diferentes tamaños según el uso de secciones de cableado:

Las Zanjas de MT son de 1 m de profundidad y ancho variable 0, m mínimo. La primera capa se cubrirá con 10 cm de arena sobre la que se apoyarán los cables directamente enterrados sin blindaje ni conductos. Luego se cubre con arena sobre la cual se colocarán láminas de plástico sin halógenos (PE) como protección mecánica. La última capa de 70 cm puede estar con la misma superficie terrestre. El voltaje del cable es de 18/30 kV (36 kV). A continuación se presenta un diagrama de los tipos de zanja que serán empleados.

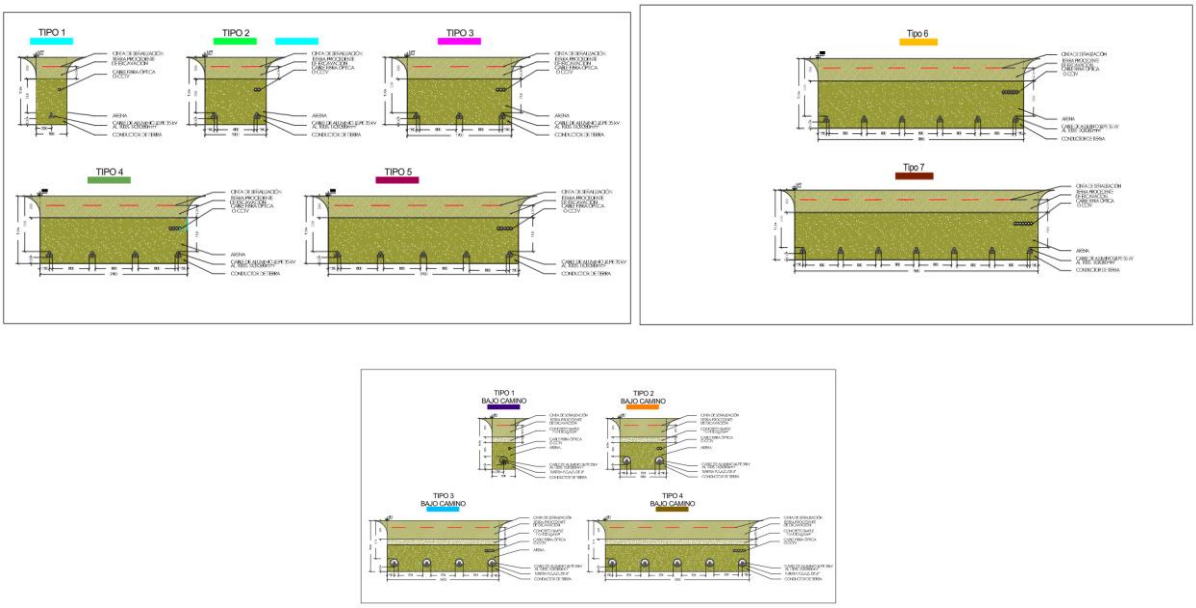


Figura 11 Detalle del diseño de zanjas MT

II.2.10.2 Zanjas BT

Será necesaria la implantación de zanjas BT para los CT-01 y CT-29, en el Nivel 1 existirán cruces de tracker a trackers de acuerdo al tipo de configuración que se tenga para cada inversor, también se deben utilizar las zanjas en nivel 1 en el tramo de la salida de los trackers a la llegada de los inversores, es recomendable que estos cables de nivel 1 vayan en tubo

para su protección. Las zanjas para el cable de nivel 2 son para la transición de la salida de los inversores a cada transformador.

A continuación se muestran los detalles de las zanjas implantadas en los CT-01 y CT-29, para nivel 1 y nivel 2.

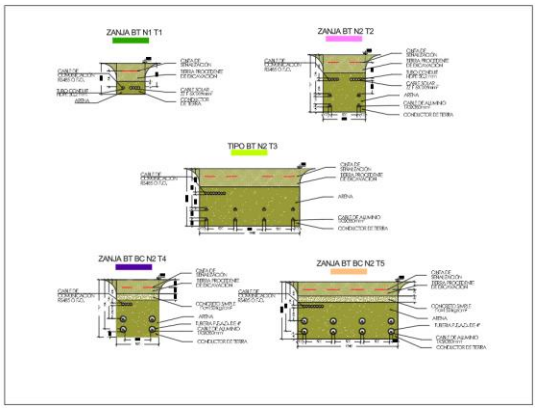


Figura 12 Detalle del diseño de zanjas BT

II.2.11 Comunicaciones y SSAA

Este componente se conforma de una Red de fibra Optica, Instumentos de Medición, Estación meteorológica, canalizaciones del SSAA, y Sistema de seguridad y CCTV

II.2.11.1 Red de fibra óptica

Se requiere una red de comunicación confiable y segura para conectar los dispositivos de adquisición de datos y el servidor. La infraestructura de red deberá estar preparada para trabajar en un anillo de fibra óptica entre estaciones de potencia y subestación eléctrica.

Se empleará fibra óptica: tipo monomodo de al menos 12 hilos, con grado de protección UV, resistente al agua, aceites, y químicos. Deberá ser seleccionada para su instalación en ducto.

El cableado deberá ser etiquetado y ordenado, sin colocar cables con longitudes con grandes excedentes. Además, el cableado que llega al exterior del cuarto de control no deberá llegar directamente a los equipos finales, se deberán considerar equipos intermedios para sus conexiones finales (patch panel, patch box, etc.).

II.2.11.2 Instrumentos de medición

Los puntos de medición que se mostrarán y registrarán serán, como mínimo:

- Energía, potencia, tensión e intensidad en las líneas de entrada de CC del inversor
- Energía, potencia, tensión e intensidad en las líneas de salida de CA del inversor
- Energía, potencia, tensión e intensidad en las líneas de salida del transformador, así como la temperatura de este
- En medidores de producción: Energía activa/reactiva (4Q), potencia activa y reactiva, tensión, intensidad, frecuencia de red, factor de potencia
- En estaciones meteorológicas: sensores de irradiación según la arquitectura de la Instalación, piranómetros, anemómetros, sensores de temperatura ambiental y de módulos, pluviometría etc.

Se debe hacer una copia de seguridad diaria de la base de datos del sistema, y al menos una vez a la semana, los datos deben cargarse en un lugar seguro, fuera de la instalación (nube o centro de control

II.2.11.3 Estación meteorológica

Se deberán instalar una (1) estación meteorológica principal cada 50Mwp instalados, la cual contará con protección independiente contra descargas atmosféricas y contener como mínimo los siguientes equipos:

- Un datalogger con alta capacidad de almacenamiento y entradas análogas y digitales

- Dos (2) piranómetros, ubicados en el plano de los módulos (POA)
- Un (1) piranómetro, ubicado horizontalmente
- Un (1) sensor de albedo
- Un (1) sensor de temperatura ambiente:
- Un (1) sensor de humedad relativa
- Dos (2) termocuplas o sensores de temperatura de celda por cada Orientación de módulos en el Proyecto:
- Un (1) pluviómetro:
- Un (1) anemómetro y veleta de dirección
- Un (1) barómetro
- Un (1) sistema de medición de suciedad:
- Dos (2) sensores de ángulo de inclinación instalados en el plano de los módulos (POA) cuando el Proyecto contemple estructuras seguidoras, en cuyo caso estos deberán ser monitoreados.
- Cables de interconexión y otros accesorios necesarios para el funcionamiento y la puesta en marcha de los Equipos de Monitoreo Meteorológico.
- Un sistema de potencia independiente alimentado por un módulo solar independiente con batería y todos los sistemas periféricos necesarios para su funcionamiento.
- Un sistema de respaldo UPS que deberá suministrar energía durante veinticuatro horas (24h) tras un fallo en el suministro principal.

Además, se deberán instalar estaciones meteorológicas secundarias instaladas en la estructura del panel fotovoltaico que incluirán:

- Dos (2) Piranómetros Plane of Array (POA, plano del módulo) de clase A según la IEC61724-1.
- Dos (2) sensores de ángulo de inclinación en el plano de módulos
- Tres (2) Sensores de temperatura de panel.
- Dos (2) Sistemas de medición de irradiación difusa de la parte trasera del panel (albedómetro). Deberá ser de clase A según la IEC61724-1

Se instalará una envolvente con registrador y alimentación autónoma cuando la distancia de la torre supere los 30 m de distancia respecto al CT

II.2.11.4 Canalizaciones SSAA

Las canalizaciones deben ser capaces de soportar el peso del suelo y las cargas externas, así como resistir la corrosión y el envejecimiento. Deberán respetar la capacidad de carga y ocupación con base a la NFPA 70.

Los cables de comunicaciones no podrán compartir canalización con los cables de potencia y deberán estar separados una distancia mínima de 20 cm respecto a las canalizaciones de potencia.

II.2.11.5 Sistema de seguridad y CCTV

Se instalará una red de cámaras de video y dispositivos de control de acceso en las áreas perimetrales, accesos principales, la estación de inversores y transformadores (ITS) y el edificio de Operación y Mantenimiento (O&M). El sistema deberá garantizar una cobertura óptima con el menor número posible de cámaras, ubicadas estratégicamente para maximizar el monitoreo de las áreas críticas.

Además de estos monitores, se deben considerar monitores para SCADA y sistemas de seguridad (CCTV) en la sala de operaciones, según las especificaciones de estos sistemas.

El sistema de seguridad (CCTV) deberá incluir un sistema de detección de intrusos. Este sistema activará automáticamente las cámaras y el sistema de altavoces, enfocando el área de intrusión y generando una alerta visual en el sistema de monitoreo del PROPIETARIO.

Todo el diseño e instalación del sistema de seguridad debe cumplir con los estándares locales e internacionales más recientes, cumpliendo con las normativas y estándares aplicables.

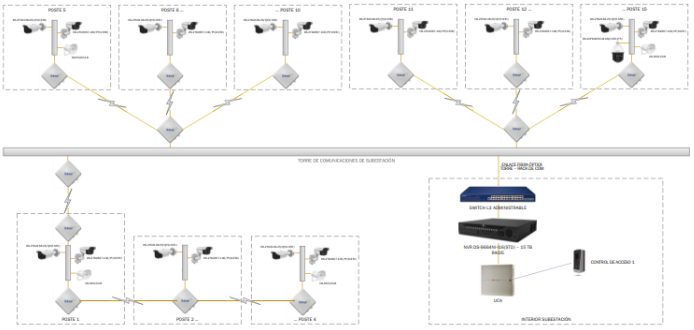


Figura 13. Referencia del sistema de seguridad

Con base a este mismo diseño considerado para el Parque, es que se presenta además una topología de referencia, con las coberturas aproximadas de los enlaces de comunicación Wireless.

II.2.12 Red de tierras

II.2.12.1 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.

II.2.12.2 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.

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 norma IEC 62305, y las normas y códigos nacionales y locales.

II.2.12.3 Conexión a tierra de los equipos eléctricos

II.2.12.3.1 Cuadros eléctricos

Cada cuadro eléctrico se conectará al bucle de puesta a tierra mediante dos conductores de derivación de cobre desnudo, que conectarán cada extremo de la barra de puesta a tierra del cuadro. Los cuadros de distribución local

II.2.12.3.2 Aparatos de iluminación y postes de seguridad

Las partes conductoras y/o metálicas de estos equipos se pondrán a tierra mediante el conductor de protección del cable de alimentación conectado a la barra de tierra del cuadro de alumbrado.

Los terminales de puesta a tierra de los postes de seguridad y del alumbrado se conectarán directamente al bucle de puesta a tierra mediante conductores de derivación.

II.2.12.3.3 Cable desnudo subterráneo

Las características del cable desnudo de puesta a tierra son las siguientes:

- Material: Material de los alambres será cobre de alta pureza (contenido mínimo de cobre 99,9%)
- Temple: Semiduro

- Sección: Mínimo (50 mm^2 y $35mm^2$)
- Número de alambres: 19
- Ø Exterior: 10,57 mm
- Peso: 608 kg/km
- Resistencia eléctrica a 20°C: 0,270 ohm/km
- Normativa: ASTM B8, NMX-J-012-ANCE, NMX-J-035-ANCE, E0000-32

II.2.13 Subestación ceballos

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

- Trasformador de potencia elevador de 34.5 / 230 kV, conformado por dos devanados (un primario y un secundario), con una potencia máxima de 260 MVA.
- Salida de línea en 230 kV para realizar la interconexión desde la subestación elevadora hasta la subestación de maniobras del mismo proyecto.
- Edificio de control.
- Transformador de Servicios Propios.
- Generador de emergencia.
- Tanque diésel.
- 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.

De manera adicional se contará con una S.E. Maniobras Ceballos,

- Entrada de línea desde la S.E. Elevadora Ceballos en 230 kV.
- Bahia de amarre y dos salidas en 230 kV para la interconexión a la red nacional mediante la apertura de la línea de transmisión La Lucha - Gómez Palacios.
- Estacionamiento.
- Transformador de Servicios Propios.
- Caseta de planta diésel.
- Caseta de vigilancia.
- Caseta de control.
- Caseta de facturación.

La obra consiste en construir una subestación elevadora y una subestación de maniobras, con la finalidad de transmitir la energía de generación hacia la apertura de línea La Lucha - Gómez Palacios la cual recibirá una potencia de 200 MW (POI) provenientes del parque solar, interconectándose al sistema eléctrico nacional a una tensión nominal de 230 kV, a frecuencia de 60 Hz.

A continuación se presentan 2 diagramas de la subestación eléctrica elevadora y la subestación eléctrica de maniobras.

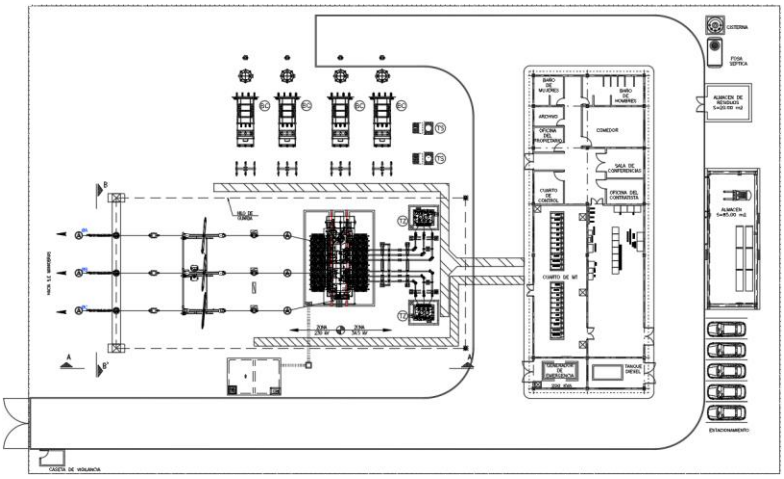


Figura 14. Vista en planta de la Subestación Eléctrica Elevadora del Parque Solar.

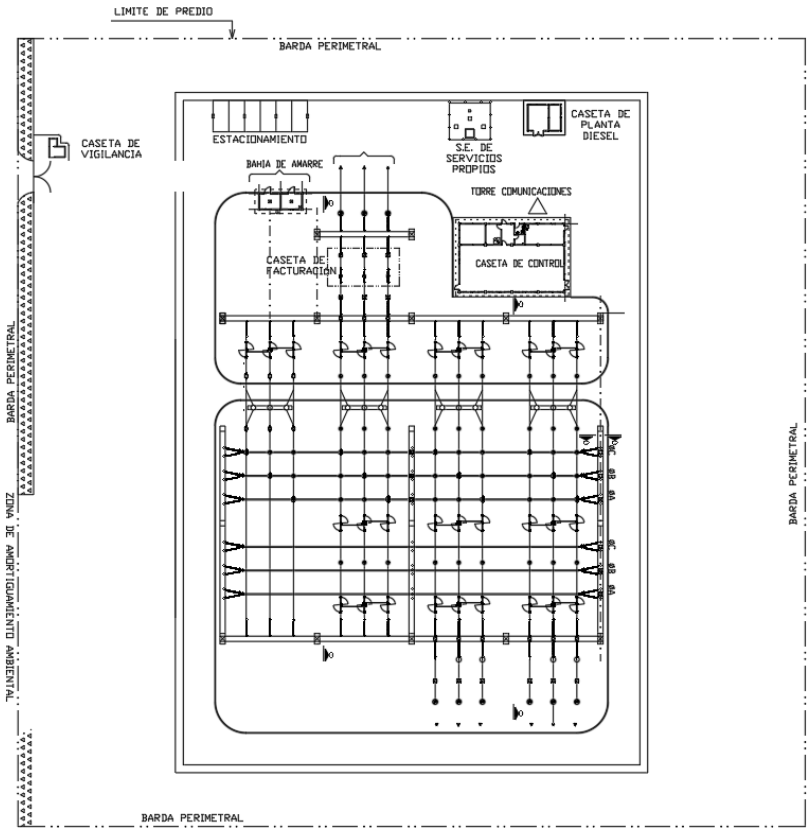


Figura 15. Vista en planta de la Subestación Eléctrica de Maniobras del proyecto fotovoltaico Ceballos.

II.2.14 Línea de transmisión existente y apertura de línea

La presente sección del documento se refiere a la descripción general de la Línea de evacuación que va desde la subestación elevadora hacia la subestación de maniobras, propias del parque solar Ceballos; y la apertura de línea que corre desde La Lucha hasta Gómez Palacio. Ambos arreglos dirigen el desfogue de energía producida por el parque solar Ceballos hacia la Red Eléctrica Nacional.

II.2.14.1 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 Drake
- Material Aluminio - Acero
- Número de alambres Aluminio/Acero: 26/7
- Diámetro cable completo (mm): 28.11
- Sección total (mm2): 402.8
- Peso (kg/m): 1626
- Carga de rotura (kg): 14283

II.2.14.2 Cable de guardas 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): 13.60
- Sección total (mm2): 79.00
- Peso (daN/m): 0.45
- Carga de rotura (daN): 7 000
- Módulo de elasticidad (daN/mm2/100): 121.10
- Coeficiente de dilatación lineal (^{o}C-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

II.2.14.3 Aisladores

Las características de los aisladores deberán cumplir con la norma CFE 52210-02 "AISLADORES TIPO SUSPENSIÓN DE PORCELANA O DE VIDRIO TEMPLADO. Se consideran 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

II.2.14.4 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.

II.2.14.5 Herrajes para cable de guarda con fibra óptica

Los herrajes para CGFO deben cumplir con que todos los herrajes, accesorios y herramientas de tendido sean los recomendados 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 CGF

II.2.14.6 Estructuras

Para la línea de evacuación se utilizarán torres normalizadas por CFE cuyo diseño satisface requerimientos del proyecto. A continuación, se indican las características de las estructuras a utilizar y un diagrama de estas.

Tabla 5. características de las torres.

Estructura	Uso	Características	Ubicación
2R1	DEFLEXIÓN: 90° /400 m/500 m REMATE: 0° /400 m/500 m	Simple circuito disposición de fases horizontal, cable hasta ACSR 1113 kCM, metálica de celosía, autosoportada. Normalizada por CFE.	Interconexión entre la subestación Elevadora y la Subestación de Maniobras (Una).
E92W21CA	DEFLEXIÓN: 90° /450 m/1000 m REMATE: 30° /400 m/600 m	Doble circuito disposición de fases en vertical, cable hasta ACSR 1113 kCM, metálica de celosía, auto soportada. Normalizada por CFE.	Interconexión al Sistema Eléctrico Nacional mediante la apertura de línea existente (Tres).

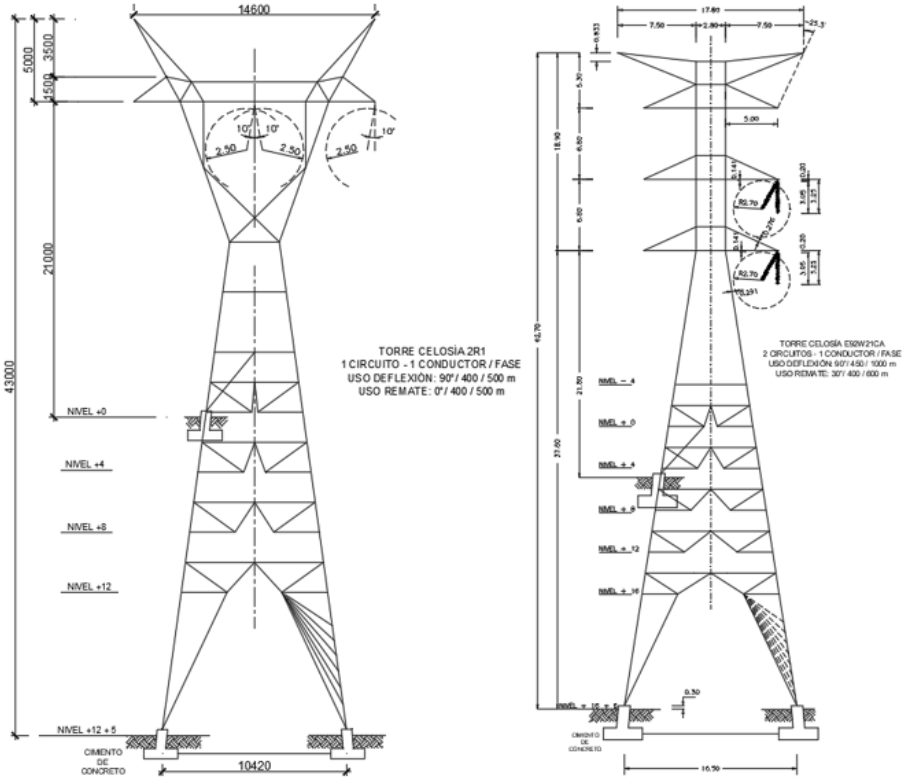


Figura 16. A la izquierda Torre Celosía 2R1, a la derecha Torre Celosía E92W21CA.

II.2.14.7 Sistema de tierras para estructuras de Celosía

Las estructuras del proyecto de las líneas 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" .

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.

II.2.14.8 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 32 m , 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. La siguiente figura exhibe estas características.

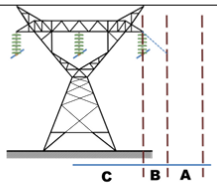
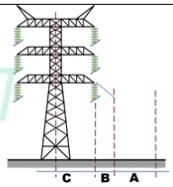
Tensión (kV)	Distancia A+B (m)	Distancia C (m)		Ancho del derecho de vía 2 (A+B+C)	Dibujo esquemático
		Un circuito (horizontal)	1 o 2 circuitos (vertical)		
85, 115, 138	6	4	------	20	
161, 230	8	8	------	32	
400	9	12	------	42	
85, 115,138	6	------	3.25	18.50	
161, 230	8	------	5	26	
400	9	------	9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

Figura 17. Valores de ancho de derecho de vía para estructuras auto soportadas.

II.2.14.9 Apertura de línea de transmisión La Lucha – Gómez Palacio

La línea de Transmisión La Lucha - Gómez Palacio en 230 kV forma parte de la Red Nacional de Transmisión (RNT) operada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) - Transmisión, está localizada en el estado de Durango, dentro de la región de Ceballos.

Para la interconexión se pretende realizar la apertura de dicha línea a la altura del parque solar tal como se muestra en la siguiente figura



Figura 18. Apertura de Línea La Lucha – Gómez Palacio en 230 kV, Punto de interconexión

II.3 Obra civil

II.3.1 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.

II.3.1.1 Viales de acceso

El PV Ceballos, ubicado en el estado de Durango, contará con un acceso al sitio a través de la carretera federal Gómez Palacio-Jiménez, la cual es de doble sentido y tiene un ancho aproximado de 7 metros. El camino de acceso al sitio tendrá una longitud estimada de aproximadamente 810 m, el cual ya se encuentra construido y se considera la preparación y/o reforzamientos de este acceso, el cual podrá conformarse mediante capas de terracería (base y subbase), salvo que la propiedad indique lo contrario. Asimismo, se deberá considerar la adecuación de la intersección con la carretera federal conforme a los lineamientos aplicables. Es importante mencionar que los caminos de terracería deberán contar con las condiciones necesarias para permitir el tránsito de los transportes especiales utilizados para el traslado de los componentes del Parque Solar.

II.3.1.2 Viales internos

Para conectar el Parque Solar se diseñarán 10 caminos internos y 1 perimetral con un ancho de 5 metros de capa de rodamiento. A este ancho se deberá sumar el ancho de taludes y cunetas que puedan surgir del diseño, lo cual podría aumentar el derecho de vía hasta 8 metros. Los caminos consideran un sistema de bombeo con una pendiente mínima del 2%, y radios de giro adecuados para las maniobras de vehículos. Además, de ser transitables durante toda la etapa de mantenimiento, evitando la acumulación de agua en su superficie.

Los parámetros empleados en el diseño de los caminos permiten la correcta circulación de los vehículos de instalación y mantenimiento, considerando que las rasantes de los viales internos se diseñan, en la medida de lo posible, lo más cercanas al Terreno Natural (TN), con el objetivo de minimizar el movimiento de tierras, respetando siempre las pendientes longitudinales admisibles y sin comprometer la seguridad ni el correcto funcionamiento de los vehículos que transitan por ellos. A continuación se muestran los parámetros de diseño.

Parámetros de diseño:

- Radio de curvatura mínimo 9 m

- Pendiente longitudinal máx. 10%
- Pendiente longitudinal min. 0.5%
- Ancho de Camino -5 m
- Talud de terraplén - 1.5 H: 1.0 V
- Talud de corte - 1.0 H: 1.0 V

La siguiente sección tipo representa un corte en balcón, donde se tiene corte y terraplén.

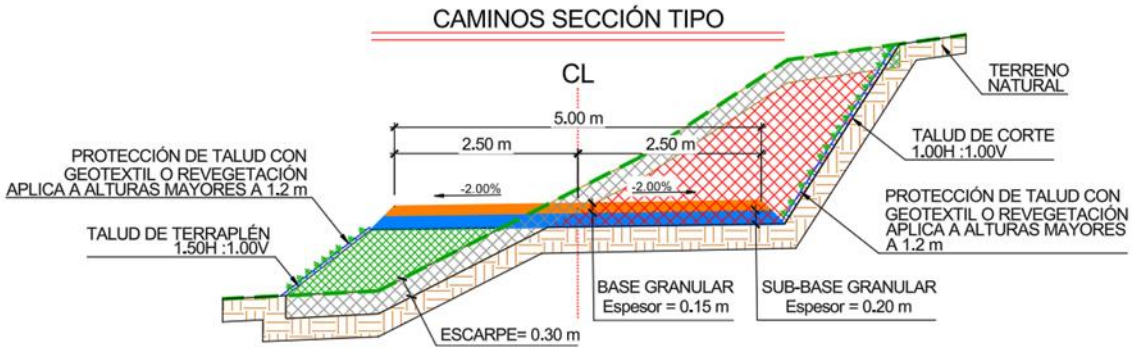


Figura 19 Sección tipo en balcón.

En aquellos tramos donde las condiciones topográficas o geotécnicas lo requieran, se evaluará la aplicación de técnicas de estabilización del suelo con el fin de garantizar la estabilidad y el desempeño estructural de los viales. La composición granulométrica y el espesor de las capas que conforman los caminos se definirán en función de las características de los vehículos que transitarán por ellos y de las condiciones geológicas del terreno. Para los caminos asociados a la planta solar, se contempla de manera típica una estructura a nivel de terracería, compuesta por capas de base y subbase, con espesores aproximados de 15 cm y 20 cm respectivamente, compactadas hasta alcanzar al menos el 95 % de la densidad Proctor.

II.3.2 Obras de drenaje

Para la construcción de la planta solar, se desarrolla un estudio hidrológico de la zona con el objetivo de determinar el caudal de diseño e identificar los escurrimientos naturales o artificiales que inciden sobre la plataforma del proyecto. Con base en los resultados obtenidos, se define la ingeniería de detalle del sistema de drenaje pluvial, considerando el diseño de

obras de captación, conducción, desvío y protección perimetral del predio, con el fin de salvaguardar las instalaciones.

El sistema de drenaje se basa en canales de captación y conducción que operan por gravedad, principalmente cunetas, las cuales se revisten con concreto hidráulico con resistencia f'c = 150 kg/cm² (14.71 MPa) cuando las velocidades de escurrimiento así lo requieren. Las pendientes se establecen en función de la topografía del terreno, cumpliendo con criterios hidráulicos que consideran una velocidad mínima de 0.6 m/s y una velocidad máxima de 2.4 m/s en canales revestidos.

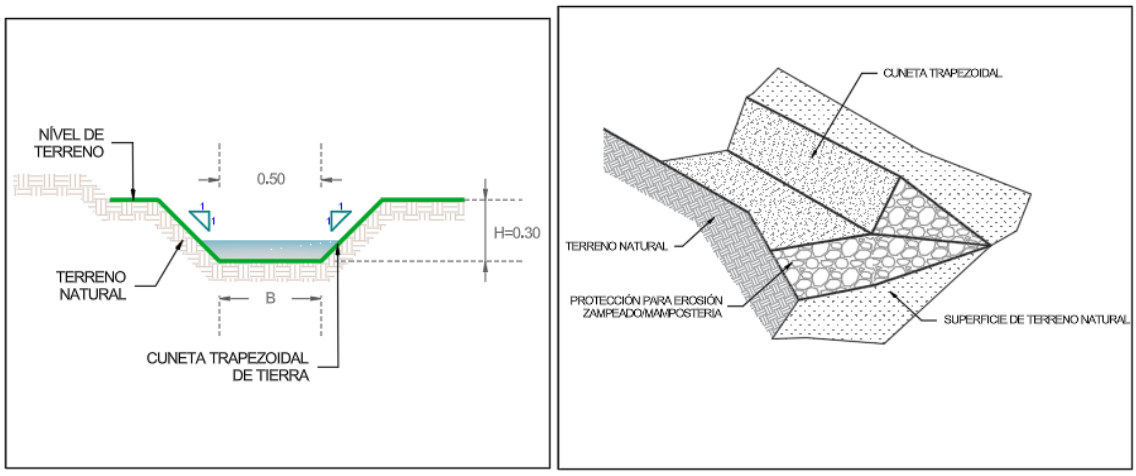


Figura 20. Cuneta trapezoidal

El diseño hidráulico prioriza el drenaje superficial en la mayor parte del sitio, sin comprometer pavimentos ni estructuras de tierra.

Cuando resulta necesario, se proyecta la construcción de vados en cruces de cauces; En las zonas donde los vados se localizan sobre terraplenes conformados con material erosionable, se implementa el revestimiento de taludes mediante zampeado u otros sistemas de protección.

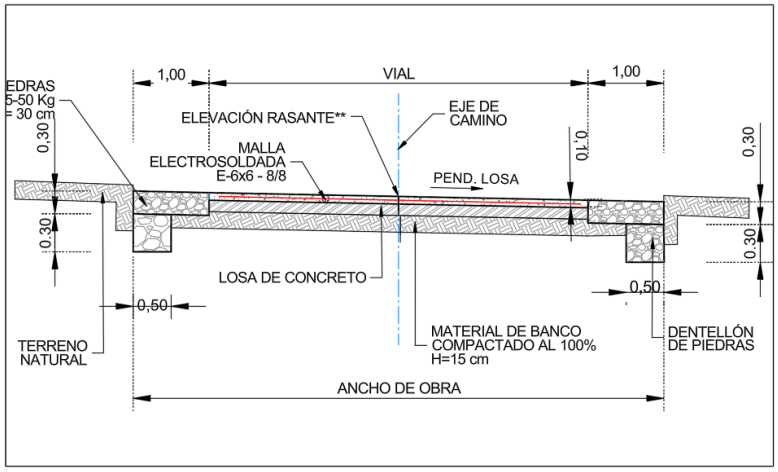


Figura 21. Sección ODT de vado de concreto

El ancho y la geometría de las cunetas se definen conforme a los requerimientos de capacidad hidráulica establecidos en el estudio hidrológico, implementándose comúnmente cunetas trapezoidales de dimensiones aproximadas de 0.50*0.30 m.

II.3.3 Movimiento de Tierras PV

Los movimientos de tierra del proyecto se definen 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, los movimientos de tierra resultan mínimos, debido a que el terreno presenta una topografía predominantemente plana. En consecuencia, los volúmenes de corte y relleno son reducidos, no teniendo la necesidad de aporte de material de banco. Los cortes que eventualmente se generen podrán ser reutilizados como material de relleno, siempre y cuando el informe geotécnico lo confirme. La estimación y definición de los movimientos de tierra se obtiene mediante el uso de un programa de diseño especializado para plantas fotovoltaicas, el cual integra parámetros geométricos y estructurales del tracker, tales como

la inclinación máxima permitida de la estructura en los sentidos norte-sur y este-oeste, la distancia entre el inicio y el final de cada estructura, las alturas máxima y mínima de las hincas, así como el clearance mínimo requerido. Este último corresponde a la distancia mínima entre la estructura, en su posición de máxima inclinación, y la superficie del terreno, condición indispensable para asegurar la operación segura del sistema.

II.3.4 Areas de exclusión

El proyecto contempla la delimitación de áreas de exclusión y áreas libres, las cuales se definen con el objetivo de garantizar la protección ambiental del sitio, la seguridad operativa de las instalaciones y el cumplimiento de los criterios técnicos y regulatorios aplicables al desarrollo de parques solares.

En materia ambiental, se consideran áreas de exclusión aquellas zonas asociadas a cauces naturales, escurrimientos superficiales, cuerpos de agua temporales o permanentes y zonas identificadas como inundables, las cuales se mantienen libres de infraestructura para permitir el flujo natural del agua, evitar procesos de erosión y proteger la vegetación asociada. Asimismo, se excluyen áreas con presencia de vegetación de valor ambiental, especies protegidas, zonas de conservación, restauración o compensación ambiental, así como humedales o áreas con función de recarga hídrica, conforme a los resultados de los estudios ambientales del sitio.

II.3.5 Cimentaciones '

II.3.5.1 Centros de transformación (CT)

Cada centro de transformación dispondrá de una cimentación y estará conformada por una losa, vigas o zapata de hormigón armado diseñada para garantizar estabilidad, durabilidad y resistencia frente a las cargas permanentes, variables y condiciones del terreno

II.3.5.2 Báculos, CCTV y estaciones meteorológicas

Se realizarán mediante dados, zapatas o pilas, acorde a las limitaciones de la norma correspondiente, las cargas y el tipo de suelo. Las dimensiones y tipología deberán ser calculadas en función de los resultados del estudio geotécnico, las cargas previstas y las dimensiones finales del equipo, garantizando la estabilidad y durabilidad de la estructura durante toda su vida útil.

II.3.5.3 Vallado

Las dimensiones y tipología deberán ser calculadas en función de los resultados del estudio geotécnico, las cargas previstas y las dimensiones finales, estarán dadas garantizando la estabilidad y durabilidad de la estructura durante toda su vida útil.

Deberá tener una altura mínima de 2 metros posteriores al nivel del terreno, y abarcará el área que requiera el parque solar. Los postes del vallado se diseñarán con dados cuadrados.

II.3.5.4 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.

II.3.5.5 Inversores

La cimentación de los inversores dependerá del estudio geotécnico, sin embargo, podrán ser con un perfil metálico y una profundidad de hincado o estructura de acero con una pequeña cimentación en tipo losa, dado o zapata.

II.3.6 Trabajos Civiles Subestación

II.3.6.1 Trabajos Civiles Subestación

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 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.

II.3.6.2 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.

II.3.6.3 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.

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.

II.3.6.4 Edificaciones

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.

II.3.6.5 Vallado de subestación

Las dimensiones y tipología deberán ser calculadas en función de los resultados del estudio geotécnico, las cargas previstas y las dimensiones finales, estarán dadas garantizando la estabilidad y durabilidad de la estructura durante toda su vida útil.

Deberá tener una altura mínima de 2 metros posteriores al nivel del terreno, y abarcará el área que requiera el parque solar. Los postes del vallado se diseñarán con dados cuadrados.

II.3.7 Areas de instalaciones

II.3.7.1 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.

II.3.7.2 Edificio de Operación y mantenimiento

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 dueño,

oficinas para proveedor, sala de juntas, cuarto de resguardo de tanque de día, 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.

II.3.8 Cimentaciones de líneas de transmisión

II.3.8.1 Estructuras

Para la línea de evacuación se utilizarán torres normalizadas por CFE.

II.3.8.2 Cimentación

Los materiales de construcción empleados en la cimentación deberán de tener la resistencia mecánica mínima de acuerdo con la especificación CFE C0000-15 "CONCRETO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS Y CIMENTACIONES DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS DE POTENCIA Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN" y NMX aplicables). A continuación, se muestran los esquemas de las estructuras de cimentación.

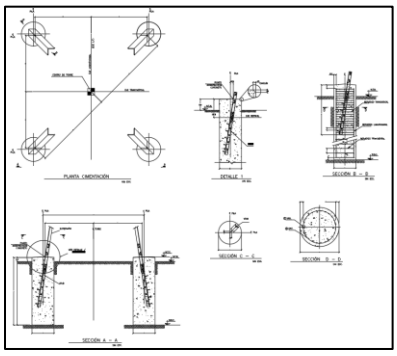


Figura 22. Cimentación tipo pilote para suelo blando o profundo.

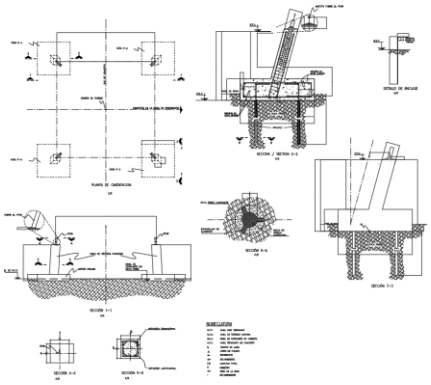


Figura 23. Cimentación tipo pilote para suelo blando o profundo.

II.4 Programa de trabajo

El cronograma que se presenta en la siguiente tabla, muestra la programación en tiempo, de las diferentes etapas del Proyecto 30 meses para las etapas de gestión, preparación del sitio y construcción y una duración de 25 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. 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 6. Cronograma de trabajo

| Programa de trabajo | | |

II.4.1 Preparación del sitio y Construcción

II.4.1.1 Delimitación de las zonas de trabajo

Para poder iniciar las actividades de construcción se realizará el levantamiento y estacado de los caminos que se van a construir y rehabilitar, así como de las áreas destinadas para la ubicación de los aerogeneradores. De acuerdo con los planos de la ingeniería, las zonas en las que se desarrollarán las obras se señalizarán a través de elementos visuales como banderillas o cintas plásticas. La localización permitirá verificar los puntos sobresalientes del perfil del terreno, así como los cruces con vías de comunicación y construcciones en general, tales como líneas de fibra óptica, gasoductos, oleoductos, etc.

II.4.1.2 Limpieza de terreno

Una vez definidas las áreas de trabajo, se llevará acabo la actividad de limpieza y en su caso desmonte (cabe señalar que la mayoría de la superficie a ocupar son zonas de cultivo y ganaderas), iniciando con las áreas que ocuparán los caminos y las áreas de maniobra y donde se colocarán los aerogeneradores (cimentación de los aerogeneradores). Para el caso de la infraestructura temporal de obra (oficinas de construcción, áreas de almacenamiento de maquinaria y equipo, planta de concreto y trituración) las mismas se ubicarán ya en sitios establecidos.

El desmonte se realizará en la medida de lo posible de forma manual (machetes y hachas) y en caso de ser necesario se utilizará maquinaria y motosierras. En cada zona a desmontar se llevará a cabo la limpieza completa de árboles, arbustos y hierbas, ejecutándose las operaciones de destronque, roza y desenraice, de tal forma que el área quede libre de madera, leña y basura. Como parte del desmonte se removerán también las raíces de la vegetación que se encuentren a una profundidad mínima de 10 centímetros (despalme).

La capa de suelo vegetal removida se mantendrá separada del resto del material producto de la excavación para ser utilizada posteriormente para rellenos y en la restauración de áreas afectadas temporalmente. Los restos de vegetación que serán removidos serán “picados” y

almacenados en un sitio específico, para su posterior reincorporación al suelo y/o aprovechamiento en áreas de reforestación o en zonas en donde el suelo no tenga cobertura vegetal para reducir su erosión.

II.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.

II.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.

II.4.2 Etapa de Construcción

Las etapas de construcción a continuación descritas se llevarán a cabo de manera simultánea en muchos de los casos, se debe consultar

Colocación del vallado

La planta fotovoltaica contará con un cierre o mallado perimetral con objeto de evitar el ingreso de personal no autorizado a la planta.

Dicho mallado será de una altura mínima de 2.0 m, formado por de malla, con postes metálicos de acero galvanizado montados sobre base de concreto y fijaciones, provista de nervadura de refuerzo en forma transversal y galvanizada.

Las características de la valla o delimitación se resumen a continuación:

- Valla: Malla ciclónica metálica y galvanizada.
- Altura: 2 metros (mínimo)

II.4.2.1 Excavación, cortes y rellenos

Considerando las características topográficas del predio, se procurará conservar en la mayor medida posible las pendientes naturales del terreno. En consecuencia, se buscará evitar la ejecución de cortes y terraplenes para la conformación de terrazas o plataformas, salvo en aquellas áreas donde resulte estrictamente necesario, como en la ubicación de centros de transformación, centro de interconexión, casetas y otras obras civiles indispensables para la operación de la planta.

Dadas las condiciones topográficas y las pendientes predominantes del sitio, se estima que la generación de materiales sobrantes será mínima. En este sentido, los trabajos de relleno se limitarán a lo estrictamente necesario, considerando las nivelaciones y cimentaciones de las estructuras soporte de los módulos fotovoltaicos, zanjas para el cableado, plataformas de los centros de transformación e interconexión, así como de otras estructuras que integran la planta. El material producto de las excavaciones podrá reutilizarse como material de relleno, siempre que cumpla con las características técnicas requeridas, y el material excedente será distribuido dentro del área del proyecto en las zonas que lo requieran. En caso de ser necesario material adicional, este deberá provenir de bancos de material debidamente autorizados.

II.4.2.2 Excavación de instalaciones eléctricas

La construcción de la red debe ser determinada por los planos correspondientes. Para su construcción, es necesario conocer puntos de referencia acotados o coordenadas para realizar el trazado y excavación.

Estas trayectorias son paralelas a los caminos internos y principales, por lo que deben de considerar el cruce con estos, así como el nivel de su rasante como referencia para determinar la profundidad, además del volumen que se retirará, la calidad de este y posteriormente, su tratamiento y compactación para dar las características de diseño.

II.4.2.3 Tendido de cables MT

Durante esta etapa se realiza el tendido de los cables de media tensión conforme al trazo aprobado en ingeniería, considerando las rutas, radios de curvatura y separaciones establecidas en normativa vigente. Las actividades incluyen el desenrollado, tendido y acomodo del cableado, así como su fijación y protección mecánica según el tipo de instalación (canalización subterránea o aérea). Todo el proceso se ejecuta bajo estrictos controles de calidad y seguridad, con el fin de garantizar la integridad del cable y su correcto desempeño eléctrico.

II.4.2.4 Estructuras de soporte de los paneles

El sistema de seguimiento está compuesto de hincas, un tubo de torque, un eje de transmisión, un sistema motorizado para la rotación y un sistema de comunicación, así como soportes para montaje de los módulos y todas las preparaciones para los sistemas eléctricos y de fijación. Después del acondicionamiento del terreno, los perfiles que soportan la estructura se entierran en la superficie del terreno con una máquina hincadora. La profundidad de hincado y la sección expuesta están en función de las características del terreno y puede o no incluir una cimentación auxiliar

II.4.2.5 Instalación de módulos fotovoltaicos

El montaje y fijación de los módulos fotovoltaicos sobre las estructuras se realizará conforme a las especificaciones técnicas del proyecto, considerando la correcta alineación y verificación de su instalación. Dicho montaje estará determinado por las características mecánicas de los módulos y por los lineamientos del proveedor del sistema de seguimiento, siguiendo sus procedimientos de operación y mantenimiento, con el fin de asegurar que la compresión de los elementos de sujeción no genere daños en los soportes ni en las celdas fotovoltaicas.

II.4.2.6 Interconexión de cables BT

En esta etapa se lleva a cabo la interconexión de los cables de baja tensión entre módulos, strings, cajas combinadoras e inversores, conforme a la ingeniería aprobada. Las actividades incluyen el conexionado, etiquetado y aseguramiento de los conductores, verificando polaridad, continuidad y correcto apriete de terminales. Los trabajos se realizan cumpliendo con las normas eléctricas aplicables y las especificaciones del fabricante, garantizando una operación segura y confiable del sistema.

II.4.2.7 Cimentaciones

La construcción de las cimentaciones se llevará a cabo previo a la llegada de los equipos y estructuras, con el objetivo de permitir el montaje oportuno de las estructuras una vez que estos sean suministrados. Previamente a la ejecución de las obras, se habrán concluido las actividades de levantamiento topográfico, trazo y estacado, desmonte, limpieza, nivelación del terreno y plataforma.

II.4.2.8 Compactación

Con la finalidad de lograr que los suelos sean estables y minimizar cargas inusuales sobre los cimientos o estructuras ya instaladas, es necesario realizar la compactación y nivelación del terreno. Cuando se realicen rellenos, el material será colocado en capas, compactando en diferentes niveles dependiendo de los requerimientos de la instalación y/o infraestructura. Toda la compactación cumplirá con todos los estándares locales y nacionales aplicables.

II.4.2.9 Instalación de sistemas de seguridad

El sistema de CCTV complementa la seguridad física del proyecto mediante el monitoreo de accesos y del vallado perimetral para prevenir intrusiones. Los equipos de vigilancia e intrusión se instalan sobre postes o mástiles cuya altura se define en función de las características del sistema y de su interacción con los módulos fotovoltaicos, considerando cimentaciones de concreto con canalizaciones integradas para cables de fuerza y comunicación

II.4.3 Montaje de estructuras y equipo de subestación

Una vez concluidas las cimentaciones, se realiza el armado y montaje de las estructuras mayores y menores sin instalar elementos forzados, dañados o deformados, conectando columnas y capiteles metálicos al sistema de puesta a tierra; durante el transporte, tendido y montaje de buses y conductores se evita el contacto con el suelo, el tensado se efectúa mediante medición directa de flechas con verificación por dinamómetros conforme a tablas de cálculo y se ajusta la tornillería de conectores y accesorios con torquímetro, verificando la correcta instalación de herrajes, aisladores y chavetas; al recibir transformadores y reactores de potencia se inspeccionan las condiciones de preservación, presión y punto de rocío del nitrógeno o aire seco, se revisa internamente la sujeción del núcleo y bobinas y la ausencia de humedad o partículas, se limita el tiempo de apertura del tanque evitando condiciones de lluvia, se aplica tratamiento de alto vacío y se realiza el llenado con aceite aislante deshidratado y desgasificado bajo condiciones controladas; previo al montaje de interruptores de potencia se nivelan bancadas y bases de apoyo, se limpian empaques y superficies de asiento y se ejecutan pruebas de operación mecánica mediante maniobras de apertura y cierre manual conforme a los instructivos del fabricante; finalmente, el montaje de cuchillas desconectadoras considera la nivelación de bases, el ajuste de navajas para la operación de los tres polos, la instalación de aisladores y accesorios conforme a planos y procedimientos y los ajustes finales de la operación mecánica según los manuales de instalación.

II.4.3.1.1 Construcción de líneas aéreas

En esta etapa inicial, se realiza un análisis exhaustivo del sitio y la trayectoria de la línea aérea. Se tiene en cuenta la topografía del terreno, las condiciones climatológicas de la región y los resultados de los sondeos realizados para definir el tipo de material existente, lo cual determina el diseño y la construcción de los diversos tipos de cimentaciones. Se evalúan los niveles freáticos y los tirantes de inundación máximos esperados en las zonas bajas

II.4.3.1.2 Levantamiento topográfico y localización de estructuras

El proceso de levantamiento topográfico comprende la obtención de datos de campo y el procesamiento de la información para graficar la planta y el perfil del eje de la línea. Se realiza la localización de las estructuras mediante la instalación de mojoneras que marcan los sitios exactos de montaje.

II.4.3.1.3 Apertura de brechas y caminos de acceso

La construcción de los caminos de acceso es fundamental para el transporte de personal, materiales y equipo. Estos caminos se construyen con las dimensiones necesarias para permitir el tránsito seguro y se mantienen en condiciones operativas durante toda la ejecución de la obra.

II.4.3.1.4 Ejecución de cimentaciones y excavaciones

La fase de cimentación comienza con el trazo de las cepas para marcar el área de excavación. Las excavaciones se realizan a cielo abierto o mediante perforación, dependiendo de la consistencia del suelo y el diseño de la estructura (ya sea para torres de acero o postes). Se utiliza equipo de excavación adecuado para cada tipo de material, asegurando que las dimensiones de las cepas correspondan exactamente a lo indicado en los planos estructurales.

II.4.3.1.5 Ensamble y montaje de estructuras

El montaje de las estructuras, ya sean torres de celosía o postes metálicos/de concreto, se realiza una vez que las cimentaciones han alcanzado la resistencia de diseño requerida. Los

elementos estructurales se transportan al sitio, se clasifican y se preparan en el suelo cuando el espacio lo permite.

II.4.3.1.6 Instalación de sistemas de tierras

Cada estructura se conecta a un sistema de tierras para garantizar la seguridad y la correcta operación de la línea. Este sistema consiste en una red de cable de cobre o varillas hincadas en el terreno. Se excavan zanjas para el tendido del cable, el cual se une mediante soldadura exotérmica o conectores mecánicos de alta presión. Se realizan mediciones de resistencia de tierra para asegurar que los valores estén dentro de los límites permitidos por las especificaciones técnicas.

II.4.3.1.7 Tendido y tensionado de conductores y cable de guarda

El proceso de tendido es una de las fases más críticas. Se instalan poleas en las cadenas de aisladores para pasar los conductores y los cables de guarda. Se utiliza el método de tendido bajo tensión para evitar que los conductores toquen el suelo, evitando así raspaduras o daños que puedan causar efecto corona o fallas futuras.

II.4.3.1.8 Herrajes, aisladores y accesorios

Se instalan las cadenas de aisladores (de suspensión o de tensión) junto con sus herrajes correspondientes. Se verifica que todos los elementos como chavetas, pernos y grilletes estén correctamente colocados y asegurados para evitar desprendimientos por vibración o viento. Los aisladores deben estar limpios y libres de fracturas. Asimismo, se instalan puentes eléctricos en las estructuras de tensión, asegurando que se mantengan las distancias dieléctricas mínimas respecto a las partes puestas a tierra de la estructura.

II.4.3.1.9 Pruebas de inspección final y entrega

Al finalizar la construcción física, se lleva a cabo una inspección detallada de toda la línea. Se realizan pruebas de continuidad y aislamiento para confirmar que no existen fallas en el

sistema. Se verifica la correcta señalización de las estructuras (números de torre, señales de peligro y, si se requiere, luces de obstrucción de aviación).

II.4.3.1.10 Pruebas y Puesta en operación

Las pruebas para la operación de las instalaciones se pueden realizar a los sistemas de manera independiente e involucran revisiones que requieren la cooperación del fabricante, el cliente y el operador. Se realizaran pruebas SAT y pruebas FAT, estas se basarán en una evaluación de riesgos, y SAT y FAT funcionarán solo como soporte para cumplir con los requisitos previos para estas etapas. La evaluación de riesgos se basa en las especificaciones de requisitos de usuario y en las necesidades del proceso

II.4.4 Operación y Mantenimiento

II.4.4.1 Mantenimiento Preventivo, correctivo y extraordinario

Preventivo

El mantenimiento preventivo se realiza para conservar los equipos mediante inspecciones y revisiones periódicas, con el fin de anticipar fallos y reducir paros no programados. Las actividades se planifican según tiempo, horas de operación o condiciones de uso, considerando la criticidad de los equipos y factores ambientales, e incluyen la verificación de sistemas de seguridad, inspección y limpieza de componentes, revisión de ventilación, señalización, alumbrado, rutas de evacuación, control de plagas, así como revisiones de conexiones eléctricas, elementos de protección, condiciones físicas de los equipos, análisis termográfico e inspecciones de instalaciones eléctricas de media y alta tensión.

Predictivo

El mantenimiento predictivo se basa en la monitorización continua del estado de los equipos mediante técnicas no destructivas, como el análisis térmico y la medición de parámetros eléctricos, lo que permite identificar desviaciones de funcionamiento en etapas tempranas y gestionar la intervención antes de que se presenten fallas operativas.

Correctivo

El mantenimiento correctivo comprende las acciones destinadas a reparar fallas o averías una vez que se presentan, pudiendo ejecutarse de forma programada o inmediata según su impacto en la operación. Estas intervenciones pueden involucrar componentes mecánicos, sistemas automatizados o plataformas digitales, con el objetivo de restablecer el funcionamiento normal de los equipos.

Extraordinario

El mantenimiento extraordinario considera intervenciones no recurrentes y de mayor alcance orientadas a la mejora del desempeño, la prolongación de la vida útil o la recuperación de activos con un nivel de deterioro superior al previsto, pudiendo incluir modificaciones estructurales, tecnológicas o funcionales para mantener la disponibilidad y el valor de las instalaciones.

Todas las actividades de mantenimiento deben realizarse conforme a los procedimientos de seguridad, normativas aplicables y recomendaciones del fabricante, dejando evidencia documental de las inspecciones, mediciones y acciones ejecutadas.

II.4.4.2 Operación de la planta

Se define como "Operación de la Planta" el conjunto de las actividades necesarias para operar el Parque Fotovoltaico y mantener y asegurar las condiciones correctas de funcionamiento en todo momento. Se deberá de realizar la Operación de la Planta Fotovoltaica de acuerdo con procedimientos válidos y con toda la reglamentación y legislación que afecte al funcionamiento de esta. La operación del parque entra en el alcance tanto de la modalidad con presencia fija como presencia flotante.

II.4.4.2.1 Operación de la subestación y LT

Las subestaciones eléctricas y las líneas de transmisión asociadas al proyecto fotovoltaico Ceballos son instalaciones diseñadas para operar de manera continua, segura y confiable, con

un alto grado de automatización. La operación del sistema eléctrico se realiza principalmente de forma remota mediante sistemas de control, protección y supervisión (SCADA), lo que permite reducir la presencia permanente de personal en sitio durante la etapa de operación.

La subestación elevadora en 230 kV tiene como función principal elevar el nivel de tensión de la energía generada por el parque fotovoltaico para su transmisión, mientras que la subestación de maniobras en 230 kV permite el seccionamiento, protección y control de la energía eléctrica previo a su entrega a la Red Eléctrica Nacional. Ambas instalaciones operan conforme a parámetros eléctricos previamente establecidos, con equipos de protección y control que actúan de manera automática ante condiciones anormales de operación.

La operación de las líneas de transmisión en 230 kV es pasiva, ya que no requieren intervención humana directa para el transporte de la energía eléctrica. Estas líneas funcionan de manera continua, permitiendo el flujo de energía desde la subestación elevadora hasta la subestación de maniobras y posteriormente hacia el punto de interconexión mediante la apertura de una línea existente, sin generar emisiones, descargas ni residuos durante su operación normal.

II.4.5 Desmantelamiento

En la etapa de Desmantelamiento, se deben ejecutar las actividades necesarias para realizar la remoción total de las Instalaciones y estructuras que conformaron el Proyecto, incluyendo la demolición, el desarmado y desmontaje, y la reutilización o disposición de equipos y accesorios, así como, el completo retiro de materiales y residuos que se generen durante esta etapa, de manera que se cumpla con la regulación vigente en materia de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y protección al medio ambiente. El desmantelamiento involucra la remoción de todos y cada uno de los componentes del Proyecto. Para esta etapa, se tiene considerado el siguien te cronograma

Tabla 7. Etapas de desmantelamiento y abandono Subestación, LT y PV.

Desmantelamiento y abandono de la PV							
Actividades	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7
Desmantelamiento y disposición de módulos FV							

Desmantelamiento y disposición de módulos FV							
Desarmado de estructura soporte							
Demolición y retiro de cimentaciones y obras civiles							
Limpieza general del sitio							
Restauración del sitio y revegetación							
Desmantelamiento y abandono de la Subestación, LT							
Actividades	**Mes 1**	**Mes 2**	**Mes 3**	**Mes 4**	**Mes 5**	**Mes 6**	**Mes 7**
Desenergización, consignación y liberación de instalaciones eléctricas							
Desmantelamiento de equipos eléctricos primarios en subestaciones (230 kV)							
Retiro de conductores, cable de guarda y fibra óptica (líneas de transmisión)							
Desmontaje de estructuras metálicas (pórticos, torres, postes)							
Demolición y retiro de cimentaciones y obras civiles							
Limpieza general del sitio							
Restauración del sitio y revegetación							

III VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

Derivado del análisis de los instrumentos jurídicos que intervienen para la formulación y construcción del proyecto "PV Ceballos" se observa que el desarrollo del Proyecto se encuentra sujeto a políticas de regulación que imponen limitantes específicas, razón por la cual su ejecución se plantea bajo un enfoque preventivo y de mejores prácticas ambientales, incorporando medidas de mitigación orientadas a reducir y controlar los impactos ambientales.

El análisis realizado de los Ordenamientos Ecológicos se realizó desde una perspectiva amplia permitiendo analizar la viabilidad ambiental del proyecto en términos de planeación estratégica y equilibrio ecológico. Asimismo, junto con los ordenamientos, los planes y programas sustentan el potencial con el que cuenta la Región para el establecimiento de proyectos de esta naturaleza, debido a la cantidad de radiación solar recibida, además del incremento de la demanda de energía por parte de los diversos sectores.

La relevancia del Proyecto también radica en su contribución a la transición hacia energías renovables, al reducir la dependencia de procesos de generación basados en la combustión, alineándose tanto con la agenda ambiental global y nacional como con el fortalecimiento del sector eléctrico en el ámbito nacional, mediante la incorporación de nuevas tecnologías que impulsan un modelo energético más limpio, eficiente y responsable.

Finalmente, es necesario recalcar el compromiso del promovente para dar cumplimiento a desarrollar el Proyecto bajo las mejores prácticas ambientales y a apegarse a todas las disposiciones que aplican en las diferentes fases del proyecto, obras y actividades, con el objeto de reducir al máximo los impactos adversos al medio ambiente.

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

IV.1 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 8. 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

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTOR AMBIENTAL
			14. Aves
			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 9. Rango de calidad.

Nivel	Calidad
1	Optima
0.75	
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 10. 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.

IV.1.1 Descripción y análisis del diagnóstico ambiental

Eldiagnóstico ambiental constituye la base para comprender las condiciones actuales del Sistema Ambiental Regional (SAR) y sintetizar el grado de conservación o deterioro de sus componentes. Para ello, se realizó una caracterización integral de los elementos físicos, bióticos y socioeconómicos, considerando factores como agua, suelo, aire, paisaje, flora, fauna y actividades humanas.

Tabla 11. Diagnostico Ambiental

Componente ambiental	Factor ambiental	Calidad	Descripción
Agua	**Cantidad**	**1**	En la región, la disponibilidad de agua subterránea es suficiente para cubrir las necesidades actuales y potenciales del proyecto. El acuífero local, perteneciente a la Región Hidrológica RH10 "Nazas-Aguanaval", presenta una recarga natural favorecida por la permeabilidad de los suelos (regosoles y xerosoles) que permiten la infiltración. La precipitación media anual, aunque baja (300-350 mm), se distribuye de manera que asegura una recarga vertical estimada en 1.2 hm^3/año. Esto significa que, aun en condiciones áridas, el recurso hídrico mantiene estabilidad y no se compromete la disponibilidad para los usuarios actuales ni futuros.
	Calidad	**1**	La calidad del agua superficial y subterránea se considera en condiciones aceptables, aunque existen factores de presión que deben señalarse. En el Sistema Ambiental Regional (SAR) se registró el uso de agroquímicos en zonas agrícolas y la presencia de tiraderos de basura a cielo abierto, los cuales podrían afectar la calidad del agua subterránea. Si bien dentro del polígono del proyecto no se identificaron escurrimientos directos ni residuos peligrosos, los cuerpos de agua intermitentes y canales de riego muestran condiciones fisicoquímicas generalmente adecuadas. No obstante, estos hallazgos sugieren la necesidad de un monitoreo continuo para confirmar que el recurso hídrico no represente riesgos para la salud humana ni para los ecosistemas locales.
Suelo	**Calidad**	**0.75**	El suelo presenta condiciones aceptables, aunque con signos de presión antrópica. En comunidades rurales cercanas se identificaron tiraderos a cielo abierto que pueden generar lixiviados, los cuales no solo afectan la calidad edáfica, sino que también representan un riesgo potencial para la calidad del agua subterránea debido a la alta permeabilidad de los suelos. Aunque dentro del polígono del proyecto no se encontraron residuos peligrosos, la textura ligera del sustrato favorece la infiltración y, en consecuencia, incrementa la vulnerabilidad a la contaminación si no se manejan adecuadamente los

Componente ambiental	Factor ambiental	Calidad	Descripción
			residuos. Por ello, se recomienda implementar medidas de control y monitoreo para prevenir afectaciones tanto al suelo como al recurso hídrico.
	Estructura	**0.75**	La estructura del suelo muestra vulnerabilidad a procesos de erosión hídrica y eólica, especialmente en áreas con vegetación escasa o expuestas por actividades agrícolas. Se observaron zonas con compactación superficial moderada, producto del tránsito de maquinaria y ganado. Estas afectaciones, aunque no comprometen de manera crítica la funcionalidad del sustrato en el escenario actual, reflejan un grado de presión que incrementa la susceptibilidad del suelo a la pérdida de fertilidad y capacidad de soporte.
Aire	**Calidad**	**1**	La calidad del aire en la región se considera aceptable de acuerdo con las condiciones observadas y la ausencia de fuentes industriales de contaminación en el área de estudio. Las principales emisiones provienen de carreteras y actividades agropecuarias, como la quema de rastrojos, lo que genera partículas y gases en niveles que, según la información disponible, no muestran afectaciones críticas. Sin embargo, dado que en el apartado del medio abiótico no se presentaron mediciones directas de calidad del aire, esta valoración debe entenderse como una aproximación basada en la caracterización de actividades presentes y en la ausencia de reportes de contaminación significativa.
	Ruido	**0.75**	El ruido ambiental en la zona es moderado y se genera principalmente por dos fuentes: el tránsito de vehículos pesados en carreteras cercanas y el funcionamiento de sistemas de riego agrícola tipo aspersores, que producen un zumbido constante durante su operación. Aunque estas fuentes no representan un riesgo crítico para la salud humana, sí generan un ambiente sonoro perceptible en horarios de actividad agrícola. En el área del proyecto no existen industrias ni fuentes permanentes de ruido de gran magnitud, por lo que las condiciones acústicas actuales se consideran aceptables.

Componente ambiental	Factor ambiental	Calidad	Descripción
Paisaje	**Visibilidad**	**0.75**	La visibilidad del paisaje en el área de estudio es amplia debido a la escasa densidad de vegetación y la presencia de árboles pequeños que no generan barreras visuales significativas. El terreno es predominantemente abierto, con cultivos y estructuras agrícolas visibles, como los sistemas de riego por aspersión que marcan círculos en el paisaje. Esto implica que cualquier modificación o infraestructura será fácilmente perceptible en el entorno, sin atenuación relevante por cobertura vegetal. La condición visual del paisaje se considera de calidad media-alta, ya que, aunque está transformado por actividades agrícolas, mantiene una apertura que permite apreciar la extensión del terreno.
	Calidad	**0.5**	El paisaje presenta signos evidentes de transformación por actividades agrícolas, ganaderas y asentamientos humanos. La homogeneidad del terreno y la ausencia de elementos naturales destacados reducen su valor escénico, lo que significa que la capacidad de absorción de nuevas estructuras es baja.
	Alteración/ Fragilidad	**0.5**	El paisaje muestra fragilidad visual media, susceptible a cambios por nuevas actividades. Cualquier infraestructura será perceptible en el entorno debido a la baja capacidad de absorción visual, lo que obliga a considerar medidas de integración paisajística como revegetación y diseño armónico de las estructuras.
Flora	**Diversidad**	**0.5**	La diversidad florística es baja, dominada por especies generalistas y halófitas adaptadas a condiciones áridas. Se identificaron comunidades secundarias con presencia marginal de cactáceas y arbustos nativos, lo que refleja un ecosistema transformado con baja representatividad de especies endémicas.
	Abundancia	**0.5**	La abundancia de individuos es limitada, con predominio de especies oportunistas como arbustos espinosos y herbáceas resistentes. No se registraron especies normadas dentro del polígono del proyecto, aunque en el área de influencia existen taxa enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Componente ambiental	Factor ambiental	Calidad	Descripción
Fauna	**Hábitat**	**0.5**	El hábitat se encuentra presionado por actividades agropecuarias y asentamientos humanos, lo que reduce la disponibilidad de refugios naturales y fragmenta la conectividad ecológica. A pesar de ello, aún existen áreas con vegetación secundaria y espacios abiertos que permiten la presencia de especies adaptadas a ambientes áridos.
	Herpetofauna	**0.5**	La diversidad de reptiles es baja, con predominio de especies tolerantes a la perturbación. Destaca *Uta stansburiana*, especie amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, lo que resalta la necesidad de conservar microhábitats arenosos y zonas abiertas donde se distribuye.
	Aves	**0.75**	La avifauna presenta diversidad media-alta, con especies generalistas y algunas sensibles a cambios antrópicos. Entre ellas se registró la *Antigone canadensis* y *Accipiter cooperii* (sujetas a protección especial). Estas especies utilizan el área como sitio de paso o alimentación, lo que subraya la importancia de conservar corredores biológicos y zonas de descanso.
	Quirópteros	**0.75**	Los murciélagos insectívoros se encuentran presentes en la región, mostrando tolerancia a ambientes modificados y desempeñando un papel ecológico clave en el control de plagas agrícolas. Aunque no se registraron especies normadas en este grupo, su conservación es relevante para mantener el equilibrio ecológico.
	Mamíferos terrestres	**0.5**	La mastofauna terrestre es media, dominada por especies generalistas como roedores y pequeños carnívoros. Se identificaron dos especies de importancia: *Peromyscus eremicus* y *Chaetodipus nelsoni*, ambas endémicas y catalogadas como amenazada y bajo protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La presencia de estas especies resalta la necesidad de conservar áreas de matorral y suelos arenosos que sirven como hábitat crítico.

Componente ambiental	Factor ambiental	Calidad	Descripción
	Especies Vulnerables	**0.5**	En total, son 4 las especies con estatus de conservación: Uta stansburiana, *Antigone canadensis*, *Accipiter cooperii*, *Peromyscus eremicus* y *Chaetodipus nelsoni*. Dos son endémicas, lo que incrementa su valor ecológico Tres de ellas son endémicas de México y Norteamérica, lo que incrementa su valor ecológico y la necesidad de implementar medidas específicas de protección. La presencia de estas especies confirma que, aunque el ecosistema está transformado, aún conserva elementos de biodiversidad que requieren atención prioritaria en las medidas de mitigación.
Medio Socioeconómico	**Actividades comerciales**	**0.5**	Las actividades económicas predominantes en la zona corresponden a la agricultura de temporal y la ganadería extensiva, que constituyen la base de subsistencia de la población local. El comercio se limita principalmente a la venta de productos agropecuarios y bienes básicos en pequeños establecimientos, lo que refleja un mercado reducido y poco diversificado. En los últimos años, la renta de tierras para proyectos energéticos ha representado un ingreso adicional para algunos propietarios, aunque no sustituye ni desplaza las actividades tradicionales. La economía se caracteriza por su dependencia de factores climáticos y por la escasa diversificación productiva, lo que la hace vulnerable a variaciones en la precipitación y a fluctuaciones en los precios de los productos agropecuarios.
	Empleos	**0.5**	La generación de empleos en la región es moderada y está vinculada principalmente a las actividades agropecuarias y comerciales de pequeña escala. La mayoría de los empleos son informales o temporales, con bajos niveles de seguridad social y limitadas oportunidades de crecimiento económico. Sin embargo, la falta de diversificación económica y la dependencia de actividades primarias continúan siendo factores que limitan el desarrollo socioeconómico regional.

Enseguida se muestran los resultados de los cálculos de la valoración de la calidad de cada componente y factor ambiental.

Tabla 12. Valoración de los componentes ambientales.

Componente ambiental	Factor ambiental	Calidad	Unidades de importancia		Unidades de importancia ambiental		Calidad (%)
			Parámetro	Componente	Parámetro	Componente	
Agua	Cantidad	1	15	30	**15**	**30**	100.00
	Calidad	1	15		**15**		
Suelo	Calidad	0.75	15	30	**11.25**	**22.5**	75.00
	Estructura	0.75	15		**11.25**		
Aire	Calidad	1	10	20	**10**	**15**	75.00
	Ruido	0.5	10		**5**		
Paisaje	Visibilidad	0.75	10	30	**7.5**	**17.5**	58.33
	Calidad	0.5	10		**5**		
	Alteración/fragilidad	0.5	10		**5**		
Flora	Diversidad	0.5	15	30	**7.5**	**15**	50.00
	Abundancia	0.5	15		**7.5**		
Fauna	Hábitat	0.5	10	60	**5**	**35**	58.33
	Herpetofauna	0.5	10		**5**		
	Aves	0.75	10		**7.5**		
	Quirópteros	0.75	10		**7.5**		
	Mamíferos no voladores	0.5	10		**5**		
	Especies vulnerables	0.5	10		**5**		
Socioeconómico	Actividades comerciales	0.5	10	20	**5**	**10**	50.00
	Empleos	0.5	10		**5**		

Los resultados obtenidos se calificaron con una escala cualitativa en porcentaje, según los rangos mínimos y máximos de lo que sería una calidad baja u optima, respectivamente.

Tabla 13. Rangos de calidad.

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

De acuerdo con los rangos mostrados anteriormente se puede determinar el nivel de calidad de cada componente.

Tabla 14. Calidad obtenida para cada componente en el área del proyecto.

Componente ambiental	Calidad del componente (%)	Calidad
Agua	100	Alta (óptima)
Suelo	75	Media alta
Aire	75	Media alta
Paisaje	58.33	Media
Flora	50	Media
Fauna	58.33	Media
Socioeconómico	50	Media

La valoración global de los componentes ambientales en el escenario actual arrojó un promedio de 66.67 %, lo que ubica al área de estudio en la categoría media–alta. Este resultado se explica por la conservación relativa de los componentes físicos —agua (100 %, óptima), suelo (75 %, media–alta) y aire (75 %, media–alta)— que mantienen condiciones favorables aun con la presencia de actividades antropogénicas en el Área de Proyecto (AP), Área de Influencia (AI) y Sistema Ambiental Regional (SAR). En contraste, los componentes bióticos —flora (50 %, media) y fauna (58.33 %, media)— muestran mayor grado de alteración, reflejado en una diversidad baja y en la presencia de especies con estatus de conservación, derivado de la perturbación existente. El paisaje (58.33 %, media) evidencia una transformación significativa por actividades agrícolas, ganaderas, asentamientos humanos y redes de

infraestructura, mientras que el medio socioeconómico (50 %, media) refleja una economía de subsistencia con generación moderada de empleos.

En síntesis, aunque los factores físicos se mantienen conservados, los bióticos y paisajísticos presentan signos de presión que incrementan la vulnerabilidad del sistema ambiental.

V 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).

V.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.

V.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 15. Descripción de los impactos identificados para el componente agua.

COMPONENTE: AGUA	
Factor: Cantidad **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción, Comisionamiento, Operación y Mantenimiento y Desmantelamiento	
Impacto: Modificación a los patrones de escurrimiento	**Descripción:** Las actividades que pudieran disminuir la infiltración son el desmonte y despalme, ya que la capa vegetal y la capa orgánica del suelo permiten que el agua de lluvia escurra lentamente permitiendo la saturación del suelo y su infiltración. En el caso específico del área del proyecto se prevé que el retiro de la capa fértil del suelo sea un factor importante en la retención de agua, sin embargo, es importante destacar las propiedades del suelo, que permiten la infiltración rápida del agua hacia el subsuelo, considerándose importante por la cantidad de agua que se precipita en la zona, principalmente durante la temporada de lluvias.
Factor: Calidad **Etapa (s):** Gestión, Preparación del sitio, Construcción, Comisionamiento, Operación y Mantenimiento y Desmantelamiento	
Impacto: Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	**Descripción:** Uno de los efectos colaterales del desarrollo de actividades humanas es la generación de residuos sólidos urbanos, en este caso, dichos residuos serán generados dentro de cada una de las diferentes etapas del proyecto, derivado de la presencia de diferentes frentes de trabajo en cada una de las etapas del Proyecto.
Impacto: Contaminación por residuos peligrosos	**Descripción:** La contaminación del agua por residuos peligrosos se considera por la presencia de maquinaria y vehículos en las distintas etapas del proyecto y se asocia de manera directa a un mal manejo de aceites, aditivos, o combustibles durante la ejecución de las distintas actividades del proyecto, por lo que se prevé que exista una mayor probabilidad de que ocurra durante las etapas de preparación del sitio y construcción, sin embargo no se descarta la probabilidad de que se presente también durante la etapa de operación y mantenimiento, y abandono.
Factor: Escorrentías **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción y Desmantelamiento.	

COMPONENTE: AGUA	
Impacto: Incremento en la escorrentía	**Descripción:** Las características del terreno favorecen la escorrentía del agua que se llega a precipitar en la zona. Las características del sitio sumadas al proceso de desmonte y despalme que deberá de realizarse para la implementación de las infraestructuras del Proyecto podrían potencializar el incremento en la escorrentía de agua en la zona, por lo menos durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

V.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 16. Descripción de impactos identificados para el componente suelo.

COMPONENTE: SUELO	
Factor: Calidad **Etapa (s):** Gestión, Preparación del sitio, Construcción, Comisionamiento, Operación y Mantenimiento y Desmantelamiento	
Impacto: Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	**Descripción:** La generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, estará asociada principalmente a las distintas actividades que se realizan dentro de cada una de las etapas de desarrollo del Proyecto, y al personal que labora, de manera que el impacto cambia de intensidad a lo largo del desarrollo del proyecto. La ocurrencia del impacto se relaciona con una disposición inadecuada de los residuos.
Impacto: Contaminación por residuos peligrosos.	**Descripción:** La ocurrencia de este impacto se asocia principalmente a una inadecuada disposición de los residuos peligrosos provenientes de los vehículos y maquinaria que transite dentro del área del proyecto en las distintas etapas de ejecución. Los residuos peligrosos que se tiene considerado generar corresponden a lubricantes, aceites, combustibles, aditivos entre otros. La intensidad del impacto corresponde a la cantidad de vehículos y maquinaria que transiten por el área del Proyecto.
Factor: Estructura **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción, Operación y mantenimiento.	

COMPONENTE: SUELO	
Impacto: Perdida de suelo por erosión eólica.	**Descripción:** Es importante mencionar que el suelo del área del Proyecto tiene una tendencia moderada a erosionarse, por lo que de manera natural este proceso se presenta en el sitio. Lo anterior, junto con las acciones de desmonte y despalme que se realizarán, así como el propio movimiento de tierras y nivelación del terreno incrementarán la probabilidad de que el suelo se pierda por erosión eólica, siendo mucho más intenso durante las etapas de preparación del sitio y construcción.
Impacto: Perdida de suelo por erosión hídrica.	**Descripción:** Teniendo en cuenta que para la construcción del proyecto será necesario realizar la limpieza y en algunos casos la remoción de vegetación natural dentro de algunas zonas del polígono del Proyecto, se prevé que el cambio en la estructura del suelo en combinación con la precipitación pluvial que caracteriza a la zona, sean factores que potencialicen la pérdida de suelo por erosión hídrica.
Impacto: Compactación del suelo.	**Descripción:** En lo que respecta a este impacto se prevé que se presente derivado de los procesos constructivos del proyecto por la presencia de vehículos y maquinaria.

V.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 17. Descripción de los impactos identificados para el componente aire.

COMPONENTE: AIRE	
Factor: Calidad **Etapas:** Gestión, Preparación del sitio, Construcción, Comisionamiento, Operación y Mantenimiento y Desmantelamiento	
Impacto: Generación de gases contaminantes.	**Descripción:** Las fuentes generadoras de gases contaminantes asociadas al proyecto corresponden a la presencia de vehículos y maquinaria, consideradas como fuentes móviles, mismas que serán utilizadas con diferentes intensidades de acuerdo con la etapa del Proyecto que se ejecute. Se considera que este impacto tenga una mayor intensidad durante las etapas de preparación del sitio y construcción, mientras que durante la operación y

COMPONENTE: AIRE	
	mantenimiento la intensidad se verá reducida considerablemente. Para el caso del desmantelamiento será también considerable.
Impacto: Generación de polvos.	**Descripción:** Derivado del movimiento de tierras, como el despalme, nivelación y conformación del terreno, se producirá la dispersión de polvos, por lo que este impacto está asociado a las actividades propiamente de la construcción y al uso de vehículos. Para las actividades de desmantelamiento se utilizarán vehículos y maquinaria, que producirán gases de combustión, así como polvos por su circulación.
Factor: Ruido **Etapas:** Gestión, Preparación del sitio, Construcción, Comisionamiento, Operación y Mantenimiento y Desmantelamiento	
Impacto: Generación de ruido por maquinaria y/o camiones.	**Descripción:** La mayoría de las actividades que se desarrollarán dentro de las etapas de preparación de sitio y construcción estarán relacionadas con el empleo de maquinaria pesada, así como la circulación de vehículos pesados, necesarios para el traslado de materiales dentro, generando un impacto sonoro en el sitio. Durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, las fuentes generadoras de ruido serán por un lado el uso de maquinaria y vehículos para las actividades de mantenimiento, dichas actividades se consideran periódicas y puntuales a lo largo de la vida útil del proyecto. La generación de ruido será un impacto permanente durante toda la vida útil del proyecto.

V.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 18. Descripción de los impactos asociados al componente paisaje.

COMPONENTE: PAISAJE
Factor: Visibilidad

COMPONENTE: PAISAJE	
Etapa (s): Gestión, Preparación del sitio, Construcción, Comisionamiento, Operación y Mantenimiento y Desmantelamiento	
Impacto: Modificación en los patrones de visibilidad	**Descripción:** Debido a que el uso de suelo actual dentro del área del proyecto se verá modificado por la construcción y puesta en marcha del Proyecto, se modificarán considerablemente los patrones de visibilidad actuales, conformados principalmente por cultivos de avena, haciendo que este impacto ocurra desde la etapa de preparación del sitio y se mantenga hasta la etapa de abandono, sin embargo, se considera que la intensidad más alta será al inicio y disminuya con el paso del tiempo.
Factor: Calidad **Etapa (s):** Preparación del sitio, Construcción, y Desmantelamiento	
Impacto: Disminución de los elementos bióticos	**Descripción:** La calidad del paisaje radica en la naturalidad de este, a mayor superficie con presencia de elementos naturales mayor es la calidad. Tal como se ha indicado dentro del Capítulo IV del presente estudio, el área del Proyecto se encuentra conformada por cultivos y vegetación natural, las cuales serán retiradas del sitio desde las etapas más tempranas, para dar paso a las infraestructuras.
F**actor:** Alteración/fragilidad **Etapa (s):** Gestión, Preparación del sitio, Construcción, Comisionamiento, Operación y Mantenimiento y Desmantelamiento	
Impacto: Presencia de elementos no naturales	**Descripción:** El área donde se pretende desarrollar el Proyecto presenta cultivos y vegetación en estado de recuperación, por lo que la presencia de maquinaria e infraestructura propia del parque provocarán la ocurrencia de este impacto desde las etapas más tempranas y será permanente durante toda la vida útil del Proyecto, disminuyendo su intensidad a través del tiempo.

V.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 tres impactos, mismos que se describen en la siguiente tabla.

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

COMPONENTE: FLORA	
Factor: Diversidad Etapa (s): Preparación del sitio	
Impacto: Disminución en la diversidad de especies.	**Descripción:** Se considera que, por las actividades de limpieza, desmonte y despalme, se verá reducida la diversidad de especies presentes en el sitio, principalmente aquellas que se ubiquen en los sitios donde se tiene proyectada la construcción de las infraestructuras permanentes. Teniendo en cuenta lo anterior, el impacto se presentará durante la etapa de Preparación del Sitio en aquellas áreas de ocupación permanente.
Factor: Abundancia Etapa (s): Preparación del sitio	
Impacto: Disminución en la abundancia de los organismos.	**Descripción:** Debido a que será necesario realizar actividades asociadas al cambio de uso de suelo, el número de individuos que actualmente se encuentran presentes en el sitio se verá disminuido considerablemente, ya que los procesos constructivos del Proyecto demandan contar con áreas libres de vegetación que permitan la nivelación del terreno y la instalación de sus distintos componentes, en este sentido se prevé que este impacto ocurra durante la etapa de preparación de sitio.
Factor: Regeneración **Etapa (s):** Preparación del sitio	
Disminución en el banco de semillas	**Descripción:** La ocurrencia de este impacto se prevé derivada de la dinámica de regeneración, ya que el suelo es un reservorio importante de semillas, por lo que en áreas sin uso aparente la vegetación se regenera con facilidad. Durante las actividades de desmonte y despalme será necesario retirar la capa fértil del suelo, se perderá consecuentemente el reservorio de semillas, disminuyendo la capacidad de regeneración en el sitio. En general se considera que este impacto se presentará en la etapa de preparación del sitio

V.1.6 Descripción de los impactos del componente fauna

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

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

<table>
<tr><th colspan="2">COMPONENTE: FAUNA</th></tr>
<tr><td colspan="2">Factor: Especies vulnerables
Etapa (s): Preparación del sitio, Construcción, Comisionamiento, Operación y Mantenimiento y Desmantelamiento</td></tr>
<tr><td>Impacto: Afectación a especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010</td><td>Descripción: Derivado de los muestreos realizados dentro del área del proyecto, fue posible identificar 5 especies de fauna silvestre catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

<table>
<tr><th>Especie</th><th>Nombre común</th><th>NOM 059</th></tr>
<tr><td>Accipiter cooperii</td><td>Gavilán de Cooper</td><td>Pr</td></tr>
<tr><td>Antigone canadensis</td><td>Grulla Gris</td><td>Pr</td></tr>
<tr><td>Chaetodipus nelsoni</td><td>Ratón de Abazones de Nelson</td><td>Pr</td></tr>
<tr><td>Peromyscus eremicus</td><td>Ratón de Cactus</td><td>A</td></tr>
<tr><td>Uta stansburiana</td><td>Lagartija Norteña de Mancha Lateral</td><td>A</td></tr>
</table>

Se prevé que este impacto ocurra desde la etapa de preparación del sitio y construcción ya que con la ejecución del cambio de uso de suelo se modificarán las condiciones del hábitat en el sitio.
Se considera que grupo de la herpetofauna, será el mayor afectado ya que son más dependientes a microhábitats y más sensibles a estos cambios, siendo las especies más vulnerables.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Factor: Diversidad
Etapa (s): Preparación del sitio, Construcción, Comisionamiento, Operación y Mantenimiento y Desmantelamiento</td></tr>
<tr><td>Impacto: Disminución de la riqueza específica.</td><td>Descripción: Con la implementación del Proyecto se espera que la mayoría de las especies que actualmente se distribuyen dentro del sitio se desplacen de manera temporal o permanente a áreas aledañas, ocasionando una</td></tr>
</table>

COMPONENTE: FAUNA	
	reducción significativa de la cantidad que actualmente utilizan el sitio como su hábitat. Se prevé que este impacto inicie con la preparación del sitio, y perdure hasta el desmantelamiento.
Factor: Modificación del hábitat Etapa (s): Preparación del sitio, Construcción, Comisionamiento, Operación y Mantenimiento y Desmantelamiento	
Impacto: Eliminación de áreas de descanso, alimentación, reproducción, etc. de las especies.	**Descripción:** Este impacto esta dado directamente por la ejecución del cambio de uso de suelo necesario para la implementación del Proyecto, de acuerdo con los resultados de la caracterización de la fauna silvestre, existen diferentes grupos de especies que utilizan actualmente el área como refugio, descanso y área de alimentación. Se prevé que una vez que finalicen las actividades constructivas será posible que algunas especies vuelvan a ocupar el sitio principalmente las generalistas que no necesitan hábitats especializados para su sobrevivencia.
Impacto: Modificación en los patrones de comportamiento de algunas especies	**Descripción:** La ocurrencia de este impacto estará asociada al desmonte y despalme que se realizarán como parte de las actividades de la etapa de preparación de sitio; se refiere al cambio que ocurrirá en el comportamiento de las especies, principalmente aquellas que utilizan el área como hábitat ya que, al modificar sus condiciones naturales, los organismos tenderán a moverse hacia áreas aledañas en busca de recursos.
Impacto: Efecto barrera	**Descripción:** Este impacto se presentará a partir de la etapa Preparación del Sitio y estará asociado e a la colocación del cercado temporal en los frentes de trabajo. Se espera que esté presente durante todas las etapas del Proyecto y disminuya de manera gradual.
Factor: Mortalidad Etapa (s): Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, abandono de sitio.	
Impacto: Mortalidad por atropellamiento	**Descripción:** Teniendo en cuenta el resultado de los muestreos realizados y las actividades del Proyecto, impacto afectará a la herpetofauna y mamíferos. Su intensidad estará asociada a la cantidad de vehículos que transiten por el sitio, por lo que se espera que durante la etapa de preparación del sitio sea más intenso;

COMPONENTE: FAUNA	
Impacto: Mortalidad por electrocución/colisión	**Descripción:** Este impacto se reconoce a partir de las últimas actividades de construcción de la LT. Además, durante la etapa de operación en la LT se espera la ocurrencia de muertes por electrocución, este impacto estará presente durante toda la vida útil del proyecto;

V.1.7 Descripción de los impactos del componente socioeconómico

En el caso del componente socioeconómico se identificaron un total de dos posibles impactos categorizados como positivos, cuales se describen dentro de la siguiente tabla.

Tabla 21. Descripción de los impactos identificados para el componente socioeconómico.

COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO	
Factor: Actividades comerciales Etapa (s): Gestión, Preparación del sitio, Construcción, Comisionamiento, Operación y Mantenimiento y Desmantelamiento	
Impacto: Derrama económica por bienes o servicios	**Descripción:** Este impacto estará asociado a la presencia de trabajadores del Proyecto y a las necesidades que deban cubrir por causa de sus labores o bien por el incremento en su capacidad adquisitiva. Se considera que este impacto estará presente durante todas las etapas del proyecto, pero su intensidad estará en función de la cantidad de personas para las que el desarrollo del Proyecto represente una fuente de ingreso.
Factor: Generación de empleos Etapa (s): Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, abandono de sitio.	
Impacto: Generación de empleos	**Descripción:** Este impacto está asociado directamente a las necesidades del proyecto y estará presente durante todas las etapas de este. Se espera que, con la construcción y operación del Proyecto se generen empleos de tipo directo e indirecto, así como empleos que requieran conocimientos especializados y empleos de fácil acceso para toda la población vecina. Se espera que este impacto esté presente durante todas las etapas, disminuyendo considerablemente en la etapa de operación y reactivándose durante os trabajos de desmantelamiento.

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

VI.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.

VI.1.1 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: Área del proyecto	
RESPONSABLE: Promovente, Empresas contratistas.	
Impactos al que va dirigido la acción	Disminución en la capacidad de infiltración
Prioridad de la acción	Moderado
Carácter de la medida	Mitigación
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica de la medida	
Construcción de zanjas de infiltración en las zonas de reforestación, e implementación de canaletas entre las filas de paneles fotovoltaicos con el objetivo de disminuir la velocidad de escurrimiento superficial, evitar la pérdida de agua por escorrentía y favorecer la infiltración hacia los horizontes subsuperficiales del suelo.	

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA
FACTOR AMBIENTAL: CANTIDAD
Indicadores de realización y seguimiento
Indicadores de realización: 1. Número de zanjas de infiltración programadas y construidas y longitud (m) de las mismas respecto a lo proyectado. 2. Número y longitud (m) de canaletas construidas. 3. Superficie intervenida con obras de infiltración (ha). Indicadores de seguimiento: 1. Presencia de agua retenida en zanjas y canaletas posterior a evento de lluvias (%). 2. Tiempo promedio de infiltración del agua retenida (horas o días). 3. Porcentaje de zanjas azolvadas respecto al total. 4. Índice de erosión superficial en áreas con obras de infiltración.
Forma de supervisión y cumplimiento
1. La supervisión del cumplimiento estará a cargo del Supervisor Ambiental (SA) asignado, quien verificará mensualmente, durante la construcción, la infraestructura y realizará una inspección posterior a lluvias intensas. 2. El SA deberá trazar y orientar de forma adecuada las zanjas y canaletas con respecto a la pendiente natural del terreno y verificar las dimensiones y separación entre estructuras. 3. El SA realizará recorridos de inspección en campo y preparará una bitácora ambiental que incluya fecha, ubicación georreferenciada y descripción del estado físico de las estructuras con evidencia fotográfica, así como reportes técnicos periódicos. 4. En caso de detectarse fallas o colmatación excesiva o pérdida de funcionalidad, se aplicarán acciones correctivas inmediatas (limpieza de sedimentos o reconstrucción de zanjas y canaletas).

Medida 2

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA	
FACTOR AMBIENTAL: CANTIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Operación, mantenimiento	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del proyecto	
RESPONSABLE: Promovente, Empresa contratista.	
Impactos al que va dirigido la acción	Disminución en la capacidad de infiltración
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Mitigación
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica de la medida	
Se implementarán medidas orientadas a conservar la funcionalidad de las obras de infiltración y evitar procesos de compactación secundaria del suelo. Estas acciones incluirán la limpieza periódica de zanjas y cunetas, el mantenimiento de superficies permeables en caminos internos, la restricción de tránsito fuera de vialidades autorizadas y la conservación de cobertura vegetal (herbácea) bajo los paneles.	
Indicadores de realización y seguimiento	
Indicador de realización: 1. Número de jornadas de mantenimiento. 2. Porcentaje de zanjas y cunetas intervenidas con mantenimiento. 3. Longitud de zanjas rehabilitadas 4. Registro anual de acciones de descompactación Indicador de seguimiento: 1. Porcentaje de zanjas funcionales respecto al total y porcentaje de estructuras colmatadas. 2. Tiempo promedio de infiltración posterior a días de lluvia 3. Número de zonas con escurrimiento superficial concentrado. 4. Índice de erosión superficial en caminos y entre filas. 5. Supervivencia de cobertura vegetal herbácea bajo los paneles (%)	
Forma de supervisión y cumplimiento	

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA
FACTOR AMBIENTAL: CANTIDAD
ETAPA DEL PROYECTO: Operación, mantenimiento
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del proyecto
RESPONSABLE: Promovente, Empresa contratista.
1. Se realizarán recorridos de obras periódicas e inspecciones extraordinarias después de lluvias. 2. Se realizarán informes sobre el seguimiento de la conservación de las áreas con cobertura vegetal.

Medida 3

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA	
FACTOR AMBIENTAL: CANTIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, abandono **LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Escurrimientos en el área del proyecto** **RESPONSABLE: Promovente, Empresa contratista.**	
Impactos al que va dirigido la acción	Modificación a los patrones de escurrimiento
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Preventiva
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica de la medida	
Se delimitarán y protegerán drenes, surcos y canales existentes, se diseñarán plataformas respetando las pendientes naturales y se habilitarán canales provisionales de conducción para la preparación del sitio. Para la etapa de construcción se instalarán cruces hidráulicos, cunetas y canales permanentes, se mantendrá la continuidad entre parcelas y se proyectará la construcción de vados en cruces de cauces manteniendo una rasante horizontal y de ser requerido se incorporarán dentellones aguas arriba y aguas abajo para permitir la continuidad del flujo superficial y prevenir procesos de socavación. En las zonas donde los vados se localizan sobre terraplenes conformados con material erosionable, se implementará el revestimiento de taludes mediante zampeado u otros sistemas de protección. Para la etapa de abandono se retirarán	

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA
FACTOR AMBIENTAL: CANTIDAD
estructuras que modifiquen artificialmente las pendientes y se rehabilitarán drenes y cauces temporales.
Indicadores de realización y seguimiento
Indicadores de realización: 1. Número de drenes protegidos y longitud de canales provisionales construidos. 2. Superficie intervenida con control de escurrimiento. 3. Número de obras hidráulicas construidas y drenes restituidos 4. Número de vados con y sin dentellones construidos. 5. Superficie restaurada, número de estructuras retiradas y longitud de cauces restituidos. Indicadores de seguimiento: 1. Ausencia de desbordamientos, encharcamientos, procesos de socavación y erosión. 2. Sedimentación y existencia de afectaciones a parcelas colindantes. 3. Restablecimiento del patrón original de escurrimiento, ausencia de encharcamientos permanentes y estabilidad hidráulica del sitio restaurado. .
Forma de supervisión y cumplimiento
1.La supervisión estará a cargo del promovente y la empresa contratista, quienes durante la preparación del sitio realizarán inspecciones periódicas para identificar y proteger drenes, surcos y canales existentes procurando la conservación de pendientes naturales y direcciones de flujo, así como la correcta habilitación de canales provisionales de conducción del cuál se entregará un reporte técnico. 2. Durante la construcción las inspecciones técnicas estarán enfocadas en la instalación adecuada de cruces hidráulicos, cunetas y alcantarillas, dando continuidad hidráulica entre parcelas agrícolas. Se verificará la ausencia de desbordamientos, encharcamientos o afectaciones a terrenos colindantes reportado en un reporte técnico. 3. En la fase de abandono se realizarán inspecciones para constatar el retiro completo de plataformas, rellenos y la reconexión efectiva de drenes y cauces temporales, así como la estabilidad hidráulica de áreas restauradas del cual se entregará un reporte técnico.

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA
FACTOR AMBIENTAL: CANTIDAD
4. Se realizarán bitácoras de supervisión ambiental con registro de fecha, responsable, observaciones y registro fotográfico georreferenciado antes, durante y después de la intervención. 5. Croquis y planos de obras hidráulicas y drenes restituidos. 6. Actas de conformidad con propietarios colindantes si es necesario.

Medida 4

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación, Construcción, Operación y Mantenimiento, Abandono	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del proyecto	
RESPONSABLE: Promovente, Empresa contratista.	
Impactos al que va dirigido la acción	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial
Prioridad de la acción	Moderado
Carácter de la medida	Prevención
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica de la medida	
Se ejecutará un **Programa del Manejo Integral de Residuos** durante todas las etapas del proyecto. En la etapa de preparación del sitio y construcción, se habilitarán áreas de acopio impermeabilizadas y cubiertas fuera de zonas de escurrimiento y se dará capacitación al personal. Durante la operación y mantenimiento, se priorizará la segregación adecuada de residuos, el almacenamiento temporal en contenedores cerrados, el retiro periódico mediante prestadores autorizados y la prohibición de disposición directa sobre el suelo, inspeccionando de forma rutinaria las zonas cercanas a cauces y drenes. En la etapa de abandono se realizará la limpieza integral del sitio y el retiro total de residuos remanentes.	
Indicadores de realización y seguimiento	
Indicadores de realización:	

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD
1. Número de áreas de acopio habilitadas con contenedores identificados para cada tipo de residuos sólidos urbano y para residuos de manejo especial. 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". 2. Frecuencia de recolección ejecutada y porcentaje de residuos segregados y entregados a prestadores autorizados. 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. Indicadores de seguimiento: 1. Relación entre número de contenedores existentes debidamente identificados (por tipo de residuos) / número de contenedores existentes. 2. Bitácoras de recolección y disposición de residuos. 3. Ausencia de residuos y lixiviados en zonas de escurrimiento y número de incidentes de arrastre por lluvia. 4. Número de talleres impartidos sobre capacitación y sensibilización sobre el manejo y disposición de residuos. 5. Quejas por residuos o malos olores.
Forma de supervisión y cumplimiento
1. Se realizarán recorridos de inspección de campo y registro fotográfico de las condiciones del funcionamiento y uso de los contenedores. 2. Se registrará en una bitácora el manejo de los residuos, adjuntando los comprobantes de disposición final. 3. Se generar las memorias fotográficas del manejo de residuos 4. Memoria fotográfica del almacén temporal de residuos.

Medida 5

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, abandono **LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del proyecto** **RESPONSABLE: Promovente, Empresa contratista**	
Impactos al que va dirigido la acción	Contaminación por Residuos de Manejo Especial
Prioridad de la acción	Moderado
Carácter de la medida	Preventiva
Efectividad esperada	Alta

Descripción técnica de la medida

Durante la preparación del sitio y construcción del proyecto y abandono se clocarán sanitarios portátiles (uno por cada 15 trabajadores o fracción), mismos que deberán contar con los procedimientos adecuados para su limpieza y disposición residuos. Además, queda estrictamente prohibido la infiltración de agua residual al subsuelo.

La empresa responsable del mantenimiento periódico de los sanitarios portátiles (cada tercer día) deberá garantizar que la disposición final de las aguas residuales se llevará a cabo dando cumplimiento a las disposiciones legales aplicables.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicadores de realización:

1. Renta y colocación de sanitarios.
2. Limpieza de sanitarios.
3. Contrato con empresa autorizada para la recolección y disposición de residuos.

Indicadores de seguimiento:

1. Relación entre número de sanitarios/número de trabajadores.
2. Bitácora de limpieza de sanitarios.
3. Bitácora de recolección y disposición de cada tipo de residuo.
4. Quejas por residuos o malos olores.

Forma de supervisión y cumplimiento

1. Inspección de campo y registro fotográfico.
2. Bitácora con el registro del número de sanitarios rentados.

Medida 6

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, Construcción **LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del proyecto** **RESPONSABLE: Promovente; Empresa contratista.**	
Impactos al que va dirigido la acción	Contaminación por residuos peligrosos
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica de la medida	
Se realizará la implementación de un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos conforme a la normatividad vigente. Se realizará una identificación previa de los residuos peligrosos potenciales a generarse, se habilitarán áreas específicas de almacenamiento temporal impermeabilizadas, techadas y con bordes de contención y señalización. Es obligatoria la capacitación al personal en manejo de residuos peligrosos y control de derrames. Se retirarán periódicamente los residuos mediante empresas autorizadas y con manifiestos oficiales. Almacenamiento separado por tipo de residuos y compatibilidad química, se prohibirá el lavado de maquinaria o piezas contaminadas en campo abierto y se controlará el transporte interno de residuos en recipientes cerrados y resistentes.	
Indicadores de realización y seguimiento	
Indicadores de realización: 1. Habilitado del almacenan temporal de residuos peligrosos conforme a la legislación correspondiente. 2. Registro como generador de residuos peligrosos correctamente segregados y etiquetados. 3. Señalización sobre el manejo adecuado de residuos peligrosos 4. Numero de trabajadores capacitados para el manejo de residuos peligrosos Indicadores de seguimiento: 1. Ausencia de residuos peligrosos en zonas de escurrimientos.	

COMPONENTE AMBIENTAL: AGUA
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD
2. Número de derrames, fugas o goteos registrados y ausencia de manchas o contaminación visible en suelo o escurrimientos. 3. Manifiestos de recolección, transporte y disposición de residuos peligrosos por empresas autorizadas. 4. Bitácora de seguimiento del almacén de residuos peligrosos.
Forma de supervisión y cumplimiento
1. El responsable ambiental realizará inspecciones técnicas para verificar la ubicación y acondicionamiento adecuado de áreas de almacenamiento. 2. Inspecciones periódicas de la integridad de contenedores, etiquetas y sistemas de contención. 3. Se verificará que la empresa contratada para la disposición final de RP cuente con los permisos correspondientes vigentes. 4. En la bitácora se adjuntarán los registros y documentación probatoria, como lo establece la Ley General para la Prevención de Gestión Integral de los Residuos respecto a la generación, transporte y disposición de los residuos peligrosos. 5. Memorias fotográficas del almacén y el manejo de residuos peligrosos 6. Manifiestos de entrega-recepción de RP de forma mensual 7. Contar con un registro de incidentes el cual deberá registrarse por evento.

VI.1.2 Medidas ambientales para el componente suelo

Medida 1

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación, Construcción, Abandono **LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto** **RESPONSABLE: Promovente; Empresa contratista**	
Impactos al que va dirigido la acción	Contaminación por residuos sólidos urbanos y de manejo especial

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
Prioridad de la acción	Moderada
Carácter de la medida	Prevención
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	
Se ejecutará un **Programa de Manejo Integral de Residuos** durante las etapas preparación del sitio, construcción y abandono del proyecto. Las acciones contemplan separar de forma adecuada los residuos generados en los contendores cerrados e impermeables, así como la colocación de señalamientos restrictivos e informativos que sirvan de guía para la disposición adecuada de los residuos que se generen en el área del proyecto. Se establecerán áreas temporales de acopio impermeabilizadas que mantendrán la segregación los residuos, evitando la disposición de residuos directamente sobre el suelo y estableciendo un programa de recolección frecuente para evitar acumulaciones prolongadas y para su disposición final en áreas autorizadas. Se impartirán talleres sobre la capacitación y sensibilización sobre el manejo y disposición de residuos. Al finalizar la etapa de construcción se realizará una limpieza general del sitio.	
Indicadores de realización y seguimiento	
Indicadores de realización: 1. En el Programa de Manejo Integral de Residuos se contará con el procedimiento 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. 2. Colocación de contenedores existentes debidamente identificados por tipo de residuos los cuales 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".	

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD



Figura 24 Iconografía de clasificación de RSU. Fuente: SEMARNAT.

2. Colocación de señalética sobre el adecuado manejo de los residuos y la prohibición del mal manejo ("Se prohíbe tirar residuos"), con el objetivo de que estos no escurran y contaminen los escurrimientos. Lo mismo sucederá con los residuos peligrosos y materiales pétreos.
3. Contrato con un prestador de servicio autorizado que realice la recolección y disposición de los RSU y RME generados.

Indicadores de seguimiento:

1. Bitácora de registro de los RSU y RME generados.
2. Bitácora de recolección y disposición de los residuos generados.
3. Bitácora de actividades de limpieza los diferentes frentes de trabajo.
4. 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).

Forma de supervisión y cumplimiento
1. El SA registrará en una bitácora mensual del manejo de los residuos, adjuntando los comprobantes de disposición final. 2. Se generarán las memorias fotográficas del manejo de residuos.

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD
3. Memoria fotográfica del almacén temporal de residuos. 4. Registro de incidentes por evento. 5. Se registra en una lista de asistencia al personal que asista a las capacitaciones sobre manejo de residuos.

Medida 2

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación, Construcción, Abandono **LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto** **RESPONSABLE: Promovente; Empresa contratista.**	
Impactos al que va dirigido la acción	Contaminación por residuos peligrosos
Prioridad de la acción	Moderado
Carácter de la medida	Prevención
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	
Se ejecutará un **Programa de Educación Ambiental** donde se impartirán platicas de concientización a los trabajadores referentes a temas de manejo y disposición de residuos, además de temas generales de protección de flora, fauna y buenas prácticas ambientales. Se implementará el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos conforme a la normatividad. Se realizará una identificación previa de los residuos peligrosos potenciales a generarse como aceites usados, combustibles, solventes, pinturas, grasas, filtros, trapos impregnados o baterías). Posteriormente se delimitará y habilitarán áreas específicas para almacenamiento temporal con piso impermeable, techado, bordos de contención y correcta señalización, con uso exclusivo de contenedores certificados, herméticos y rotulados conforma a la normatividad vigente. Se contratarán empresas autorizadas para retiro y disposición final asegurándose de que todo se realice conforme a la	

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD
normatividad. Se prohibirá el vertido, enterramiento o quema de residuos peligrosos en el sitio y se hará limpieza inmediata de cualquier derrame y retiro de suelo contaminado. Al termino de la vida útil del proyecto se realizará limpieza y saneamiento de las áreas utilizadas.
Indicadores de realización y seguimiento
Indicadores de realización: 1. Número de charlas impartidas, número de asistentes y material didáctico generado. 2. Número de áreas de almacenamiento temporal habilitadas conforme a especificaciones técnicas y número de contenedores certificados instalados 3. Volumen de residuos peligrosos segregados correctamente y número de retiros documentados por empresas autorizadas. 4. Existencia de contrato vigentes con prestadores autorizados. 5. Entrega de constancias finales de disposición y cierre. Indicadores de seguimiento: 1. Presencia de residuos peligrosos fuera de áreas autorizadas. 2. Bitácora de talleres impartidos con evidencia fotográfica. 3. Integridad física de contenedores y sistemas de contención 4. Presencia de manchas, olores o lixiviados en el suelo 5. Número de incidentes de manejo inadecuado registrados.
Forma de supervisión y cumplimiento
1. Registro de inspecciones periódicas a lo largo de las distintas etapas del proyecto e inspecciones extraordinarias después de lluvias. 2. Bitácoras ambientales de generación y manejo de residuos peligrosos. 3. Manifiestos oficiales de transporte y disposición final. 4. Contratos con empresas autorizadas.

Medida 3

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación, Construcción, Abandono **LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto** **RESPONSABLE: Promovente; Empresa contratista.**	
Impactos al que va dirigido la acción	Contaminación por residuos peligrosos
Prioridad de la acción	Moderada
Carácter de la medida	Prevención
Efectividad esperada	Alta

Descripción técnica

Para minimizar el riesgo de contaminación del suelo, por derrames accidentales de combustibles o aceites, se deben realizar mantenimiento preventivos y correctivos con el fin de garantizar que la maquinaria y equipo se encuentre en las mejores condiciones posibles.

Los camiones que realicen recarga de combustible deben contar con un kit de contención de derrames que debe incluir al menos una lona impermeable, charolas de contención, embudos para hacer los cambios del líquido y material absorbente para hidrocarburos.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicadores de realización:

1. Todos los vehículos relacionados con el proyecto deben entregar comprobante de los mantenimientos realizados.
2. Los camiones de recarga de combustible contaran con un kit de contención de derrames.
3. Porcentaje de personal capacitado en manejo de residuos peligrosos.

Indicadores de seguimiento:

1. Relación entre el número de vehículos y maquinaria vinculados al proyecto y los mantenimientos realizados a los mismos.
2. Vehículos que cuentan con un kit de contención de derrames.
3. Bitácora de derrames de sustancias peligrosas.
4. Incidentes por manejo incorrecto de residuos peligrosos

Forma de supervisión y cumplimiento

1. El SA dará seguimiento al mantenimiento de los equipos y maquinaria utilizad.

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD
2. Inspección previa a la operación de los camiones. 3. Manifiestos de entrega-recepción de residuos peligrosos 4. Registro de incidentes. 5. En las charlas de concientización se considerará como un tema el manejo de los residuos peligrosos.

Medida 4

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO	
FACTOR AMBIENTAL: EROSIÓN	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación, Construcción, Abandono	
LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto	
RESPONSABLE: Promovente; Empresa contratista	
Impactos al que va dirigido la acción	-Pérdida de suelo por erosión eólica -Pérdida de suelo por erosión hídrica -Compactación
Prioridad de la acción	Moderada
Carácter de la medida	Compensación y Restauración
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	
Se implementará el **Programa de reforestación** y el **Programa de conservación de suelos** con el objetivo de restaurar mediante la implementación de un esquema de compensación ambiental conforme a lo establecido en la normatividad vigente, considerando una relación 1:1 entre superficie afectada del proyecto y la superficie destinada a compensar, con un rango de cumplimiento del 30 al 80%, de acuerdo con el tipo de vegetación, grado de afectación y criterios técnicos aplicables. Estas medidas de compensación se realizarán mediante: 1. **Conservación de la capa superficial del suelo:** Durante la preparación del sitio y la construcción se realizará el rescate del suelo más superficial, mediante el uso de maquinaria pesada la cual rescatará hasta 10 centímetros de suelo. El suelo obtenido de las capas más superficiales será colocado en cúmulos, distribuidos de manera regular en el área de	

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO
FACTOR AMBIENTAL: EROSIÓN

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 ya que este será regresado una vez terminada la obra.

2. **Enriquecimiento del suelo:** Con el fin de aprovechar todos los recursos disponibles, en la etapa de preparación del sitio se realizarán acciones orientadas a enriquecer el suelo a través de la recuperación del mantillo. 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 conocida como mantillo el cual además se colocará en las zonas de reforestación.

   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.
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 o bien dentro del SAR, según la disponibilidad del sitio.
5. Se establecerán zonas buffer y franjas de amortiguamiento de 20m en los límites del polígono del AP, si es posible en colindancia con cauces o escurrimientos, cerca de la infraestructura vial, en perímetro con predios agrícolas o zonas habitadas y alrededor de áreas sensibles (sitios de anidación, madrigueras activas o microhábitats). La reforestación se realizará con vegetación nativa la cual deberá ser adquirida en viveros cercanos a la zona para asegurar su adaptación climática y asegurarse de su mantenimiento a lo largo del proyecto.

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO
FACTOR AMBIENTAL: EROSIÓN
Indicadores de realización y seguimiento

Indicadores de realización:

1. Superficie (ha) con material orgánico enriquecidas y restauración de suelos degradados.
2. Superficie reforestada (ha) con especies nativas y cantidad de ejemplares utilizados en la reforestación.
3. Relación de compensación aplicada (1:1)
4. Superficie total destinada a compensación respecto a la superficie impactada (ha y %).

Indicadores de seguimiento:

1. Bitácora de mantenimiento de las áreas reforestadas.
2. Bitácora del mantenimiento de las obras de drenaje.
3. Estabilidad de suelo y ausencia de procesos erosivos activos.
4. Supervivencia de cobertura vegetal en el área compensatoria:

   Esta tarea permite tener una estimación cuantitativa del éxito de la plantación bajo la influencia de los factores del sitio. El valor que se obtiene es la proporción de individuos que están vivos en relación con los individuos efectivamente plantados. Para obtener la sobrevivencia de la plantación se extrapolan los datos de la superficie de muestreo a la totalidad de la plantación.

   Donde:

   $\boldsymbol{p}$ = proporción estimada de plantas vivas.

   $\boldsymbol{a_i}$ = número de plantas vivas en el sitio de muestreo i.

   $\boldsymbol{m_i}$ = número de plantas vivas y muertas en el sitio de muestreo i

5. Estado sanitario y vigor de la planta: Permite conocer la proporción de individuos sanos respecto a los individuos vivos en la plantación. Se considera que un individuo está sano cuando no presenta daños por plagas o síntomas de enfermedades en cualquiera de sus estructuras.

Donde:

$\boldsymbol{p}$ = proporción estimada de plantas sanas.

$\boldsymbol{a_i}$= número de árboles en el sitio de muestreo i.

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO
FACTOR AMBIENTAL: EROSIÓN
m_i= número de plantas vivas en el sitio de muestreo i. Mientras que para el vigor se describe la proporción de individuos vigorosos del total de las plantas vivas. El vigor se clasifica de la siguiente forma: 6. Bueno. Cuando la planta presenta un color verde intenso y tiene amplia cobertura 7. Regular. Cuando muestra un color verde seco a amarillento y cobertura media; 8. Malo. Cuando muestra un color amarillento ralo y débil. Cabe mencionar que esta estimación es relativamente subjetiva sin embargo pueden realizarse interpretaciones de gran ayuda en la toma de decisiones. Donde: Pv= proporción estimada de plantas vigorosas. v_i= número de plantas vigorosas en el sitio de muestreo i. a_i = número de plantas vivas en el sitio de muestreo i.
Forma de supervisión y cumplimiento
1. Se llevará la ejecución del Programa de reforestación y del Programa de conservación principalmente en área de afectación temporal del proyecto. 2. Se realizarán actividades de mantenimiento del área de reforestación y se dará seguimiento a la sobrevivencia de los ejemplares plantados. 3. Bitácoras de actividades con evidencia fotográfica y desglosando las actividades con el porcentaje de realización. 4. Reportes técnicos de avances y resultados y entrega de informes de cumplimiento a la autoridad competente. La medida de compensación no sustituye las acciones de prevención, mitigación y restauración implementadas dentro del área del proyecto, sino que atiende los impactos residuales asociados al cambio de uso de suelo.

Medida 5

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO	
FACTOR AMBIENTAL: EROSIÓN Y COMPACTACIÓN	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación, Construcción, Abandono **LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto** **RESPONSABLE: Promovente; Empresa contratista**	
Impactos al que va dirigido la acción	-Pérdida de suelo por erosión eólica -Pérdida de suelo por erosión hídrica
Prioridad de la acción	Media
Carácter de la medida	Mitigación
Efectividad esperada	Alta

Descripción técnica

Se realizará riegos periódicos de caminos y áreas descubiertas para contrarrestar la erosión eólica por remoción de vegetación y suelos expuestos.

Instalación de barreras físicas como cunetas y obras de control de escurrimiento como medida de mitigación de la erosión hídrica por escorrentías, así como la restitución del suelo orgánico en áreas intervenidas.

Es importante la programación de actividades de preparación fuera de periodos de lluvias intensas y vientos fuertes.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicadores de realización:

1. Consumo de agua tratada para riego de áreas que así lo requieran.
2. Construcción de cunetas, bordos y obras de control de escurrimiento

Indicadores de seguimiento:

1. Cantidad de riegos realizados.
2. Superficie humectada
3. Mantenimiento de obras como cunetas, bordos y obras de control de escurrimiento.
4. Nivel de polvo generado por erosión eólica (bajo/medio/alto)
5. Presencia de cárcavas, surcos o pérdida visible de suelo.
6. Presencia de erosión hídrica activa después de lluvias.
7. Bitácora de seguimiento.

Forma de supervisión y cumplimiento

COMPONENTE AMBIENTAL: SUELO
FACTOR AMBIENTAL: EROSIÓN Y COMPACTACIÓN
1. Generar las bitácoras de actividades relacionadas con registro fotográfico y reporte técnico. 2. Realizar inspección visual mensual para detectar anomalidades. 3. Realizar recorridos de campo para verificar que no exista erosión del suelo. 4. Verificar planos conforme a obra y verificación en campo. 5. Inspección en campo post-lluvias.

VI.1.3 Medidas ambientales para el componente aire

Medida 1

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación y Construcción **LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto** **RESPONSABLE: Promovente; Empresa contratista**	
Impacto al que va dirigido la acción	Generación de gases contaminantes
Prioridad de la acción	Moderada
Carácter de la medida	Preventiva y Mitigación
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	
Se realizará una selección de maquinaria y vehículos con motores en buen estado mecánico y acordes a la capacidad requerida los cuales tendrán un mantenimiento preventivo y correctivo periódico de maquinaria y equipo en talleres especializados y se cerciorará el uso de combustibles que cumplan con las especificaciones ambientales vigentes. De esta manera, se evitará la alta generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Programación eficiente de actividades para reducir tiempos muertos y operación innecesaria de equipos de combustión interna y se realizará la definición de rutas internas de circulación para	

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD
minimizar recorridos repetitivos y se implementará la reducción de la velocidad de circulación dentro del AP para optimizar consumo de combustible.
Indicadores de realización y seguimiento
Indicadores de realización: 1. Comprobantes de mantenimiento de vehículos y maquinaria vigente. 2. Comprobantes de verificación vehicular en caso de aplicar. 3. Verificación visual de emisiones de vehículos y maquinaria. 4. Existencia de rutas internas definidas y señalizadas. Indicadores de seguimiento: 1. Presencia de emisiones visibles anómalas durante operación. 2. Olores intensos o persistentes asociados a combustión. 3. Consumo de combustibles por vehículo. 4. Número de incidentes por fallas mecánicas relacionadas con emisiones.
Forma de supervisión y cumplimiento
1. Revisión de bitácoras de mantenimiento y operación de maquinaria. 2. Realizar el registro de consumo de combustible. 3. Verificación del cumplimiento de rutas y velocidades internas. 4. Realizar inspecciones visuales periódicas durante las actividades de preparación y construcción.

Medida 2

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación y Construcción **LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto** **RESPONSABLE: Promovente; Empresa contratista**	
Impacto al que va dirigido la acción	Generación de gases contaminantes
Prioridad de la acción	Moderado

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
Carácter de la medida	Preventiva, mitigación
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	
Se prohíbe quemar los residuos sólidos generados por las actividades del proyecto, incluyendo los residuos vegetales productos del desmonte, cartón, mecate, embalajes, estopas, guantes, trapos, materiales impregnados con grasa y/o solventes. Se debe almacenar adecuadamente los combustibles para evitar evaporaciones y emisiones fugitivas de compuestos orgánicos volátiles.	
Indicadores de realización y seguimiento	
Indicadores de realización: 1. Se cumple o no se cumple. Indicadores de seguimiento: 2. Bitácora de registro de incidentes. 3. Manifiestos de recolección de los diferentes tipos de residuos. 4. Número de quejas por olores o emisiones.	
Forma de supervisión y cumplimiento	
1. Generar una bitácora de registro de disposición final de todos los residuos generados durante la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto. 2. Realizar el registro de siniestros con todos los datos necesarios para caracterizarlo.	

Medida 3

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación y Construcción **LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto** **RESPONSABLE: Promovente; Empresa contratista**	
Impacto al que va dirigido la acción	Generación de polvos

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE	
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD	
Prioridad de la acción	Irrelevante
Carácter de la medida	Prevención, mitigación
Efectividad esperada	Alta

Descripción técnica

Se establecerán velocidades máximas permisibles (20 km/h) en los caminos internos del área del proyecto para minimizar la emisión de polvos generados por el tránsito de vehículos. Se colocarán señalamientos con los límites de velocidad permitida en diferentes puntos dentro del área del proyecto.

Se delimitarán caminos internos y áreas de maniobra para evitar el tránsito indiscriminado durante las etapas de preparación del sitio y durante la construcción, en los cuales se realizarán riegos periódicos para evitar la emisión de polvos y partículas. El número de riegos estará en función de las condiciones medioambientales de la zona, así como de las actividades que se estén ejecutando en ese momento y de la efectividad resultante del riego. Los riegos se realizarán mediante la ayuda de pipas, mismas que deberán contar con los permisos pertinentes en la materia.

Los camiones que transporten material granular tienen que ser cubiertos con lonas para evitar la dispersión de partículas y programar sus actividades fuera de periodos de viento intenso. Asimismo, el material que sea depositado y resguardado dentro del área del proyecto deberá ir cubierto con lonas.

Ubicación estratégica de acopios de material fino en zonas protegidas del viento los cuales deberán ser cubiertos.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicadores de realización:

1. Frecuencia de humectación de caminos y superficies expuestas (veces/día).
2. Longitud de caminos internos con control de polvo implementados.
3. Número de acopios cubiertos o protegidos.
4. Colocación de señalizaciones indicando la velocidad permitida.
5. Contratación de un proveedor de agua tratada para riegos.
6. Protección con lona de material granular trasportado por camiones.

Indicadores de seguimiento:

1. Bitácora de riegos realizados.
2. Cantidad de señalización indicando la velocidad permitida.

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE
FACTOR AMBIENTAL: CALIDAD
3. Número de pipas utilizadas para riego (cantidad de agua). 4. Relación entre los camiones que transporten material granular cubiertos con lona/total de camiones que transportan material granular.
Forma de supervisión y cumplimiento
1. Se realizarán inspecciones periódicas y se registrarán los puntos de ubicación de las señalizaciones. Dichas acciones se registrarán en bitácora y en fotografías. 2. Acciones de riego y reportes de cumplimiento registrados en bitácora. 3. Bitácora de registro de camiones que transportan material granular. 4. También se registrarán los resguardos de material dentro del área del proyecto.

Medida 4

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE	
FACTOR AMBIENTAL: RUIDO	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación y Construcción **LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto** **RESPONSABLE: Promovente; Empresa contratista**	
Impacto al que va dirigido la acción	Generación de ruido por maquinaria y/o camiones
Prioridad de la acción	Irrelevante
Carácter de la medida	Prevención, mitigación
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	
Se deberá seleccionar maquinaria y equipos en buen estado mecánico, evitando el uso de equipos con silenciadores defectuosos a las cuales se les deberá realizar el mantenimiento periódico. Se programarán actividades ruidosas en horarios diurnos y se planearán frentes de trabajo para evitar la operación simultánea innecesaria de equipos ruidosos. El equipo y maquinaria utilizada debe cumplir con lo establecido en la NOM-080-SEMARNAT-1994 y NOM-081-SEMARNAT-1994 por lo que se realizarán monitoreos de niveles de ruido.	

COMPONENTE AMBIENTAL: AIRE
FACTOR AMBIENTAL: RUIDO
Los trabajadores deberán portar equipo protector de oídos en el momento en que estén utilizando la maquinaria.
Indicadores de realización y seguimiento
Indicadores de realización: 1. Porcentaje de maquinaria con mantenimiento vigente. 2. Número de equipos con silenciadores o dispositivos de atenuación instalados. 3. Colocación de señalética de "apagar el motor de los vehículos cuando no estén en uso". 4. Establecimiento del horario de trabajo. 5. Uso de equipo de protección de oídos para trabajadores que estén expuestos a decibeles altos. Indicadores de seguimiento: 1. Presencia de ruidos anómalos o excesivos durante la operación de maquinaria. 2. Incidentes por fallas mecánicas asociadas a ruido excesivo. 3. Cumplimiento de horarios establecidos. 4. Entrega de protectores de oídos a trabajadores. *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
1. Inspecciones de campo periódicas durante la preparación y construcción. 2. Revisión de bitácoras de mantenimiento 3. Cumplimiento de uso de equipo protector de oídos por los trabajadores en el momento de utilizar la maquinaria. 4. Atención y registro de reportes internos o externos relacionados con ruido.

VI.1.4 Medidas ambientales para el componente paisaje

Medida 1

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE	
FACTOR AMBIENTAL: VISIBILIDAD, CALIDAD, ALTERACIÓN/FRAGILIDAD.	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación, Construcción, Operación y Mantenimiento, Abandono **LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto y SAR** **RESPONSABLE: Promovente; Empresa contratista**	
Impacto al que va dirigido la acción	-Modificación en los patrones de visibilidad -Disminución de elementos bióticos -Presencia de elementos no naturales
Prioridad de la acción	Moderada
Carácter de la medida	Restauración y Compensación
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	
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. Se colocará señalética sobre la protección de las especies de flora y fauna dentro y fuera del área del proyecto con colores, texturas y disposición acordes al entorno. Se debe conservar franjas de vegetación existente en los límites del AP para mantener pantallas visuales naturales y el retiro a los cuales se les deberá dar el adecuado mantenimiento continuo, controlando el crecimiento diferencial de vegetación para evitar degradación visual. Acopiar y resguardar el suelo y vegetación aprovechable para su posterior reincorporación al paisaje, así como el orden y limpieza del sitio para evitar acumulación de elementos visualmente discordantes. En el abandono del proyecto se deberá retirar totalmente la infraestructura, caminos y elementos no naturales, redistribuir el suelo fértil y revegetación integral del área intervenida y eliminar el contraste visual mediante estabilización del suelo y recuperación de cobertura vegetal.	

COMPONENTE AMBIENTAL: PAISAJE
FACTOR AMBIENTAL: VISIBILIDAD, CALIDAD, ALTERACIÓN/FRAGILIDAD.
Indicadores de realización y seguimiento
Indicadores de realización: 1. Ejecución del Programa de rescate y reubicación de flora. 2. Ejecución del Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna 3. Superficie restaurada respecto al total intervenido. 4. Número de áreas revegetadas progresivamente. 5. Número de elementos no naturales retirados o integrados visualmente. 6. Superficie compensada fuera del AP (ha). Indicadores de seguimiento: 1. Grado de integración visual de la infraestructura. 2. Cobertura vegetal efectiva en áreas restauradas (%). 3. Presencia de contrastes visuales significativos. 4. Permanencia y condición de pantallas visuales naturales. 5. Percepción visual del paisaje restaurado.
Forma de supervisión y cumplimiento
1. Inspecciones visuales periódicas durante todas las etapas del proyecto. 2. Comparación de condiciones paisajísticas mediante registro fotográfico antes, durante y después de la intervención. 3. Verificación del estado de áreas revegetadas y compensatorias. 4. Revisión de cumplimiento de programas de restauración y compensación. 5. Bitácoras ambientales con fotografías georreferenciadas. 6. Reportes técnicos de avance y cierre.

VI.1.5 Medidas ambientales para el componente flora

Medida 1

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA	
FACTOR AMBIENTAL: DIVERSIDAD, ABUNDANCIA	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio y construcción. **LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto** **RESPONSABLE: Promovente; Responsable Técnico de la ejecución del programa.**	
Impacto al que va dirigido la acción	-Disminución en la diversidad de especies -Disminución en la abundancia de los organismos
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Mitigación y Compensación
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	

Previo a la ejecución del desmonte y el despalme (CUSTF) dentro de la etapa de preparación de sitio se llevará a cabo un Programa de rescate y reubicación de especies susceptibles de rescate 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:

Familia	Nombre científico	Nombre común
Fabaceae	*Vachellia constricta*	Chaparro prieto
Fabaceae	*Neltuma laevigata*	Algarrobo
Cactaceae	*Coryphantha delaetiana*	Biznaga dorada
Cactaceae	*Cylindropuntia imbricata*	Abrojo
Cactaceae	*Echinocereus engelmannii*	Alicoche real
Cactaceae	*Opuntia macrocentra*	Nopal violáceo
Zygophyllaceae	*Larrea tridentata*	Gobernadora

Cabe mencionar que dentro del área del Sistema Ambiental Regional se encuentran únicamente dos especies listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, en el caso del AP no se registraron especies normadas durante los monitoreos pero en caso de encontrarse alguna dentro del área

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA

FACTOR AMBIENTAL: DIVERSIDAD, ABUNDANCIA

del proyecto deberán de considerarse acciones de rescate. Las especies normadas encontradas dentro del SAR y que además son endémicas son las siguientes:

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059
Cactaceae	*Coryphantha poselgeriana*	Biznaga partida	A
Cactaceae	*Coryphantha pseudoechinus*	Biznaga partida de falsas espinas	Pr

Para las cuales se deberán de tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Identificación y georreferenciación previa de individuos o poblaciones de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 presentes en el AP.
- Establecimiento de zonas de exclusión y protección alrededor de individuos o poblaciones de especies protegidas cuando su conservación in situ sea viable.
- En caso de que no sea posible su conservación en sitio, se realizará el rescate acorde a las características reproductivas más viables para cada especie, considerando un tiempo de adaptación previo a su reintroducción en el Sistema Ambiental Regional.
- Prohibición expresa de daño, colecta, remoción o aprovechamiento no autorizado de especies protegidas.
- Capacitación específica al personal sobre la identificación y manejo de especies protegidas.

El rescate de la flora deberá apegarse a un Programa de Rescate y Reubicación de flora el cual deberá de contener como mínimo los siguientes puntos:

- Criterios de selección de especies a rescatar
- Número de individuos a rescatar
- Método de rescate de los individuos
- Estrategias de reubicación de especies
- Coordenadas de sitios de reubicación
- Estrategias que aseguren la sobrevivencia de las especies
- Indicadores de sobrevivencia.

El responsable de la ejecución del programa de rescate será el que determinará la viabilidad de esta medida en términos de la selección de las especies a rescatar y podrá realizar los cambios

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA
FACTOR AMBIENTAL: DIVERSIDAD, ABUNDANCIA
que considere oportunos desde la selección de especies e individuos viables para ser rescatados, así como las áreas de reubicación final, todos estos cambios serán comunicados a la autoridad dentro de los informes anuales de cumplimiento.
Indicadores de realización y seguimiento
Indicadores de realización: 1. Establecimiento de áreas de conservación o exclusión permanente para especies normadas. 2. Número de individuos rescatados y reubicados, por especie. 3. Superficie utilizada para la reubicación de los especímenes. 4. Delimitación adecuada del área de trabajo, con el fin de no afectar superficies externas al área del proyecto. 5. Señalética sobre protección de la flora. Indicadores de seguimiento: 1. Porcentaje de sobrevivencia de las especies rescatadas y reubicadas. 2. Estado de conservación de individuos normados. 3. Actividades de mantenimiento de las especies reubicadas. 4. Bitácora de seguimiento a la reubicación de especies.
Forma de supervisión y cumplimiento
1. Generar la bitácora de registro del cumplimiento del programa de rescate y reubicación de flora. Incluir memoria fotográfica georreferenciada. 2. Se llevará un registro (bitácora) de los individuos rescatados y reubicados, así como del número de individuos muertos en las áreas de reubicación. 3. Se realizarán actividades mantenimiento a las áreas de reubicación como deshierbe, conformación de cajetes, limpieza, etc. 4. Se registrarán los sitios de reubicación. 5. Listados y fichas técnicas de especies rescatadas.

Medida 2

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA	
FACTOR AMBIENTAL: DIVERSIDAD, ABUNDANCIA	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, Operación y Mantenimiento. **LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto** **RESPONSABLE: Promovente.**	
Impacto al que va dirigido la acción	-Disminución en la diversidad de especies -Disminución en la abundancia de los organismos
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	
Se impartirán talleres de capacitación y sensibilización ambiental sobre el rescate y reubicación de flora silvestre, así como pláticas sobre cómo evitar la comercialización de especies de flora silvestre como se propone en el Programa de Educación Ambiental. Se delimitarán las áreas de afectación o de intervención correspondiente sólo a las superficies autorizadas.	
Indicadores de realización y seguimiento	
Indicadores de realización: 1. Impartición de pláticas ambientales realizadas. 2. Listas de asistencia a las pláticas ambientales. 3. Delimitación de áreas de trabajo o áreas a intervenir. Indicadores de seguimiento: 1. Calendario de platicas ambientales programadas. 2. Cantidad de pláticas ambientales realizadas/número de pláticas ambientales programadas. 4. Listas de asistencia a las pláticas ambientales. 5. Bitácora de platicas. 6. Evidencia de la de delimitación de áreas.	
Forma de supervisión y cumplimiento	
1. Se llevarán a cabo platicas ambientales programadas para que todo el personal de todos los frentes asista.	

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA
FACTOR AMBIENTAL: DIVERSIDAD, ABUNDANCIA
2. Se registrará en bitácora las capacitaciones realizadas. 2. En la bitácora se deberá registrar la fecha de la plática, tema y número de trabajadores asistentes. 3. El SA debe supervisar que las actividades del proyecto se lleven a cabo sólo en las áreas autorizadas.

Medida 3

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA	
FACTOR AMBIENTAL: DIVERSIDAD, ABUNDANCIA Y REGENERACIÓN	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, construcción, Operación y Mantenimiento. **LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto** **RESPONSABLE: Promovente, Supervisor Ambiental.**	
Impacto al que va dirigido la acción	-Disminución en la diversidad de especies -Disminución en la abundancia de los organismos
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención, Restauración y Compensación
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	
Se realizará una delimitación precisa y señalización de áreas autorizadas para evitar afectaciones fuera del AP, minimización de la superficie de remoción de vegetación, restringiendo el desmonte en áreas estrictamente necesarias para la obra cuidando la conservación de parches de vegetación natural dentro del AP cuando sea técnicamente viable. Se llevará acabo el retiro, acopio y resguardo de suelo con banco de semillas para su posterior reincorporación y la revegetación progresiva de áreas concluidas durante la construcción, utilizando especies nativas del sitio. Se ejecutará un Programa de Reforestación en las áreas que incluya la compensación de la pérdida de cobertura vegetal mediante revegetación o restauración de áreas equivalentes o superiores a las afectadas, con especies nativas. Se restaurarán áreas degradas externas al AP que contribuyan	

COMPONENTE AMBIENTAL: FLORA
FACTOR AMBIENTAL: DIVERSIDAD, ABUNDANCIA Y REGENERACIÓN
a la recuperación de la diversidad vegetal regional con la adquisición de plantas nativas de procedencia local a las cuales se les dará seguimiento y mantenimiento durante un periodo suficiente para garantizar su establecimiento.
Indicadores de realización y seguimiento
Indicadores de realización: 1. Superficie de vegetación removida respecto a la autorizada. 2. Número de individuos establecidos. 3. Número de especies nativas utilizadas en revegetación. 4. Superficie destinada a compensación vegetal. Indicadores de seguimiento: 1. Porcentaje de sobrevivencia de la reforestación. 2. Cobertura vegetal establecida en áreas revegetadas (%). 3. Presencia de especies nativas regeneradas de forma natural. 4. Integridad de áreas compensatorias sin afectaciones adicionales.
Forma de supervisión y cumplimiento
1. Se asignará un responsable único de la ejecución del Programa de reforestación. 2. Inspecciones de campo previas al desmonte para verificación de especies. 3. Supervisión ambiental permanente durante las actividades de preparación y construcción. 4. Monitoreo periódico de áreas revegetadas y compensatorias. 5. En caso de que índice de mortalidad sea alto se propondrán medidas emergentes. 6. Bitácoras ambientales. 7. Reportes técnicos de avance y resultados.

VI.1.6 Medidas ambientales para el componente fauna

Medida 1

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA	
FACTOR AMBIENTAL: ESPECIES VULNERABLES, DIVERSIDAD, MORTALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, Construcción, Operación y Abandono **LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto** **RESPONSABLE: Promovente; Responsable de la ejecución del programa**	
Impacto al que va dirigido la acción	-Afectación a especies incluidas en la NOM-059- SEMARNAT-2010 - Disminución de la riqueza específica
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención y Mitigación
Efectividad esperada	Alta

Descripción técnica

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	Endemismo
Holbrookia approximans	Perrilla de Arena	Sc	EN
Uta stansburiana	Lagartija Norteña de Mancha Lateral	A	
Astur cooperii	Gavilán de Cooper	Pr	
Antigone canadensis	Grulla Gris	Pr	
Peromyscus eremicus	Ratón de Cactus	A	EN
Cratogeomys goldmani	Tuza del Altiplano	Sc	EN
Chaetodipus nelsoni	Ratón de Abazones de Nelson	Pr	EN

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA			
FACTOR AMBIENTAL: ESPECIES VULNERABLES, DIVERSIDAD, MORTALIDAD			
Centronyx bairdii	Gorrión de Baird	Sc	SE

- El desmonte se realizará de manera paulatina para permitir el desplazamiento de la fauna hacia sitios alejados del área del proyecto, el cual será programado fuera de las temporadas críticas de reproducción, anidación o crianza. En caso de localizar algún nido o madriguera con presencia de crías durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, este sitio deberá marcarse con cinta perimetral de color llamativo, con el objetivo de protegerla y evitar su perturbación, disminuyendo en medida de lo posible el abandono de las crías por parte de los parentales. Estas zonas serán constantemente monitoreadas sin ser perturbadas, dejando a juicio del especialista en fauna cuando los organismos que la ocupen puedan ser retirados del predio, o en el caso de las aves, cuando estas sean autosuficientes para alejarse por sí mismas.
- Dado el caso que dentro del predio sean localizados nidos o madrigueras inactivos, estos deberán ser destruidos o rellenados con la finalidad de evitar el reciclaje por otros organismos y evitar así colonizaciones constantes por parte de la fauna. Para esto, el personal deberá monitorear dichas estructuras hasta asegurarse que estas no presentan ocupación.
- Se capacitará al personal de obra en el reconocimiento básico de fauna silvestre y especies protegidas, así como en los procedimientos de actuación ante el avistamiento de organismos.
- Se limitará la velocidad de circulación de vehículos para reducir el riesgo de atropellamiento de fauna.
- Previo a la finalización de la vida útil del proyecto como parte de la etapa de abandono de sitio se incluirán estrategias para la restitución de la vegetación como medida compensatoria para recuperar el hábitat perdido y fomentar la presencia de la fauna en el sitio y se monitoreará la recolonización faunística posterior al abandono.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicadores de realización:

1. Número de individuos rescatados y reubicados, por especie.
2. Número de individuos muertos como consecuencia de su captura.
3. Intensidad de rescate (horas hombre/superficie).
4. Número de incidentes de atropellamientos registrados.

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
FACTOR AMBIENTAL: ESPECIES VULNERABLES, DIVERSIDAD, MORTALIDAD
5. Número de eventos de interacción negativa fauna-infraestructura. Indicadores de seguimiento: 1. Rescate y reubicación consecuente en las mismas áreas o frentes de trabajo. 2. Intensidad de rescate (horas hombre/superficie). 3. Bitácora de seguimiento a las actividades de rescate y reubicación de fauna. 4. Listado de especies desacatas y reubicadas por día. 6. Listado de especies vulnerables, esto es enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en el CITES y endémicos de México; o de importancia cinegética protegidos. 7. Número de madrigueras destruidas. 8. Número de nidos protegidos. 9. Número de charlas de educación ambiental impartidas al personal del proyecto.
Forma de supervisión y cumplimiento
1. Habilitar la bitácora en la que se contengan los registros de fauna capturadas, reubicadas y ahuyentadas del área del proyecto. Dichos registros estarán conformados por la identificación taxonómica y anotaciones claves sobre el comportamiento y las condiciones de los ejemplares, así como las coordenadas de los puntos en las que fueron capturadas o avistadas. Incluir memorias fotográficas. 2. Durante la ejecución del Programa se deberán realizar informes mensuales que detallen las actividades realizadas por el equipo en ejecución. En los informes deberán incluirse como anexos las bitácoras de registros de ejemplares rescatados, así como un anexo fotográfico que demuestre las actividades realizadas hasta el periodo de entrega de dicho informe. 3. Reportes técnicos de restauración. 4. Monitoreo post-abandono documentado. 5. Validación por el responsable ambiental del proyecto.

Medida 2

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA	
FACTOR AMBIENTAL: ESPECIES VULNERABLES, DIVERSIDAD, MODIFICACIÓN DE HÁBITAT	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación, Construcción y Operación **LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto** **RESPONSABLE: Promovente**	
Impacto al que va dirigido la acción	-Eliminación de áreas de descanso, alimentación, reproducción, etc. de las especies. -Modificación en los patrones de comportamiento de algunas especies. -Efecto barrera
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención y Mitigación
Efectividad esperada	Alta

Descripción técnica

Se realizarán recorridos faunísticos previos al inicio de obras para identificar sitios de descanso, alimentación y reproducción para ajustar el trazo de caminos, áreas de acopio y zonas de trabajo, en la medida de lo técnicamente viable para evitar la afectación directa de sitios críticos identificados,

Por otro lado, se delimitarán y señalizarán áreas con vegetación remanente o parches funcionales que puedan conservarse como refugio temporal para la fauna durante la preparación del sitio y se realizará el rescate y reubicación de flora que también permitirá la mejora del hábitat propiciando un nicho para la fauna local.

Se ejecutará un Programa de Reforestación en las áreas que al final de la etapa de construcción queden libres de infraestructuras, donde se incluyan especies nativas de la zona en proporciones adecuadas que permitan la recuperación de la vegetación y promover la regeneración del hábitat.

Se establecerán horarios de trabajo diurno para reducir alteraciones en los patrones de actividad de fauna nocturna y crepuscular y se implementarán límites de velocidad para vehículos y maquinaria dentro del sitio, reduciendo perturbaciones y riesgo de desplazamiento forzado. Se evitará la acumulación de residuos o materiales que puedan modificar el uso del espacio por parte de la fauna.

Se mantendrán o favorecerá una cobertura vegetal baja entre filas de paneles, que permita el uso del área como sitio de forrajeo y descanso para ciertas especies.

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
FACTOR AMBIENTAL: ESPECIES VULNERABLES, DIVERSIDAD, MODIFICACIÓN DE HÁBITAT
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. 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. Se recomienda una altura de 1.20 a 1.50m, con malla tipo cinegética, con alambre de púas en la parte alta, evitar malla ciclónica o cerradas, dejar un claro inferior continuo de 15 a 20 cm para permitir el paso de reptiles, anfibios y mamíferos pequeños y con postes separados a distancias que eviten colapsos o huecos irregulares que funciones como trampas. Diseñar el vallado de forma convergente hacia los pasos de fauna, evitando ángulos cerrados que generen estrés o acumulación de individuos. Aprovechar obras de escurrimiento pluvial como pasos de fauna multifuncional. Favorecer la presencia de vegetación nativa baja en los accesos al paso, evitando iluminación artificial directa.
Indicadores de realización y seguimiento
Indicadores de realización: 1. Número de recorridos de identificación de sitios críticos realizados. 2. Número de sitios de descanso o reproducción evitados o conservados. 3. Registros de uso del sitio por fauna durante la operación. 4. Superficie de uso temporal dentro del área del proyecto reforestada. 5. Número de individuos establecidos. 6. Número de individuos rescatados y reubicaos de flora. 7. Número de pasos de fauna establecidos Indicadores de seguimiento: 1. Porcentaje de sobrevivencia de la reforestación. 2. Porcentaje de sobrevivencia de los individuos rescatados y reubicados. 3. Registro en bitácora de las actividades relacionadas con la reforestación. 4. Registro en bitácora de las actividades relacionadas con la reubicación de especies. 5. Registro de actividad en los pasos de fauna
Forma de supervisión y cumplimiento

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
FACTOR AMBIENTAL: ESPECIES VULNERABLES, DIVERSIDAD, MODIFICACIÓN DE HÁBITAT
1. Se asignará un responsable único de la ejecución del programa de reforestación. 2. Se realizarán las actividades de mantenimiento necesarias para asegurar la sobrevivencia de los ejemplares plantados. 3. Recorridos en las áreas de reforestación y de reubicación para verificar la presencia de organismos. 4. Superficie con cubierta vegetal. 5. Informes periódicos de monitoreo faunístico. 6. Auditorías internas de cumplimiento ambiental.

Medida 3

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA	
FACTOR AMBIENTAL: MORTALIDAD	
ETAPA DEL PROYECTO: Construcción, Operación y Mantenimiento **LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Línea de Transmisión del proyecto** **RESPONSABLE: Promovente; responsable técnico de la ejecución del estudio**	
Impacto al que va dirigido la acción	-Mortalidad por electrocución/colisión
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención y Mitigación
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	
Se realizará un Programa de Monitoreo de fauna voladora durante la construcción del proyecto y durante la etapa de operación por lo menos durante 2 años, para identificar el impacto real del proyecto, principalmente en el área destinada para la LT. Una vez hecha esta valoración se podrán definir el establecimiento de nuevas medidas.	

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
FACTOR AMBIENTAL: MORTALIDAD
Se realizará la búsqueda y retiro de cadáveres y carcasas a lo largo de la línea de transmisión para evitar que las aves carroñeras sen atraídas a estas zonas y se colocarán disuasores para evitar que la avifauna choque con el cableado.
Indicadores de realización y seguimiento
Indicadores de realización: 1. Ejecución del Programa de Monitoreo de fauna voladora. 2. Colocación de disuasores en la Línea de transmisión. Indicadores de seguimiento: 1. Registro del monitoreo de avifauna. 2. Registro de especies en algún estatus de protección. 3. Registro de carcasas de fauna voladora por electrocución (especie y número de individuos, periodo, etc.).
Forma de supervisión y cumplimiento
1. El monitoreo de avifauna deberá de ejecutado por técnicos especialistas en aves y quirópteros. 2. Realizar el registró del monitoreo avifauna, así como de las colisiones de fauna, por lo menos durante dos años. 3. Derivado del monitoreo proponer las medidas adicionales necesarios (en caso de ser necesarias).

Medida 4

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA
FACTOR AMBIENTAL: MORTALIDAD
ETAPA DEL PROYECTO: Construcción, Operación y Mantenimiento **LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Línea de Transmisión del proyecto** **RESPONSABLE: Promovente; responsable técnico de la ejecución del estudio**

COMPONENTE AMBIENTAL: FAUNA	
FACTOR AMBIENTAL: MORTALIDAD	
Impacto al que va dirigido la acción	-Mortalidad por atropellamiento
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención y Mitigación
Efectividad esperada	Alta

Descripción técnica

Se establecerá un límite de velocidad de 20 km/h dentro del área del proyecto, tanto en la fase de construcción como en la fase de operación.

Se identificará mediante recorridos previos, los puntos de cruce frecuente de fauna en la zona colindante con la carretera y accesos al proyecto, considerando huellas, excretas y avistamientos.

Colocar señalización preventiva temporal y permanente en los accesos al proyecto, tramos colindantes y carretera, alertando sobre el cruce de fauna silvestre.

Indicadores de realización y seguimiento

Indicadores de realización:

1. Colocación se señalética indicando la velocidad máxima (20 km/h).
2. Registro de especie y número de individuos muertos por atropellamiento.
3. Funcionamiento y uso de pasos de fauna o zonas permeables.

Indicadores de seguimiento:

1. Tendencia temporal de la mortalidad registrada.
2. Acciones correctivas implementadas.

Forma de supervisión y cumplimiento

1. Informes periódicos de monitoreo faunístico.
2. Registros fotográficos y georreferenciados de eventos.
3. Evaluación anual de desempeño de las medidas.
4. Se colocará señalética sobre la velocidad máxima de circulación vehicular y su implementación por parte de todos los vehículos vinculados al proyecto.

VI.1.7 Medidas ambientales para el componente socioeconómico

Medida 1

COMPONENTE AMBIENTAL: MEDIO SOCIOECONÓMICO	
FACTOR AMBIENTAL: ACTIVIDADES COMERCIALES, GENERACIÓN DE EMPLEOS	
ETAPA DEL PROYECTO: Preparación del sitio, Construcción, Operación y Abandono **LUGAR DE INCIDENCIA DEL IMPACTO: Área del Proyecto** **RESPONSABLE: Contratistas, responsable de la ejecución del programa**	
Impacto al que va dirigido la acción	-Derrama económica por bienes o servicios - Generación de empleos
Prioridad de la acción	Alta
Carácter de la medida	Prevención y Compensación
Efectividad esperada	Alta
Descripción técnica	
Se considera que el impacto Activación de economía local, es un impacto positivo, ya que, en la etapa de preparación del sitio, construcción, operación y desmantelamiento, será necesario: • Priorizar la contratación de mano de obra local y regional para actividades iniciales del proyecto, de acuerdo con los perfiles técnicos requeridos. • Dar preferencia a la adquisición de bienes y servicios disponibles en la localidad y el municipio, tales como transporte, alimentos, hospedaje, insumos básicos y servicios auxiliares. • Informar a las autoridades locales y a la población sobre los requerimientos de empleo y servicios, con el fin de evitar expectativas irreales o desinformación. • En caso de que ciertos servicios no ´puedan ser cubiertos localmente, implementar acciones de capacitación básica para facilitar la incorporación de población local a actividades del proyecto. • Facilitar la transición laboral del personal local mediante constancias de experiencia, recomendaciones y si es posible capacitación final.	
Indicadores de realización y seguimiento	
Indicadores de realización: 1. Número de personas locales contratadas.	

COMPONENTE AMBIENTAL: MEDIO SOCIOECONÓMICO
FACTOR AMBIENTAL: ACTIVIDADES COMERCIALES, GENERACIÓN DE EMPLEOS
2. Porcentaje de proveedores locales contratados. 3. Monto estimado de la derrama económica local. Indicadores de seguimiento: 1. Listado mensual de personas locales contratadas. 2. Capacitación o charlas de inicio de las personas locales contratadas. 3. Listado de proveedores locales.
Forma de supervisión y cumplimiento
1. Registros de contratación y listado de personal. 2. Contratos y facturación de proveedores locales. 3. Informes periódicos de avance socioeconómico.

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

El pronóstico ambiental ubica al proyecto en una categoría de media-alta compatibilidad ambiental, siempre que se cumplan de manera estricta las medidas propuestas en el Capítulo VI. La viabilidad del PV Ceballos no depende únicamente de su diseño técnico, sino de su capacidad para integrarse armónicamente al paisaje, conservar los elementos clave de biodiversidad y contribuir al desarrollo local sin comprometer la estabilidad ecológica del área de influencia.

El análisis comparativo de escenarios confirma que la viabilidad del proyecto depende de manera crítica de la implementación rigurosa de las medidas de prevención, mitigación y corrección:

- El escenario sin proyecto refleja estabilidad ambiental en los componentes físicos, pero también limitaciones en el desarrollo socioeconómico y vulnerabilidad frente a nuevas presiones.

- El escenario con proyecto sin medidas muestra un deterioro acumulativo en suelo, aire, paisaje y biodiversidad, comprometiendo la funcionalidad del Sistema Ambiental Regional (SAR) y ubicando la compatibilidad ambiental en un rango medio-bajo.

- En contraste, el escenario con medidas de mitigación demuestra que es posible alcanzar una compatibilidad ambiental de rango medio-alto, al recuperar la calidad de los componentes físicos, estabilizar parcialmente los bióticos y mejorar la integración paisajística.

Este resultado se sustenta en la aplicación de prácticas técnicas específicas -manejo integral de residuos, revegetación, rescate de especies vulnerables- que reducen la magnitud de los impactos y aseguran la continuidad de los procesos ecológicos esenciales.

Desde el punto de vista socioeconómico, el escenario con medidas ofrece beneficios más sostenibles que trascienden la generación de empleos temporales. La capacitación técnica, la diversificación productiva y la dinamización de servicios locales fortalecen la resiliencia económica de la región, creando condiciones para un desarrollo equilibrado que no comprometa la estabilidad ecológica.

El proyecto, bajo un esquema de gestión ambiental estricta, puede convertirse en un modelo de compatibilidad entre desarrollo energético y conservación ambiental. El pronóstico ambiental no solo ubica al proyecto en una categoría de media-alta compatibilidad, sino que también lo posiciona como un caso en el que la implementación de medidas de mitigación es determinante para garantizar la viabilidad técnica, ecológica y social.

En este sentido, el pronóstico constituye una herramienta clave para la toma de decisiones en materia de gestión ambiental, ya que sustenta técnicamente la necesidad de medidas de mitigación, evidencia la relación directa entre calidad de los componentes ambientales y

resiliencia socioeconómica y proporciona una base sólida para el seguimiento, evaluación y mejora continua de las practicas implementadas en el Proyecto durante todas sus etapas.

En conclusión, el PV Ceballos puede ser considerado ambientalmente aceptable siempre que se cumplan de manera estricta las medidas propuestas en el Capítulo VI. Su viabilidad no depende únicamente del diseño técnico, sino de su capacidad para integrarse armónicamente al paisaje, conservar los elementos clave de biodiversidad y contribuir al desarrollo local sin comprometer la estabilidad ecológica del área de influencia. Este pronóstico, al integrar evidencia cuantitativa y cualitativa, constituye un instrumento estratégico de gestión ambiental que deberá guiar la operación del proyecto y garantizar su compatibilidad con el SAR en el largo plazo.