MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD PARTICULAR

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE MANIOBRAS CRUZ AZUL

Seybaplaya, Campeche

CEMENTOS CRUZ AZUL CAMPECHE, S.A. DE C.V.

2026

CONTENIDO

I DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. 9
I.1 Proyecto 9
I.1.1 Nombre del Proyecto 9
I.1.2 Ubicación del Proyecto 9
I.1.3 Tiempo de vida útil del Proyecto 10
I.1.4 Presentación de la documentación Legal 12
I.2 Promovente 12
I.2.1 Nombre o razón social 12
I.2.2 Registro federal de Contribuyentes 12
I.2.3 Nombre y Cargo del Representante Legal 13
I.2.4 Dirección del Promovente o de su representante Legal para recibir u oir notificaciones. 13
I.3 Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental 13
I.3.1 Nombre o razón social 13
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP 13
I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio 13
I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio 13
II . DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 15
II.1 Información general del Proyecto 15
II.1.1 Naturaleza del Proyecto 16
II.1.2 Selección del sitio 17
II.1.3 Ubicación física del Proyecto y planos de localización 20
II.1.4 Inversión requerida 22
II.1.5 Maquinaria, equipos y herramientas 23
II.1.6 Dimensiones del Proyecto 24
II.1.7 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del Proyecto y en sus colindancias 24
II.1.8 Urbanización de área y descripción de servicios requeridos 26
II.2 Características particulares del Proyecto 29
II.2.1 Programa general de trabajo 34
II.2.2 Preparación del sitio 39

II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del Proyecto 47
II.2.4 Etapa de construcción 50
II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento 76
II.2.6 Descripción de obras asociadas al Proyecto 81
II.2.7 Etapa de abandono del sitio 84
II.2.8 Utilización de explosivos 85
II.2.9 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmosfera ... 86
II.2.10 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos 90
III VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL, Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO. 92
III.1 Legislación Nacional 92
III.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 92
III.1.2 Sistema Eléctrico Nacional 93
III.2 Leyes y Reglamentos Federales 96
III.2.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) 96
III.2.2 Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental 99
III.2.3 Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera 101
III.2.4 Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido 102
III.2.5 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) 103
III.2.6 Ley de Aguas Nacionales (LAN) 103
III.2.7 Ley General de la Vida Silvestre (LGVS) 104
III.2.8 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre (RLGVS) 104
III.2.9 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) 105
III.2.10 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (RLGPGIR) 105
III.2.11 Ley General del Cambio Climático (LGCC) 106
III.2.12 Ley de la Industria Eléctrica (LIE) 107
III.2.13 Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica (RLIE) 108
III.3 Normas Oficiales Mexicanas 108
III.3.1 Normas Materia de Aguas Residuales 109

III.3.2 Normas en Materia de Protección de Flora y Fauna 110
III.3.3 Normas en Materia de Medición de Concentraciones, Emisión de fuentes fijas y Emisión de fuentes móviles. 110
III.3.4 Normas en Materia de Contaminación por Ruido 111
III.3.5 Normas en Materia de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial 111
III.3.6 Normas en Materia de Residuos Peligrosos 112
III.3.7 Normas en Materia de Seguridad e Higiene 113
III.4 Instrumentos de Política Ambiental 114
III.4.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMRGMCM) 114
III.4.2 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) 121
III.4.3 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Seybaplaya. 124
III.5 Instrumentos de conservación 129
III.5.1 Áreas Naturales Protegidas 129
III.5.2 Regiones Prioritarias de Conservación 130
III.5.3 Planeación Territorial y Desarrollo Urbano 134
IV DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 142
IV.1 Delimitación del área de estudio 142
IV.1.1 Área de Influencia Directa (AID) 143
IV.1.2 Área de Influencia Indirecta (AII) 144
IV.2 Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental 146
IV.2.1 Aspectos Abióticos 146
IV.2.2 Aspectos Bióticos 163
IV.2.3 Paisaje 169
IV.2.4 Medio socioeconómico 171
IV.2.5 Diagnostico Ambiental 176
V IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 182
V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales 182
V.1.1 Indicadores de impacto 184
V.1.2 Lista indicativa de indicadores 185
V.1.3 Criterios y escalas de evaluación 187

VI MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 197
VI.1 Descripción de las medidas preventivas y de mitigación por componente ambiental 198
VI.1.1 Vegetación 198
VI.1.2 Fauna silvestre y hábitat 199
VI.1.3 Suelo 202
VI.1.4 Agua 205
VI.1.5 Paisaje 208
VI.1.6 Aire, ruido y manejo de residuos 210
VI.2 Impactos residuales 212
VII PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 215
VII.1 Pronóstico del escenario ambiental 215
VII.1.1 Escenario sin el Proyecto 215
VII.1.2 Escenario con el Proyecto sin aplicación de medidas ambientales 216
VII.1.3 Escenario con el Proyecto y aplicación de las medidas ambientales propuestas 218
VII.1.4 Escenario ambiental esperado al término de la estabilización del sistema 221
VII.2 Programa de vigilancia ambiental 223
VII.2.1 Introducción 223
VII.2.2 Objetivo general 223
VII.2.3 Alcance 224
VII.2.4 Responsabilidades 224
VII.2.5 Desarrollo del programa 224
VII.2.6 Metodología de seguimiento y resultados 239
VII.3 Conclusiones 240
VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES 243
VIII.1 Formatos de presentación 243
VIII.1.1 Fotografías 243
VIII.1.2 Glosario de términos 245
VIII.1.3 Referencias Bibliográficas 250
VIII.1.4 Otros Anexos 256

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 coordenadas utm del polígono “s.e. Maniobras cruz azul” 20
Tabla 2 inversión requerida para el desarrollo del proyecto 22
Tabla 3 maquinaria y equipo a utilizar durante la ejecución del proyecto 23
Tabla 4. Programa general de trabajo para la ejecución del proyecto 35
Tabla 5 volúmenes estimados de corte y terraplén 42
Tabla 6 equipos de infraestructura eléctrica 51
Tabla 7 materiales y resistencias de los elementos estructurales de la caseta de control 57
Tabla 8 recubrimientos mínimos de acero de la caseta de control. 57
Tabla 9 materiales y resistencias de la caseta de vigilancia. 59
Tabla 10 recubrimientos de acero de la caseta de vigilancia. 59
Tabla 11 materiales y especificaciones de los elementos estructurales de la planta diesel 62
Tabla 12 recubrimientos de acero de la planta diésel. 62
Tabla 13 materiales y especificaciones de las obras hidráulicas, hidrosanitarias y sanitarias 65
Tabla 14 materiales y resistencias de los elementos estructurales del proyecto. 67
Tabla 15 especificaciones físicas y mecánicas del block empleado en los muros del proyecto. 67
Tabla 16 número de transformadores dentro del proyecto 72
Tabla 17 actividades de mantenimiento correctivo y preventivo en equipos e infraestructura del proyecto 80
Tabla 18 residuos generados durante preparación del sitio y construcción 87
Tabla 19 manejo de residuos peligrosos 88
Tabla 20 emisiones atmosféricas estimadas 89
Tabla 21 fuentes de ruido y medidas de control 90
Tabla 22 infraestructura regional para manejo y disposición de residuos 91
Tabla 23 normas oficiales mexicanas en materia de aguas residuales 109
Tabla 24 normas oficiales mexicanas en materia de protección de flora y fauna 110
Tabla 25 normas en materia de materia de medición de concentraciones, emisión de fuentes fijas y emisión de fuentes móviles. 110
Tabla 26 normas en materia de materia de contaminación por ruido 111
Tabla 27 normas en materia de materia de residuos sólidos urbanos y de manejo especial 112
Tabla 28 normas oficiales mexicanas en materia de residuos peligrosos 112
Tabla 29 normas oficiales mexicanas en materia de seguridad e higiene 113
Tabla 30 criterios de regulación ecológica para la zona costera inmediata de la sonda de campeche y su vinculación con el proyecto. 116
Tabla 31 vinculación con las acciones generales de la uga 84 118
Tabla 32 vinculación de las acciones específicas de la uga 84 119
Tabla 33. Estrategias ecológicas aplicables al proyecto uab 137 122
Tabla 34 estrategias aplicables al proyecto uga a-8. 126
Tabla 35 áreas naturales protegidas más cercanas al proyecto. 129
Tabla 36 compatibilidad del proyecto con los ejes estratégicos del plan nacional de desarrollo 2025-2030. 135

Tabla 37 vinculación de las obras y actividades del proyecto con la misión 4 del plan estatal de desarrollo de campeche 2024-2027. 136
Tabla 38 vinculación de las obras y actividades del proyecto con la misión 5 del plan estatal de desarrollo de campeche 2024-2027. 137
Tabla 39 vinculación del proyecto con la normatividad de ordenación del pmdu de seybaplaya 140
Tabla 40 superficie y criterios de delimitación del sistema ambiental y áreas de influencia del proyecto 146
Tabla 41 temperatura normal mensual registrada en la estación climatológica siho chac (1991-2020). 148
Tabla 42 precipitación normal mensual registrada (periodo 1991-2020) 149
Tabla 43 evaporación normal mensual registrada (periodo 1991-2020)..... 149
Tabla 44 número promedio de días con lluvia registrados (periodo 1991-2020)..... 149
Tabla 45 incidencia mensual de intemperismos registrados campeche..... 150
Tabla 46 resumen de la estratigrafía identificada en el predio 158
Tabla 47 especies de flora identificadas en el área del proyecto 164
Tabla 48 inventario faunístico registrado durante los recorridos de campo..... 167
Tabla 49 estado actual de los componentes ambientales 177
Tabla 50 valoración integral del área de estudio 179
Tabla 51 componentes ambientales sensibles identificados..... 181
Tabla 52 actividades del proyecto por etapa 184
Tabla 53 lista indicativa de indicadores de impacto 186
Tabla 54 clasificación de la importancia del impacto ambiental 190
Tabla 55 matriz de identificación y valoración de impactos ambientales 192
Tabla 56 resumen significativo de los impactos identificados..... 196
Tabla 57 medidas preventivas, de mitigación, restauración y compensación para el componente vegetación..... 198
Tabla 58 medidas preventivas, de mitigación, restauración y compensación para el componente fauna silvestre y hábitat 200
Tabla 59 medidas preventivas, de mitigación, restauración y compensación para el componente suelo203
Tabla 60 medidas preventivas, de mitigación, restauración y compensación para el componente agua subterránea..... 205
Tabla 61 medidas preventivas, de mitigación, restauración y compensación para el componente hidrología superficial 207
Tabla 62 medidas preventivas, de mitigación, restauración y compensación para el componente paisaje 209
Tabla 63 medidas preventivas, de mitigación y control para la calidad del aire, ruido ambiental y manejo de residuos 211
Tabla 64 impactos residuales del proyecto..... 213
Tabla 65 programa de vigilancia ambiental para el componente suelo 225
Tabla 66 programa de vigilancia ambiental para el componente agua 227
Tabla 67 programa de vigilancia ambiental para el componente aire..... 229
Tabla 68 programa de vigilancia ambiental para el componente ruido 230

Tabla 69 programa de vigilancia ambiental para el componente vegetación 231
Tabla 70 programa de vigilancia ambiental para el componente fauna silvestre 233
Tabla 71 programa de vigilancia ambiental para el componente paisaje..... 235
Tabla 72 programa de vigilancia ambiental para el componente residuos 237

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación física del Proyecto 10
Figura 2. Mapa municipal seybaplaya de uso de suelo y vegetación 25
Figura 3 Señalamiento operativo de seguridad 83
Figura 4 Esquema sistema eléctrico nacional 94
Figura 5 Línea de transmisión eléctrica cercana al Proyecto 96
Figura 6 unidad de gestión ambiental del Proyecto 115
Figura 7 unidad ambiental biofísica del Proyecto 122
Figura 8 Programa de ordenamiento ecológico de Seybaplaya 125
Figura 9 áreas naturales protegidas más cercanas al Proyecto 130
Figura 10 regiones marinas prioritarias cercanas al Proyecto 131
Figura 11 regiones terrestres prioritarias cercanas al Proyecto 132
Figura 12 regiones hidrológicas prioritarias cercanas al Proyecto 133
Figura 13 zonificación primaria pmdu seybaplaya 138
Figura 14 Zonificación secundaria y usos de suelo en la cabecera municipal de Seybaplaya 139
Figura 15 Área de Influencia Directa (AID) 144
Figura 16 Área de Influencia Indirecta (AII) 145
Figura 17. Tipo de clima en el sitio del Proyecto 147
Figura 18 Distribución del número de huracanes de 1949 a 2000 150
Figura 19 velocidades de viento Campeche 151
Figura 20 Tipo de roca presente en el sitio del Proyecto 152
Figura 21 Regiones sísmicas de México 155
Figura 22. Tipo de suelo en el sitio del Proyecto 157
Figura 23 Región Hidrológica del municipio de Seybaplaya, Campeche 159
Figura 24 Tipo de drenaje en el sitio del Proyecto 160
Figura 25 Vegetación presente en el sitio del Proyecto 165
Figura 26. Mapa de la riqueza de especies de especies en Seybaplaya, campeche 166
Figura 27 Fauna presente en el sitio del Proyecto 168
Figura 28 Paisaje general del sitio del Proyecto 169
Figura 29 evolución histórica del paisaje y de la cobertura vegetal en el área de estudio (2010-2023) .. 171
Figura 30 Pirámide poblacional del municipio de Seybaplaya 2020 172
Figura 31 Población Económicamente Activa (PEA) y población ocupada. Municipio de Seybaplaya 2020 173
Figura 32 Total de establecimientos según sector de actividad en el municipio de Seybaplaya 202 175
Figura 33 Vistas representativas del área del Proyecto. 243

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

I.1 Proyecto

I.1.1 Nombre del Proyecto

Subestación eléctrica de maniobras Cruz Azul (en lo sucesivo, el Proyecto)

I.1.2 Ubicación del Proyecto

El Proyecto se ubicará al norte de la cabecera municipal de Seybaplaya, en el predio denominado “Punta del Morro”, S/N, Colonia Santa Clara, C.P. 24460, entre las coordenadas 19° 38' 21.12’’ latitud norte y 90° 41' 15.36’’ longitud oeste.

El sitio se localiza aproximadamente a 1.6 km al norte del acceso principal al Puerto de Seybaplaya y a 2.8 km al noroeste del centro de la localidad de Seybaplaya. Asimismo, se ubica a una distancia aproximada de 580 a 600 metros al este de la Carretera Federal No. 180, tramo Campeche–Champotón, vialidad que constituye una barrera física entre el predio y la zona costera.

El acceso al predio se realiza desde el entronque Seybaplaya–API, continuando por la Calle 14 y posteriormente por un camino de terracería de aproximadamente 780 metros de longitud, ubicado al costado derecho de la Carretera Federal No. 180. El predio corresponde a un terreno rústico localizado en el municipio de San Francisco de Campeche, Estado de Campeche.

FIGURA 1 UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO



I.1.3 Tiempo de vida útil del Proyecto

El Proyecto denominado “Subestación Eléctrica de Maniobras Cruz Azul” se desarrollará de manera continua desde la etapa de preparación del sitio hasta su operación permanente como infraestructura asociada al Sistema Eléctrico Nacional. A continuación, se describe la duración estimada de las distintas etapas del Proyecto:

a) Etapa de preparación del sitio y construcción

Conforme al Programa General de Trabajo, la etapa de preparación del sitio y construcción tendrá una duración aproximada de 285 días naturales (9.5 meses), periodo durante el cual se ejecutarán actividades de gestoría y trámites administrativos; terracerías y nivelación; cimentaciones; obra civil; montaje electromecánico; instalación de equipos; y pruebas y puesta en servicio. Durante esta etapa se desarrollarán las obras permanentes, asociadas y auxiliares requeridas para la operación de la subestación eléctrica en 115 kV.

b) **Etapa de operación y mantenimiento**

La infraestructura proyectada será diseñada y construida conforme a los criterios técnicos aplicables para instalaciones de transmisión eléctrica en 115 kV, considerando condiciones de seguridad, confiabilidad y continuidad operativa.

En términos generales, los equipos primarios asociados a la subestación, tales como interruptores de potencia, cuchillas seccionadoras, transformadores de instrumento, estructuras metálicas, sistemas de protección, control y comunicación, presentan vidas útiles individuales que pueden superar los 30 años bajo condiciones adecuadas de operación y mantenimiento especializado.

No obstante, el Proyecto contempla la aplicación permanente de programas de mantenimiento preventivo, correctivo y, en su caso, sustitución o modernización de componentes que alcancen el final de su vida útil operativa, permitiendo conservar la funcionalidad y continuidad de la infraestructura en el largo plazo.

En este sentido, la vida útil operativa del Proyecto se considera de largo plazo y potencialmente superior a **30 años**, dependiendo de las condiciones de operación del Sistema Eléctrico Nacional; los programas de mantenimiento implementados; la modernización tecnológica de equipos; las necesidades futuras de transmisión eléctrica; y la expansión de la red eléctrica regional.

c) Etapa de abandono del sitio

Actualmente no se contempla el abandono del Proyecto, debido a que la subestación forma parte de infraestructura estratégica de transmisión eléctrica asociada al Sistema Eléctrico Nacional. No obstante, en caso de que en el futuro se determine el retiro definitivo, sustitución tecnológica o desmantelamiento parcial o total de las instalaciones, se implementarán las medidas de seguridad, desmantelamiento, manejo de residuos y restauración ambiental que resulten aplicables conforme a la normatividad vigente al momento de su ejecución.

Las actividades potenciales de abandono podrían incluir:

- desenergización de instalaciones;
- desmontaje de equipos eléctricos;
- retiro de estructuras metálicas;
- retiro de conductores y canalizaciones;
- demolición de obras civiles;
- manejo de residuos;
- restauración y estabilización superficial del terreno.

Debido a que actualmente no se contempla un programa específico de abandono, no es posible definir una temporalidad precisa para dicha etapa.

d) Duración total estimada del Proyecto

Considerando la naturaleza estratégica y permanente de la infraestructura eléctrica proyectada, la vida útil operativa del Proyecto se considera de largo plazo y potencialmente superior a **30 años**, sujeta a los programas de mantenimiento, modernización tecnológica y necesidades operativas futuras del Sistema Eléctrico Nacional.

I.1.4 Presentación de la documentación Legal

El Proyecto se desarrollará sobre una superficie de 10,000.00 m² , ubicada en el sitio denominado Punta del Morro, en el municipio de Seybaplaya, Estado de Campeche.

La legal posesión del predio se acredita mediante la **Escritura Pública Número 60,384 (sesenta mil trescientos ochenta y cuatro)**, de fecha 4 de junio del año 2024, pasada ante la fe del Lic. Maximino García Cueto, titular de la Notaria número 14 de la Ciudad de México.
En la que se celebra la compraventa del predio a favor de la empresa **"CEMENTOS CRUZ AZUL CAMPECHE, S.A. DE C.V."**, mismo que se encuentra inscrito ante el Registro Público de la Propiedad y del Comercio del Estado de Campeche.

Copia simple de la referida documentación se integra al presente expediente como **Anexo I.**

I.2 Promovente

I.2.1 Nombre o razón social

LGTAIP

I.2.2 Registro federal de Contribuyentes

LGTAIP

LGTAIP

LGTAIP

Firma

Conforme lo establecido en el aartículo35 BIS 1 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y 36 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), los arriba firmantes declaran bajo protesta de decir la verdad que los resultados obtenido de la realización de la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular (MIA-P), se obtuvieron a través de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país, y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas en la presente son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales por el Proyecto a desarrollar, y que si se comprueba que la elaboración del documento en cuestión la información es falsa, el responsable será sancionado de conformidad con el Capítulo IV del Título Sexto de la LGEEPA, sin perjuicio de las sanciones que resulten de la aplicación de otras disposiciones jurídicas relacionadas.

II . DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del Proyecto

Una subestación eléctrica constituye la representación física de un nodo dentro de un sistema eléctrico de potencia, integrada por un conjunto de dispositivos, máquinas, aparatos y circuitos cuya función es controlar y operar los parámetros de la energía eléctrica, principalmente tensión y corriente, para permitir su transporte, distribución y suministro en condiciones adecuadas de calidad, confiabilidad y seguridad.

Asimismo, las subestaciones eléctricas proporcionan el medio de interconexión entre líneas y sistemas eléctricos existentes, permitiendo la operación continua y estable del Sistema Eléctrico Nacional. Para ello, cuentan con equipos y mecanismos de desconexión, protección, control, medición y maniobra que garantizan tanto la continuidad del servicio eléctrico como la seguridad en la operación y mantenimiento de la infraestructura y del personal responsable de su funcionamiento. Las subestaciones eléctricas pueden clasificarse de acuerdo con su nivel de tensión, tipo de corriente, función, configuración o características constructivas.

Subestaciones eléctricas de maniobra

Las subestaciones eléctricas de maniobra son instalaciones del sistema de transmisión cuya función principal es la operación, control y reconfiguración de circuitos eléctricos, sin efectuar transformación de niveles de tensión, por lo que no incorporan bancos de transformación dentro de su función básica. Este tipo de infraestructura se emplea cuando no se requiere modificar el nivel de tensión de las líneas o fuentes de alimentación, destinándose principalmente a operaciones de conexión, desconexión, transferencia y seccionamiento de circuitos eléctricos.

Dentro de los sistemas eléctricos de potencia se presentan variaciones constantes en la demanda energética y en las condiciones de operación de la red, por lo que resulta necesario efectuar maniobras de conmutación que permitan modificar la configuración del sistema y mantener condiciones adecuadas de operación, confiabilidad y seguridad. En este contexto, las subestaciones de maniobra desempeñan una función estratégica al permitir la apertura y cierre de interruptores de potencia, el aislamiento selectivo de fallas, el seccionamiento de líneas y la transferencia de carga, reduciendo la propagación de disturbios y facilitando las actividades de mantenimiento sin comprometer la continuidad operativa del sistema.

De acuerdo con los criterios de diseño de CFE Transmisión, este tipo de subestaciones integra principalmente interruptores de potencia, cuchillas seccionadoras, barras colectoras y sistemas auxiliares de protección, control y medición, los cuales permiten garantizar la flexibilidad operativa, continuidad y confiabilidad del Sistema Eléctrico Nacional. En conjunto, la subestación de maniobras constituye un nodo estratégico dentro de la red de transmisión, ya que permite la gestión eficiente del flujo de energía eléctrica tanto en condiciones normales de operación como en escenarios de contingencia o mantenimiento programado.

II.1.1 Naturaleza del Proyecto

El Proyecto denominado "**Subestación Eléctrica de Maniobras Cruz Azul**" se desarrollará sobre una superficie aproximada de **10,000 m² (1.0 ha),** en el predio denominado Punta del Morro, ubicado en el municipio de Seybaplaya, Campeche. El cual consiste en la construcción y operación de una Subestación Eléctrica (SE) de Maniobras (MAN) en **115 kV**, cuya función principal será la operación, control y reconfiguración de circuitos eléctricos de transmisión, sin efectuar transformación de niveles de tensión. La infraestructura será desarrollada conforme a los criterios técnicos y normativos vigentes de CFE para instalaciones de características similares en 115 kV, integrando equipos especializados de alta tensión, tales como interruptores de potencia, cuchillas seccionadoras, barras colectoras, sistemas de protección, medición y control digital.

El Proyecto contempla la apertura e interconexión de la Línea de Transmisión (LT) LRA 73110 CMO en 115 kV, mediante una configuración con arreglo de barra 1 y barra 2, integrada por dos bahías (dos interruptores) y dos alimentadores destinados a la apertura de la referida línea de transmisión. Asimismo, el Proyecto contempla una bahía adicional en 115 kV correspondiente al interruptor de transferencia–amarre dentro de la Subestación, así como dos bahías adicionales (dos interruptores) y dos alimentadores en 115 kV, para la correcta conexión y operación de la Línea de Transmisión anteriormente señalada. En conjunto, la configuración de la subestación estará integrada por cinco bahías en 115 kV, cuatro interruptores de potencia y cuatro alimentadores, así como los sistemas auxiliares requeridos para garantizar la confiabilidad, continuidad y seguridad operativa del Sistema Eléctrico Nacional.

Desde el punto de vista constructivo, el Proyecto incluirá actividades de preparación del sitio, terracerías, nivelación y compactación del terreno, cimentaciones, construcción de caminos interiores, instalación de barda perimetral, caseta de control, edificio auxiliar para planta diésel, alumbrado exterior y montaje electromecánico de equipos e infraestructura eléctrica. Para la instalación de las estructuras principales se contempla el uso de acero galvanizado y materiales resistentes a ambientes marino-costeros, considerando las condiciones de humedad, salinidad y exposición a vientos intensos características de la zona.

Desde la perspectiva ambiental, el Proyecto corresponde a infraestructura eléctrica de transmisión con impactos operativos relativamente bajos, en comparación con instalaciones de generación eléctrica o procesos industriales. Durante la etapa de operación, la subestación no realizará procesos de combustión continua, transformación industrial ni manejo de materias primas, por lo que no se prevé la generación permanente de emisiones atmosféricas significativas, descargas de aguas residuales de proceso o residuos peligrosos en grandes volúmenes.

Los impactos ambientales potenciales se concentrarán principalmente en la etapa de preparación del sitio y construcción, asociados al despalme, movimiento de tierras, operación de maquinaria, generación temporal de ruido, emisiones de polvo y modificación física del terreno. No obstante, el diseño del

Proyecto considera medidas de control y mitigación orientadas a minimizar afectaciones al entorno inmediato.

En cuanto a la integración de elementos ambientales del sitio, el Proyecto aprovechará las condiciones topográficas naturales del predio para favorecer el drenaje pluvial y disminuir riesgos de encharcamiento e inundación. Asimismo, el material producto de excavaciones y cortes será evaluado para su posible reutilización en terraplenes, nivelaciones y conformación de sub-bases internas, reduciendo la necesidad de extracción y transporte de materiales externos.

De igual manera, la ubicación del predio respecto de la línea de costa y la presencia de la Carretera Federal 180 entre el sitio y el litoral funcionan como barreras físicas parciales frente a la exposición directa al ambiente salino, contribuyendo a la protección de los equipos y a la prolongación de la vida útil de la infraestructura.

El Proyecto incorpora criterios de sustentabilidad orientados a la eficiencia operativa, confiabilidad y reducción de riesgos ambientales. Entre estos criterios destacan el uso de equipos modernos de alta confiabilidad, sistemas eléctricos encapsulados y componentes con diseño hermético, así como materiales y equipos diseñados para operación de largo plazo bajo programas de mantenimiento especializado, lo que contribuye a reducir requerimientos de reposición, mantenimiento mayor y generación de residuos durante la vida útil de la infraestructura.
Asimismo, la infraestructura proyectada contribuirá a fortalecer la confiabilidad y flexibilidad operativa del sistema regional de transmisión eléctrica, favoreciendo una operación más eficiente de la red eléctrica en la zona de Seybaplaya y áreas circundantes.

II.1.2 Selección del sitio

La selección del sitio, para el desarrollo del Proyecto denominado "**Subestación Eléctrica de Maniobras Cruz Azul**", se realizó considerando factores técnicos, ambientales y socioeconómicos, con el propósito de garantizar la viabilidad operativa del Proyecto, minimizar los impactos ambientales y asegurar la compatibilidad con la infraestructura eléctrica existente y el entorno territorial del municipio de Seybaplaya, Campeche.

a) Criterios técnicos

- **Proximidad a la Red:** El principal criterio técnico considerado para la selección del sitio fue la proximidad al eje de la Línea de Transmisión LRA 73110 CMO en 115 kV, ya que la ubicación de la subestación en las inmediaciones del punto de apertura permite reducir la necesidad de construir estructuras de transición adicionales, optimizando la configuración eléctrica del sistema, reduciendo pérdidas de energía y disminuyendo la ocupación adicional de suelo.

Asimismo, el sitio seleccionado se localiza dentro de una zona donde ya existe infraestructura energética y de servicios, incluyendo líneas de transmisión, lo que favorece la consolidación de infraestructura en un corredor previamente intervenido y reduce la necesidad de apertura de nuevas áreas.

- **Accesibilidad:** Se consideraron las condiciones de accesibilidad y factibilidad constructiva del predio, priorizando un sitio con acceso directo mediante infraestructura carretera existente, particularmente por su cercanía a la Carretera Federal, lo cual facilita el transporte de maquinaria pesada, equipos electromecánicos, estructuras metálicas y materiales de construcción sin requerir la apertura de nuevos caminos de acceso de gran longitud. Esta condición representa una ventaja técnica y ambiental, al disminuir movimientos de tierra adicionales y reducir afectaciones al entorno inmediato.

- **Condiciones topográficas:** El predio se localiza sobre una unidad de lomerío bajo, caracterizada por pendientes suaves y diferencias altimétricas moderadas que requieren actividades de nivelación y conformación de plataformas para el adecuado desplante de la infraestructura proyectada. Asimismo, el sitio se ubica sobre una unidad geológica con predominancia de materiales caliza–marga y suelos tipo *Phaeozem*, condiciones que fueron consideradas en el diseño de las obras civiles y de terracería. En este sentido, las condiciones topográficas del predio no representan una limitante para la construcción y operación de la infraestructura eléctrica proyectada.

- **Superficie**: Adicionalmente, se consideró la disponibilidad de superficie suficiente para el desarrollo integral del Proyecto dentro de un polígono compacto de aproximadamente **10,000 m²,** permitiendo la adecuada distribución de equipos, áreas operativas y sistemas auxiliares requeridos para la operación y mantenimiento de la subestación.

b) Criterios ambientales

Desde el punto de vista ambiental, la selección del sitio consideró la ocupación de una superficie relativamente compacta, lo que permite limitar la remoción de cobertura vegetal y reducir la intervención sobre el entorno inmediato. Asimismo, se priorizó un predio con presencia de vegetación secundaria arbórea derivada de Selva Mediana Caducifolia y zonas previamente influenciadas por infraestructura energética y actividades antrópicas, evitando la afectación directa de áreas con vegetación conservada o ecosistemas de mayor relevancia ambiental.

De igual manera, se evaluaron las condiciones físicas e hidrológicas del sitio, seleccionándose un área que no presenta cuerpos de agua superficiales permanentes dentro del polígono del Proyecto, tales como ríos, lagunas o humedales, reduciendo el riesgo potencial de afectación directa a ecosistemas acuáticos. Adicionalmente, el predio presenta condiciones topográficas favorables y ausencia de pendientes

pronunciadas, facilitando el manejo de escurrimientos pluviales y disminuyendo riesgos asociados a erosión o inestabilidad del terreno.

Otro criterio relevante correspondió a la ubicación del Proyecto respecto a la línea de costa. Aunque el predio se localiza en la zona costera del municipio de Seybaplaya, su distancia aproximada de 1.6 km respecto al litoral reduce la exposición directa a fenómenos hidrometeorológicos costeros y a ambientes de alta salinidad extrema, disminuyendo potenciales afectaciones por corrosión acelerada sobre los componentes metálicos de la infraestructura eléctrica.

La selección del sitio también consideró el aprovechamiento de infraestructura vial y eléctrica previamente existente, evitando la apertura de nuevos caminos o corredores de servicios, lo cual contribuye a reducir impactos acumulativos y fragmentación territorial adicional.

Adicionalmente, se consideró la compatibilidad territorial del Proyecto respecto a los instrumentos de ordenamiento ecológico aplicables, identificándose que el sitio se localiza dentro de la **UGA 84** y la **UAB 137**, identificándose que el sitio se localiza dentro de unidades ambientales con políticas de preservación, aprovechamiento sustentable y restauración, motivo por el cual la selección del predio priorizó una superficie compacta y previamente influenciada por infraestructura existente.

c) Criterios Socioeconómicos

En el ámbito socioeconómico, uno de los factores relevantes para la selección del sitio fue la certeza jurídica del predio, al contar la sociedad, **CEMENTOS CRUZ AZUL CAMPECHE, S.A. DE C.V.**, con la documentación que acredita la legal posesión y disponibilidad del terreno para el desarrollo del Proyecto, evitando conflictos relacionados con tenencia de la tierra o afectaciones a terceros.

Asimismo, se consideró la compatibilidad del Proyecto con la vocación territorial e industrial de la zona, derivado de la cercanía con el corredor industrial y logístico asociado al puerto de Seybaplaya y con infraestructura estratégica existente. En este sentido, la instalación de la Subestación Eléctrica de Maniobras resulta congruente con el desarrollo de infraestructura energética y actividades industriales presentes en la región.

La ubicación seleccionada permitirá fortalecer la confiabilidad y continuidad del suministro eléctrico regional, favoreciendo la operación del sistema de transmisión eléctrica y contribuyendo indirectamente al desarrollo de actividades económicas y productivas vinculadas al sector industrial y de servicios.

Adicionalmente, durante las etapas de preparación del sitio y construcción se prevé la generación de empleos temporales y la contratación de servicios locales para actividades de obra civil, transporte, suministro de materiales y apoyo logístico, generando una derrama económica indirecta en el municipio de Seybaplaya y localidades cercanas.

Derivado de la naturaleza técnica y operativa del Proyecto, las alternativas de ubicación para la Subestación Eléctrica de Maniobras requieren localizarse contigua al punto de apertura de la Línea de Transmisión (LT) LRA 73110 CMO en 115 kV, a fin de garantizar la viabilidad operativa, seguridad eléctrica y cumplimiento de los criterios técnicos establecidos por CFE Transmisión.

Bajo este contexto, el sitio seleccionado fue considerado la alternativa más viable, al permitir el desarrollo de la infraestructura requerida con una menor necesidad de obras adicionales, menor intervención territorial y aprovechamiento de infraestructura eléctrica y vial previamente existente. Asimismo, la selección del predio permite optimizar las condiciones de operación del sistema eléctrico, reduciendo afectaciones ambientales potenciales y favoreciendo un esquema constructivo compacto y funcional.

II.1.3 Ubicación física del Proyecto y planos de localización

El Proyecto denominado "Subestación Eléctrica de Maniobras Cruz Azul" se localizará en el predio denominado Punta del Morro, S/N, Colonia Santa Clara, en el municipio de Seybaplaya, Estado de Campeche; sobre una superficie aproximada de 10,000 m². El sitio corresponde a un Proyecto puntual, cuya infraestructura principal y obras asociadas se circunscriben a una poligonal envolvente dentro del mismo predio.

El área del Proyecto se ubica al norte de la cabecera municipal de Seybaplaya, aproximadamente a 1.6 km del acceso principal al Puerto de Seybaplaya y a una distancia aproximada de 580 a 600 metros al este de la Carretera Federal 180, tramo Campeche–Champotón. La localización geográfica del predio se encuentra aproximadamente entre las coordenadas 19.6515° N y -90.6798° O, dentro de una zona con presencia de infraestructura eléctrica existente y accesibilidad mediante caminos y vialidades previamente establecidas.
Para la delimitación del área del Proyecto se elaboró un **Plano Topográfico**, integrado en el **Anexo III**, en el cual se muestran, el cuadro de construcción y curvas de nivel del Proyecto. Las coordenadas UTM del polígono de construcción, en Datum WGS 84, Zona 15 Q, se presentan en la Tabla siguiente.

TABLA 1 COORDENADAS UTM DEL POLÍGONO "S.E. MANIOBRAS CRUZ AZUL"

Vértice	Coordenadas UTM (Zona 15)	
	x	y
1	743330.469	2174623.4
2	743330.469	2174523.4
3	743230.469	2174523.4
4	743230.469	2174623.4
Superficie: 10, 000.00 m²		

Las colindancias identificadas para el sitio del Proyecto corresponden a caminos de acceso, áreas con infraestructura previamente establecida y terrenos con vegetación secundaria característica de la zona.

Debido a que la Subestación Eléctrica de Maniobras se localizará contigua al punto de apertura de la Línea de Transmisión (LT) LRA 73110 CMO en 115 kV, las obras de interconexión requeridas para la apertura y conexión de la línea se consideran integradas dentro de la misma poligonal y superficie de análisis del Proyecto.

Asimismo, se presenta en el **Anexo III,** los planos con la distribución general de la infraestructura permanente y de las obras provisionales requeridas para las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto. La disposición de la infraestructura fue diseñada considerando criterios de funcionalidad operativa, seguridad eléctrica y optimización del espacio disponible, buscando minimizar la remoción de vegetación y la intervención sobre áreas adicionales.

II.1.3.1 Infraestructura permanente

La infraestructura permanente considerada dentro del Proyecto comprende los siguientes elementos principales:

a) **Área de bahías y barras:** Zona destinada a la instalación de interruptores de potencia, cuchillas seccionadoras, barras colectoras, transformadores de instrumento y demás equipos de maniobra en 115 kV.
b) **Caseta de control:** Estructura cerrada y acondicionada que alberga los equipos necesarios para operar y supervisar la subestación de forma segura y centralizada.
c) **Edificio auxiliar de planta diésel:** Área destinada al sistema de respaldo eléctrico para servicios auxiliares y operación de emergencia.
d) **Caminos interiores y áreas de circulación:** Superficies de tránsito interno para personal operativo, mantenimiento y acceso de equipos, con acabados de concreto hidráulico y/o grava.
e) **Barda perimetral:** Elemento de seguridad física para delimitación y resguardo del predio del Proyecto.

II.1.3.2 Obras provisionales

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se habilitarán áreas temporales dentro del mismo polígono de 10,000 m^2, evitando la ocupación de superficies externas adicionales. Entre las obras provisionales consideradas se encuentran:

- Almacén temporal de materiales y herramientas.
- Área de oficinas provisionales y sanitarios portátiles.
- Zona temporal para acopio y manejo de residuos de construcción y material vegetal producto del desmonte.

LGTAIP

LGTAIP

El mayor porcentaje de la inversión corresponde al rubro de equipos primarios, tableros de protección y comunicación, cables, herrajes, aisladores y estructuras metálicas, el cual representa el 61.12 % del monto total del Proyecto. En segundo término, las obras civiles constituyen el rubro de mayor relevancia económica, con una participación del 22.92 %, incluyendo terracerías, caminos interiores, cimentaciones mayores, caseta de control, caseta diésel y torre de comunicaciones.

Los montos presentados fueron integrados con base en estimaciones ejecutivas elaboradas para fines de planeación y evaluación del Proyecto, por lo que podrán estar sujetos a ajustes derivados de modificaciones de alcance, variaciones en el tipo de cambio, actualización de precios, impuestos aplicables o condiciones comerciales durante las etapas de contratación y ejecución.

Asimismo, el Proyecto contempla la implementación de medidas de prevención, mitigación y manejo ambiental durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, cuyos costos se encuentran integrados dentro de los rubros de obra civil, supervisión y operación. Entre dichas medidas se consideran el manejo integral de residuos, control de emisiones de polvo, instalación de sanitarios portátiles, señalización ambiental y de seguridad, restauración y limpieza de áreas intervenidas, así como supervisión ambiental durante las actividades constructivas y operativas del Proyecto.

II.1.5 Maquinaria, equipos y herramientas

Para la ejecución de las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto se empleará maquinaria, equipo y herramientas especializadas acordes con las características de la infraestructura eléctrica proyectada. La utilización de estos equipos será temporal durante la etapa constructiva, con excepción de los vehículos y herramientas requeridos para las actividades periódicas de operación y mantenimiento. La siguiente Tabla presenta la maquinaria y equipo principal previsto para el desarrollo del Proyecto.

TABLA 3 MAQUINARIA Y EQUIPO A UTILIZAR DURANTE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Equipo o maquinaria	Función principal	Etapa de utilización
Retroexcavadora	Excavaciones para cimentaciones, zanjas y canalizaciones	Preparación del sitio y construcción
Motoniveladora	Nivelación y conformación de plataformas	Preparación del sitio
Vibrocompactador	Compactación de plataformas y vialidades internas	Construcción
Camión de volteo	Transporte de materiales pétreos, excavación y residuos	Preparación del sitio y construcción
Camión pipa	Control de polvo y suministro de agua para actividades constructivas	Preparación del sitio y construcción
Revolvedora de concreto	Preparación y colocación de concreto en obras civiles	Construcción
Bomba para concreto	Colado de cimentaciones y estructuras de concreto	Construcción
Grúa hidráulica	Montaje de estructuras metálicas y equipos eléctricos	Construcción
Camión con grúa tipo Hiab	Carga, descarga y maniobra de equipos y materiales	Construcción
Equipo de soldadura	Instalación de estructuras y sistema de tierras	Construcción
Planta generadora eléctrica portátil	Suministro temporal de energía durante la construcción	Construcción
Vehículos ligeros tipo pickup	Transporte de personal, herramientas e inspecciones	Todas las etapas
Equipo menor de construcción (compactadoras manuales, cortadoras, taladros, esmeriles y herramientas manuales)	Actividades auxiliares de construcción e instalación	Construcción
Equipo de mantenimiento especializado	Inspección y mantenimiento de equipos eléctricos	Operación y mantenimiento

II.1.6 Dimensiones del Proyecto

El Proyecto denominado **"Subestación Eléctrica de Maniobras Cruz Azul"** se desarrollará sobre una superficie total aproximada de 10,000 m², correspondiente al polígono del predio donde se construirá la infraestructura eléctrica proyectada. La superficie definitiva de ocupación para obras permanentes, áreas operativas y superficies de afectación será determinada conforme al plano y cuadro de áreas integrados en los anexos técnicos correspondientes del Proyecto.

Dentro de la superficie total considerada se contemplan áreas destinadas a infraestructura permanente, patios de maniobra, circulación interna, drenaje pluvial, áreas auxiliares de operación y mantenimiento, así como espacios requeridos temporalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

El Proyecto corresponde a una obra puntual asociada a la apertura e interconexión de la Línea de Transmisión (LT) LRA 73110 CMO en 115 kV, por lo que las obras de interconexión requeridas se desarrollarán dentro del área inmediata del Proyecto y del derecho de vía previamente establecido, evitando la apertura de nuevos corredores eléctricos o superficies adicionales de afectación.

Asimismo, el sitio seleccionado presenta cercanía con infraestructura energética y vial previamente establecida, condición que favorece el aprovechamiento de áreas ya intervenidas y reduce la necesidad de generar nuevos accesos o ampliar la ocupación territorial.

De manera complementaria, no se contempla la habilitación de campamentos permanentes, bancos de material ni la ocupación de superficies externas adicionales al polígono del Proyecto, por lo que la totalidad de las obras provisionales y actividades constructivas se desarrollarán dentro de la superficie autorizada del predio.

II.1.7 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del Proyecto y en sus colindancias

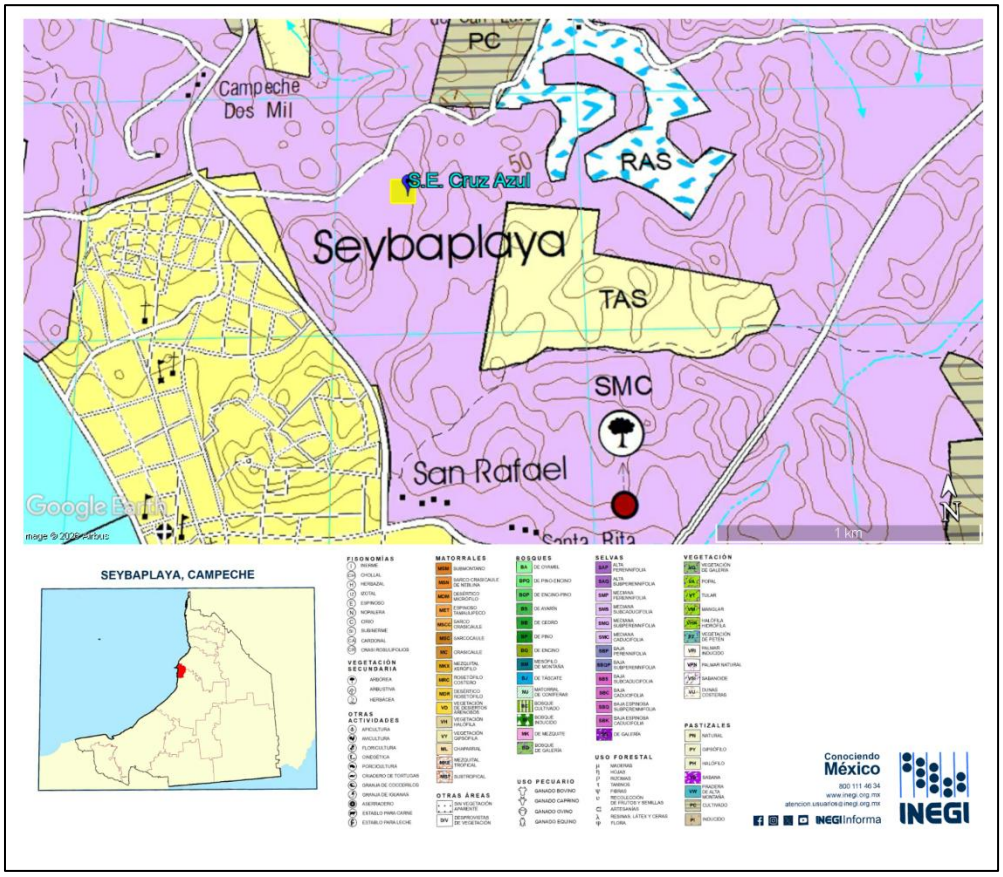
Para definir el uso actual del suelo y cuerpos de agua en el sitio del Proyecto y en su área de influencia (sistema ambiental), se realizó el análisis de la capa de Uso del Suelo y Vegetación INEGI 2018 (Serie VII) complementado con recorridos de campo, interpretación de imágenes satelitales, reconocimiento visual del predio y sus colindancias, estudios hidrológicos y mecánica de suelos.

El uso actual del suelo corresponde a Vegetación Secundaria Arbórea derivada de Selva Mediana Caducifolia (VSA/SMC), con distintos grados de regeneración natural y evidencia de perturbación antrópica previa asociada a las actividades desarrolladas en el entorno.

La cobertura vegetal está integrada por elementos arbóreos y arbustivos dispersos adaptados a condiciones de clima cálido subhúmedo y a terrenos de origen cárstico característicos de la región. El subsuelo se encuentra conformado predominantemente por materiales calcáreos, sascab y roca caliza alterada, propios de la plataforma carbonatada de la Península de Yucatán, observándose además áreas

con vegetación reseca y superficies parcialmente intervenidas. Actualmente, dentro del predio no se desarrollan actividades agrícolas, pecuarias, forestales comerciales, mineras o turísticas, por lo que puede considerarse un terreno sin aprovechamiento productivo evidente.

FIGURA 2. MAPA MUNICIPAL SEYBAPLAYA DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN



Respecto a las colindancias y usos del suelo circundante, se identifican las siguientes condiciones generales:

- **Norte:** caminos de acceso de terracería y áreas con vegetación secundaria.
- **Este:** infraestructura energética asociada a líneas de transmisión y corredores de servicios previamente establecidos.
- **Oeste:** parcelas y terrenos con presencia de vegetación secundaria y palmares dispersos.
- **Sur:** áreas con Vegetación Secundaria Arbórea característica de Selva Mediana Caducifolia.

En términos regionales, el entorno inmediato presenta una tendencia de aprovechamiento vinculada al desarrollo de infraestructura energética, logística y de servicios asociada al crecimiento industrial y portuario del municipio de Seybaplaya.

Dentro del polígono del Proyecto no se identifican cuerpos de agua superficiales permanentes, tales como ríos, arroyos, lagunas, cenotes, humedales o esteros, por lo que actualmente no existe aprovechamiento de recursos hídricos superficiales para abastecimiento público, actividades productivas, recreativas o disposición de residuos. Asimismo, no se detectó presencia de nivel freático somero dentro de la profundidad explorada, observándose condiciones de alta permeabilidad asociadas a los materiales calcáreos predominantes del subsuelo.

De igual forma, en las colindancias inmediatas del Proyecto no se identifican cuerpos de agua continentales superficiales. A nivel regional, el cuerpo de agua más cercano corresponde al Golfo de México, localizado a una distancia aproximada mayor a 1.6 km del sitio del Proyecto. Debido a la distancia existente y a la naturaleza puntual de la infraestructura proyectada, no se prevé interacción directa con dicho cuerpo de agua.

La selección del sitio consideró la proximidad a infraestructura vial y energética previamente establecida, favoreciendo el aprovechamiento de corredores ya intervenidos y minimizando la apertura de nuevas áreas de afectación territorial.

De acuerdo con los instrumentos de ordenamiento ecológico aplicables, el predio se localiza dentro de la **Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 84**, de la **Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 137**, con políticas de preservación, aprovechamiento sustentable y restauración, así como dentro de la **Unidad de Gestión Territorial VII (UGT VII)** del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de Champotón, cuya política ambiental corresponde al aprovechamiento sustentable. Asimismo, el sitio no se localiza dentro de ninguna Área Natural Protegida de competencia federal, estatal o municipal, aunque regionalmente se encuentra asociado a la Región Marina Prioritaria Champotón–El Palmar (San Pedro Mártir).

Finalmente, debido a que el predio presenta cobertura clasificada como Vegetación Secundaria Arbórea derivada de Selva Mediana Caducifolia, la ejecución del Proyecto implica la remoción parcial de vegetación para la construcción de plataformas, cimentaciones, vialidades internas y demás obras permanentes asociadas a la subestación eléctrica.

II.1.8 Urbanización de área y descripción de servicios requeridos

Debido a la naturaleza del Proyecto y a las características operativas de una subestación eléctrica de maniobras, la infraestructura requerida para las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento contempla principalmente servicios auxiliares de apoyo, varios de los cuales serán suministrados mediante infraestructura propia o a través de terceros autorizados, sin requerir la ampliación de redes públicas de infraestructura municipal.

a) Vías de acceso

El acceso principal al sitio del Proyecto se realiza mediante la Carretera Federal 180, tramo Campeche–Champotón, localizada aproximadamente entre 580 y 600 m al oeste del predio. A partir de dicha vialidad, el ingreso se efectúa a través de caminos de terracería existentes que comunican directamente con el área donde se desarrollará la subestación.

Las condiciones actuales de accesibilidad, aunadas a las características físicas del terreno, permiten el tránsito de maquinaria pesada, vehículos de carga y unidades destinadas al transporte de materiales y equipos electromecánicos requeridos durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, sin que sea necesaria la apertura de nuevas vialidades regionales o caminos de acceso de gran longitud.

Como parte de la infraestructura permanente del Proyecto, se habilitarán vialidades internas y áreas de circulación destinadas a las actividades de operación, mantenimiento y maniobras, permitiendo el acceso seguro a las distintas instalaciones de la subestación, incluyendo la caseta de control, la caseta de vigilancia, el edificio de planta diésel de emergencia, el patio de maniobras y las áreas destinadas a equipos eléctricos.

El diseño de las vialidades interiores considera la circulación de vehículos de mantenimiento, unidades de supervisión y equipo especializado, garantizando condiciones adecuadas de accesibilidad durante toda la vida útil del Proyecto

b) Energía eléctrica

La disponibilidad de infraestructura eléctrica en el sitio está asociada a la Línea de Transmisión (LT) LRA 73110 CMO en 115 kV, cuya apertura e interconexión constituye el objetivo principal del Proyecto.

Durante la etapa de construcción, el suministro eléctrico para iluminación, herramientas y actividades auxiliares será proporcionado mediante plantas portátiles de generación eléctrica y/o conexiones temporales autorizadas.

Para la etapa de operación, la subestación contará con sistemas auxiliares de alimentación eléctrica, incluyendo una Subestación de Servicios Propios para alimentación de equipos de control, protección, comunicación e iluminación, así como una planta diésel de emergencia destinada a garantizar la continuidad operativa de los sistemas auxiliares y de monitoreo ante contingencias eléctricas.

c) Agua potable

Actualmente el sitio del Proyecto no dispone de conexión a una red pública de abastecimiento de agua potable. Por lo tanto, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, el suministro de agua para consumo humano, control de emisiones de polvo, compactación de materiales y demás actividades menores de obra se realizará mediante pipas o contenedores móviles abastecidos por terceros autorizados.

Debido a las características operativas de una subestación eléctrica de maniobras, la demanda de agua será reducida y estará asociada principalmente al uso de servicios sanitarios, limpieza ocasional de instalaciones y requerimientos menores de servicios auxiliares, por lo que no se prevén consumos significativos del recurso hídrico.

Para garantizar la disponibilidad de agua durante la etapa operativa, el Proyecto contempla la instalación de una cisterna con capacidad de almacenamiento de **6,000 litros**, un tinaco con capacidad de **1,100 litros**, sistema de bombeo y red hidráulica interna para el abastecimiento de los servicios sanitarios y áreas auxiliares de la caseta de control.

El suministro de agua para operación será gestionado mediante abastecimiento periódico por terceros autorizados o mediante la alternativa que resulte técnicamente viable conforme a las condiciones de disponibilidad existentes en la zona al momento de la puesta en servicio del Proyecto.

d) Drenaje y manejo de aguas residuales

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se instalarán sanitarios portátiles para uso del personal, cuyo mantenimiento, limpieza y disposición final serán realizados por empresas autorizadas, evitando la generación de descargas directas al suelo o cuerpos de agua.
Para la etapa de operación, las aguas residuales generadas serán exclusivamente de origen sanitario y estarán asociadas al funcionamiento de la caseta de control y áreas auxiliares. Su manejo se realizará mediante una red sanitaria interna conectada a registros de inspección, una fosa séptica y un pozo de absorción, conforme a la normatividad aplicable.

Debido a la naturaleza del Proyecto, no se contempla la generación de aguas residuales de proceso ni descargas derivadas de actividades industriales, por lo que los efluentes estarán limitados al uso sanitario del personal operativo. Respecto al manejo de aguas pluviales, el Proyecto contempla un sistema de drenaje superficial integrado por pendientes, bajantes, canalizaciones y obras de conducción que permitirán encauzar los escurrimientos hacia áreas de infiltración dentro del propio predio.

Las condiciones naturales del terreno, caracterizadas por materiales predominantemente calcáreos de alta permeabilidad, favorecen la infiltración del agua de lluvia y contribuyen a disminuir riesgos de encharcamiento, erosión o afectaciones a predios colindantes. Asimismo, las vialidades, plataformas y

áreas operativas serán diseñadas para mantener condiciones adecuadas de escurrimiento superficial y drenaje, evitando acumulaciones de agua que pudieran afectar la operación de la infraestructura eléctrica o la estabilidad de las obras civiles del Proyecto.

e) Telecomunicaciones y servicios auxiliares

La zona del Proyecto dispone de cobertura de telecomunicaciones y servicios de comunicación móvil suficientes para apoyar las actividades de construcción, operación y mantenimiento de la subestación.

Adicionalmente, la infraestructura proyectada contará con sistemas de comunicación, teleprotección y transmisión de datos para la integración de los equipos de protección, control, medición y monitoreo remoto al Sistema Eléctrico Nacional, conforme a los criterios técnicos aplicables de CFE Transmisión.

Estos sistemas permitirán la supervisión remota de las instalaciones, el intercambio de señales operativas, la transmisión de información en tiempo real y la coordinación de maniobras eléctricas requeridas para garantizar la confiabilidad y continuidad operativa de la infraestructura.

f) Infraestructura adicional requerida

Debido a que el Proyecto se desarrollará en un sitio con acceso mediante infraestructura vial existente y próximo a infraestructura de transmisión eléctrica previamente establecida, no se prevé la construcción de infraestructura pública adicional ni la ampliación de redes municipales de servicios para atender los requerimientos operativos del Proyecto.

Las obras complementarias necesarias para su funcionamiento formarán parte integral de la propia subestación e incluyen vialidades internas, sistemas de drenaje pluvial, infraestructura hidráulica y sanitaria, almacenamiento de agua, sistema de tierras, alumbrado exterior, sistemas de comunicación, edificaciones auxiliares y demás instalaciones requeridas para la operación y mantenimiento de la infraestructura eléctrica.

II.2 Características particulares del Proyecto

Con el propósito de garantizar la confiabilidad operativa de la infraestructura eléctrica, optimizar el aprovechamiento del espacio disponible y minimizar las afectaciones al entorno natural, el Proyecto denominado **“Subestación Eléctrica de Maniobras Cruz Azul”** fue diseñado bajo criterios de seguridad eléctrica, eficiencia operativa, estabilidad estructural y compatibilidad ambiental.

Las obras principales, asociadas y provisionales consideran criterios de diseño orientados a prevenir, controlar y mitigar los impactos ambientales potenciales durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, incorporando medidas para la protección del suelo, control de escurrimientos, manejo adecuado de residuos, conservación de la capacidad de infiltración del terreno y reducción de la superficie sujeta a remoción de vegetación.

Las características geotécnicas del sitio resultan favorables para el desarrollo del Proyecto, debido a la presencia predominante de materiales calcáreos y sascab asociados a la plataforma carbonatada regional, los cuales presentan condiciones adecuadas de capacidad de carga para el desplante de las estructuras proyectadas. Asimismo, no se identificaron condiciones de licuación, colapso o dispersividad del suelo que pudieran comprometer la estabilidad de las obras previstas.

a) Obras principales

Las obras principales corresponden a la infraestructura eléctrica necesaria para la operación de la subestación de maniobras, entre las que destacan:

- Área de bahías y barras en **115 kV.**
- Interruptores de potencia.
- Cuchillas seccionadoras.
- Barras colectoras.
- Transformadores de instrumento.
- Sistemas de protección, control y medición.
- Sistemas de comunicación y transmisión de datos.
- Obras de interconexión asociadas a la apertura de la **LT LRA 73110 CMO.**

El diseño de la subestación considera una configuración de doble barra con bahía de transferencia–amarre, permitiendo efectuar maniobras operativas, aislamiento de fallas y mantenimiento de equipos sin afectar la continuidad del servicio eléctrico. Asimismo, el arreglo electromecánico considera una distribución compacta y funcional de los equipos, optimizando el aprovechamiento de la superficie disponible y reduciendo al mínimo indispensable la ocupación permanente del terreno y la remoción de cobertura vegetal secundaria.

Se contempla la utilización de interruptores de potencia tripolares tipo tanque vivo con aislamiento en gas **hexafluoruro de azufre (SF_6)**, tecnología que proporciona elevada confiabilidad operativa, adecuada capacidad de interrupción y menores requerimientos de mantenimiento respecto de tecnologías convencionales. Su utilización contribuye adicionalmente a disminuir el riesgo de afectaciones al suelo derivadas del manejo de fluidos dieléctricos líquidos.

Las estructuras y cimentaciones serán diseñadas considerando las características geotécnicas del sitio, empleando cimentaciones superficiales de concreto armado adecuadas para las condiciones de capacidad de carga del terreno, garantizando la estabilidad estructural de los equipos de alta tensión y de las obras civiles asociadas.

Por otra parte, las áreas no ocupadas por edificaciones, cimentaciones y estructuras permanentes serán acondicionadas principalmente con recubrimientos de grava y materiales pétreos seleccionados, los cuales

favorecerán la infiltración natural del agua pluvial, mantendrán condiciones adecuadas de drenaje superficial y contribuirán a disminuir riesgos de erosión, encharcamiento y generación de escurrimientos concentrados dentro del predio.

b) Obras asociadas y auxiliares

Como parte complementaria del Proyecto se contempla la construcción e instalación de infraestructura auxiliar necesaria para garantizar la operación, mantenimiento, seguridad y control de la subestación, integrada principalmente por:

- Caseta de control.
- Edificio auxiliar para planta diésel de emergencia.
- Subestación de servicios propios.
- Caminos interiores y áreas de circulación.
- Sistema de drenaje pluvial.
- Barda perimetral y acceso controlado.
- Áreas operativas y de mantenimiento.
- Sistemas auxiliares de almacenamiento de agua y servicios sanitarios.
- Sistemas dedicados de comunicación para operación y supervisión remota.

La infraestructura civil y auxiliar será distribuida de manera funcional dentro del predio, concentrando los servicios operativos y administrativos en áreas específicas que permitan optimizar el aprovechamiento del espacio disponible, reducir la dispersión de superficies intervenidas y facilitar las actividades de operación, mantenimiento, vigilancia y supervisión ambiental.

Los caminos interiores, áreas de circulación y plataformas auxiliares serán acondicionados para soportar el tránsito de vehículos de mantenimiento, unidades de supervisión y equipo especializado, garantizando condiciones adecuadas de accesibilidad durante toda la vida útil del Proyecto.

Asimismo, las obras auxiliares incorporarán sistemas de drenaje superficial que permitan conducir adecuadamente los escurrimientos pluviales y favorecer su infiltración dentro del predio, aprovechando las características permeables de los materiales predominantes del sitio y reduciendo riesgos de encharcamiento o erosión.

El edificio destinado a la planta diésel de emergencia contará con medidas de seguridad para el manejo de combustibles y lubricantes, incluyendo superficies impermeables y elementos de contención orientados a prevenir afectaciones al suelo ante eventuales fugas o derrames accidentales.

Por otra parte, la implementación de sistemas de comunicación, teleprotección, monitoreo y operación remota permitirá integrar la subestación a los esquemas de supervisión del Sistema Eléctrico Nacional,

favoreciendo una operación más eficiente y reduciendo la necesidad de desplazamientos frecuentes de personal hacia el sitio.

c) Obras provisionales

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se habilitarán instalaciones temporales dentro del propio polígono del Proyecto, evitando la ocupación de superficies adicionales fuera del área autorizada y minimizando la generación de nuevas afectaciones al entorno.

Entre las principales obras provisionales consideradas se encuentran

- Almacén temporal de materiales y herramientas.
- Oficinas provisionales.
- Sanitarios portátiles.
- Áreas temporales para acopio de residuos y material vegetal producto del desmonte.

Las instalaciones provisionales serán ubicadas en áreas previamente definidas dentro del predio, procurando aprovechar superficies destinadas a futuras áreas operativas del Proyecto y evitando intervenciones innecesarias sobre zonas con cobertura vegetal conservada.

Las áreas destinadas al almacenamiento temporal de materiales, residuos y material vegetal contarán con delimitación física, señalización y control operativo, con la finalidad de prevenir la dispersión de materiales por acción del viento, el arrastre por escurrimientos pluviales y posibles afectaciones al suelo o a la vegetación circundante.

Asimismo, el suelo orgánico recuperado durante las actividades de despalme será almacenado temporalmente en montículos controlados para favorecer su conservación y posterior aprovechamiento en actividades de estabilización superficial, acondicionamiento de áreas libres y protección de superficies expuestas, cuando las condiciones del Proyecto así lo permitan.

Una vez concluidas las actividades constructivas, todas las obras provisionales serán retiradas y las áreas ocupadas serán limpiadas, niveladas y acondicionadas conforme a las necesidades operativas de la subestación y a las medidas de manejo ambiental previstas para el Proyecto.

d) Configuración del terreno y obras de nivelación

La adecuación del terreno considerará las condiciones topográficas naturales del sitio, caracterizadas por lomerío bajo y pendientes suaves, procurando mantener un balance entre cortes y rellenos que permita reducir al mínimo indispensable las modificaciones a la configuración natural del terreno y optimizar el aprovechamiento de los materiales generados durante las actividades de terracería.

Las obras de nivelación tendrán como finalidad conformar las plataformas requeridas para el desplante de las estructuras, equipos electromecánicos, vialidades internas y demás obras asociadas al Proyecto, garantizando condiciones adecuadas de estabilidad, seguridad y operación durante toda su vida útil.

Las características geotécnicas del sitio permiten el desarrollo de las obras proyectadas mediante cimentaciones superficiales y plataformas compactadas, considerando la presencia predominante de materiales calcáreos y sascab con capacidad de carga adecuada para soportar las estructuras previstas. Asimismo, las condiciones del subsuelo no presentan evidencias de comportamiento colapsable, dispersivo o susceptible a licuación que pudieran comprometer la estabilidad de las obras.

Los cortes, rellenos y trabajos de conformación de plataformas serán ejecutados conforme a las especificaciones técnicas de diseño y control de calidad aplicables, incorporando procedimientos de compactación que garanticen la estabilidad de terraplenes, vialidades y áreas operativas.

De igual forma, el diseño de taludes, plataformas y obras complementarias considerará medidas de control de erosión y manejo de escurrimientos superficiales, con la finalidad de preservar la estabilidad del terreno y reducir el arrastre de sedimentos durante eventos de precipitación.

Asimismo, el sistema de drenaje pluvial será diseñado para conducir adecuadamente los escurrimientos generados dentro del predio, favoreciendo su infiltración en las áreas destinadas para tal efecto y aprovechando las condiciones naturales de permeabilidad asociadas a los materiales calcáreos predominantes, contribuyendo con ello a disminuir riesgos de encharcamiento, erosión o afectaciones a predios colindantes.

e) Características de diseño orientadas a la reducción de impactos ambientales

El diseño y localización de la Subestación Eléctrica incorporan criterios técnicos, constructivos y ambientales orientados a minimizar la ocupación del terreno, reducir la remoción de cobertura vegetal y prevenir afectaciones sobre el suelo, los escurrimientos superficiales y los recursos naturales presentes en el área de influencia del Proyecto.

Entre las principales medidas y criterios considerados destacan:

- Aprovechamiento de un sitio próximo a infraestructura eléctrica y vial previamente establecida, evitando la apertura de nuevos corredores de servicios y reduciendo la fragmentación del territorio.
- Desarrollo del Proyecto en una superficie compacta aproximada de **10,000 m²,** optimizando el uso del espacio disponible y disminuyendo la superficie sujeta a desmonte y despalme.
- Concentración de obras principales, auxiliares y provisionales dentro del mismo polígono del Proyecto, reduciendo la dispersión de áreas intervenidas.

- Conservación de las condiciones naturales de drenaje mediante la implementación de sistemas de conducción e infiltración de aguas pluviales.
- Utilización de superficies gravadas en áreas operativas, favoreciendo la infiltración natural del agua de lluvia y disminuyendo la impermeabilización del terreno.
- Diseño de plataformas y cimentaciones acorde con las características geotécnicas del sitio, reduciendo movimientos innecesarios de tierra y optimizando el balance de cortes y rellenos.
- Incorporación de sistemas de comunicación, teleprotección y supervisión remota para la operación eficiente de la infraestructura.
- Instalación de equipos diseñados conforme a los criterios técnicos aplicables a instalaciones de transmisión eléctrica en **115 kV**.
- Implementación de medidas de manejo ambiental para el control de residuos, emisiones de polvo, manejo de combustibles, materiales de construcción y protección del suelo.

Asimismo, las condiciones naturales del terreno, caracterizadas por la presencia predominante de materiales calcáreos de alta permeabilidad, favorecen la infiltración de escurrimientos pluviales y contribuyen a reducir riesgos de erosión, encharcamiento y arrastre de sedimentos durante las distintas etapas del Proyecto.

Debido a la naturaleza operativa de una subestación eléctrica de maniobras, durante la etapa de operación no se prevé la generación significativa de emisiones atmosféricas, descargas de aguas residuales de proceso, residuos de carácter industrial ni consumos elevados de agua. Las actividades estarán orientadas principalmente a la supervisión, operación, mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo de la infraestructura eléctrica instalada.

II.2.1 Programa general de trabajo

El programa general de trabajo fue estructurado considerando las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, incorporando además actividades preliminares relacionadas con estudios técnicos, gestiones administrativas, ingeniería y suministro de equipos especializados.

La duración estimada para la ejecución (preparación del sitio y construcción) de la subestación es de aproximadamente **9 meses (285 días)**, considerando actividades preliminares y la puesta en servicio programada. El programa de trabajo se integra en la siguiente Tabla:

TABLA 4. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Etapa	Actividad	Meses									Años
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	+50
Gestoría y permisos	Gestoría y trámites administrativos.	■	■	■							
	Levantamiento topográfico.	■									
	Estudios de mecánica de suelos	■	■								
	Desarrollo y aprobación de ingenierías		■	■	■	■					
	Gestión de suministros y adquisición de equipos especializados		■	■	■	■	■	■			
Preparación del sitio	Trazo y delimitación del polígono de construcción		■								
	Desmonte y despalme		■	■							
	Terracerías y nivelación del terreno		■	■							
	Conformación de plataformas y taludes			■							
	Habilitación de accesos y caminos interiores		■	■							
	Instalación de áreas temporales		■								
	Implementación de medidas de control ambiental		■								
Construcción	Cimentaciones (Mayores y menores)			■	■						
	Caseta de control y obras auxiliares (edificio diésel)			■	■	■	■				
	Sistema de drenaje pluvial					■					
	Barda perimetral					■	■	■			
	Montaje de estructuras metálicas				■	■	■				
	Instalación de aisladores y conductores						■	■	■		
	Montaje de equipo primario						■	■			
	Instalación de barras y cuchillas						■	■			
	Sistemas de protección y control (PCyM Electromecánico)						■	■			
	Sistemas de comunicación y monitoreo (L.D. Operativo)							■			
	Cableado de fuerza y control							■	■		
	Obras de interconexión LT							■	■		
Pruebas y puesta en servicio	Pruebas preoperativas							■			
	Verificación de equipos y sistemas (Pruebas de Control)							■			
	Integración y sincronización (Ajustes de Interconexión)								■		
	Puesta en servicio (Energización Final Técnica)									■	
Operación y mantenimiento	Supervisión continua										■
	Inspección y mantenimiento preventivo.										■
Abandono	Cierre al término de la vida útil	*Se tiene contemplado un mes para el desarrollo de esta etapa, el cual quedará sujeto a la fecha de paro total del Proyecto.*									

II.2.1.1 Etapa de gestiones y estudios preliminares

Comprende las actividades necesarias para la planeación y viabilidad técnica del Proyecto, entre las que se incluyen:

- Gestoría general y trámites administrativos.
- Levantamiento topográfico.
- Estudios geológicos e hidrológicos.
- Desarrollo y aprobación de ingenierías.
- Gestión de suministros y adquisición de equipos especializados.

Estas actividades se desarrollan previo al inicio formal de las obras civiles y permiten integrar criterios técnicos, estructurales y operativos conforme a la normatividad aplicable de CFE para instalaciones de transmisión en 115 kV.

II.2.1.2 Etapa de preparación del sitio

Contempla las actividades necesarias para acondicionar el terreno y habilitar las áreas requeridas para el desarrollo del Proyecto, incluyendo:

- Trazo y delimitación del polígono de construcción.
- Desmonte y despalme.
- Terracerías y nivelación del terreno.
- Conformación de plataformas y taludes.
- Habilitación de accesos y caminos interiores provisionales.
- Instalación de áreas temporales de apoyo.
- Implementación inicial de medidas de control ambiental.

La adecuación del terreno considerará criterios de compensación de cortes y rellenos, control de escurrimientos y estabilización superficial, buscando minimizar movimientos excesivos de material y reducir procesos erosivos.

II.2.1.3 Etapa de construcción

Corresponde a la ejecución de las obras civiles, montaje electromecánico e instalación de la infraestructura principal y auxiliar de la subestación. Entre las actividades contempladas destacan:

Obras civiles y auxiliares

- Cimentaciones mayores y menores.
- Construcción de caseta de control y edificaciones auxiliares.

- Instalación del sistema de drenaje pluvial.
- Construcción de caminos interiores y áreas de circulación.
- Instalación de barda perimetral y accesos controlados.
- Colocación de superficies gravadas y pisos terminados.

Obras electromecánicas

- Montaje de estructuras metálicas.
- Instalación de aisladores, herrajes y conductores.
- Montaje de interruptores de potencia y equipo primario.
- Instalación de barras colectoras y cuchillas seccionadoras.
- Instalación de servicios propios y planta diésel de emergencia.
- Sistemas de protección, control, medición y monitoreo.
- Sistemas dedicados de comunicación y control supervisorio.
- Cableado de fuerza y control.
- Obras de interconexión asociadas a la apertura de la LT LRA 73110 CMO en 115 kV.

La infraestructura será instalada conforme a criterios técnicos de seguridad, confiabilidad y continuidad operativa aplicables a instalaciones de transmisión eléctrica.

II.2.1.4 Etapa de pruebas y puesta en servicio

Previo al inicio de operación de la subestación se realizarán actividades de verificación, integración y validación operativa de los equipos y sistemas instalados, entre las que se incluyen:

- Pruebas preoperativas.
- Verificación de equipos electromecánicos.
- Revisión de sistemas de protección y comunicación.
- Integración operativa y sincronización.
- Energización y puesta en servicio de la subestación.

Estas actividades permitirán verificar el correcto funcionamiento de la infraestructura y garantizar condiciones seguras de operación antes de su entrada en servicio definitivo.

II.2.1.5 Etapa de operación y mantenimiento

Una vez concluida la puesta en servicio, la "**Subestación Eléctrica de Maniobras Cruz Azul**" operará de manera continua como infraestructura estratégica asociada al Sistema Eléctrico Nacional, desarrollando actividades periódicas de supervisión, control operativo y mantenimiento especializado de los equipos e instalaciones.

La operación de la subestación se apoyará en sistemas de monitoreo, protección y comunicación remota, permitiendo mantener condiciones adecuadas de seguridad, confiabilidad y continuidad operativa de la infraestructura eléctrica en 115 kV.

Durante esta etapa se realizarán principalmente las siguientes actividades:

- Supervisión operativa.
- Inspección y mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo especializado.
- Verificación de sistemas de protección, control y comunicación.
- Revisión de interruptores, cuchillas y equipos primarios.
- Conservación de caminos interiores y áreas operativas.
- Mantenimiento de sistemas auxiliares.
- Conservación del sistema de drenaje pluvial.
- Manejo integral de residuos.
- Control ambiental y limpieza de áreas operativas.

La infraestructura proyectada será diseñada y construida conforme a los criterios técnicos aplicables para instalaciones de transmisión eléctrica en 115 kV. En términos generales, los equipos primarios y sistemas asociados presentan vidas útiles que pueden superar los 30 años bajo condiciones adecuadas de operación y mantenimiento.

No obstante, el Proyecto contempla la aplicación permanente de programas de mantenimiento preventivo, correctivo y, en su caso, sustitución o modernización de componentes que alcancen el final de su vida útil operativa, permitiendo conservar la funcionalidad y continuidad de la infraestructura en el largo plazo.

En este sentido, la vida útil operativa de la subestación se considera de largo plazo y potencialmente superior a **30 años**, dependiendo de las condiciones de operación del Sistema Eléctrico Nacional, los programas de mantenimiento implementados y las necesidades futuras de transmisión eléctrica.

Debido a la naturaleza del Proyecto, durante la etapa operativa no se prevé consumo elevado de agua, generación significativa de emisiones atmosféricas ni descargas de aguas residuales de proceso, limitándose las actividades principalmente al monitoreo y mantenimiento especializado de los equipos instalados.

II.2.1.6 Etapa de abandono del sitio

Actualmente no se contempla el abandono del Proyecto, debido a que la infraestructura proyectada forma parte del sistema estratégico de transmisión eléctrica y se prevé su operación a largo plazo. No obstante, en caso de que en el futuro se determine el retiro definitivo de las instalaciones, se implementarán las

medidas de desmantelamiento, manejo integral de residuos, retiro de infraestructura y restauración del sitio que resulten aplicables conforme a la normatividad ambiental vigente al momento de su ejecución.

II.2.2 Preparación del sitio

En esta etapa se realizará el acondicionamiento físico del terreno dentro del polígono del Proyecto con una superficie aproximada de **10,000.00 m²,** ejecutando las actividades necesarias para la conformación de plataformas, vialidades internas y áreas destinadas al establecimiento de la infraestructura civil y electromecánica proyectada.

La preparación del sitio comprende el conjunto de actividades orientadas a adecuar las condiciones físicas del terreno para la construcción de la Subestación Eléctrica, considerando criterios de estabilidad estructural, funcionalidad operativa y prevención de impactos ambientales.

Las actividades previstas incluyen principalmente desmonte y despalme, excavaciones, cortes, rellenos, nivelación y compactación del terreno, habilitación de obras provisionales y ejecución de las obras de drenaje requeridas para la adecuada operación de la infraestructura.

Debido a las características del Proyecto y del sitio seleccionado, no se contemplan actividades de dragado, desvío de cauces o modificación directa de cuerpos de agua. La descripción de las obras y actividades consideradas para la construcción del Proyecto se desarrolla conforme a los criterios técnicos aplicables para instalaciones eléctricas de alta tensión y a las especificaciones de diseño establecidas para subestaciones eléctricas de maniobra en 115 kV.

II.2.2.1 Desmonte y despalme

Las actividades de desmonte y despalme se realizarán exclusivamente dentro de las áreas requeridas para el desplante de obras permanentes, vialidades internas, plataformas y zonas operativas del Proyecto, evitando afectaciones fuera de la poligonal autorizada.

a) Técnicas de ejecución

Previo al inicio de las actividades se efectuará el trazo y delimitación física de las áreas de trabajo, con el propósito de controlar las zonas de intervención y prevenir afectaciones a predios colindantes o a vegetación ubicada fuera de la superficie autorizada.

El retiro de la cobertura vegetal y la limpieza superficial del terreno se realizarán mediante procedimientos manuales y mecánicos, empleando maquinaria y equipo convencional de construcción, tales como tractor de orugas, retroexcavadora, motoconformadora y camiones de acarreo.

- ***Técnica mecánica***: En las áreas destinadas a plataformas, vialidades y zonas operativas se empleará maquinaria pesada para las actividades de derribo, seccionamiento, retiro de vegetación y limpieza del terreno, optimizando los tiempos de ejecución y el manejo interno de materiales.

- ***Técnica manual***: En áreas próximas a linderos, zonas de maniobra restringida y sectores cercanos a infraestructura existente, los trabajos se efectuarán mediante cuadrillas equipadas con motosierras, machetes y herramientas menores, permitiendo realizar cortes controlados y minimizar afectaciones fuera de las áreas autorizadas.

La distribución compacta de la infraestructura proyectada permitirá reducir la superficie sujeta a remoción de vegetación y concentrar las áreas de intervención dentro del propio polígono del Proyecto.

b) Tipo y volumen del material de despalme

El despalme consistirá en el retiro de la capa superficial de suelo orgánico presente en las áreas destinadas al desplante de estructuras, terracerías, vialidades internas y obras auxiliares. El espesor del despalme será variable conforme a las condiciones naturales del terreno, la topografía del sitio y la presencia de material orgánico superficial, estimándose un espesor promedio aproximado de 20 cm en las áreas de intervención.

El material producto del despalme estará constituido principalmente por:

- Suelo orgánico superficial (tierra fértil o tierra negra).
- Hojarasca y materia vegetal.
- Vegetación herbácea y arbustiva.
- Raíces delgadas y detritos vegetales.
- Fragmentos superficiales de material calcáreo característico de la región.

El material orgánico retirado no será utilizado como material de desplante, relleno estructural ni para la conformación de plataformas o terraplenes, debido a que no presenta las características geotécnicas requeridas para soportar cargas o procesos de compactación. Por tal motivo, será removido de las áreas destinadas a cimentaciones, excavaciones y superficies sujetas a compactación.

El suelo orgánico y material vegetal susceptible de aprovechamiento será almacenado temporalmente dentro del predio en montículos controlados menores a 1.50 m de altura, procurando evitar su compactación, erosión o pérdida de nutrientes. Posteriormente, podrá reutilizarse exclusivamente como cobertura superficial en actividades de restauración vegetal, estabilización de taludes, control de erosión y acondicionamiento de áreas verdes o libres del Proyecto, sin que constituya relleno estructural ni forme parte de elementos sujetos a carga.

II.2.2.2 Nivelación, excavación y compactación del terreno

Las actividades de excavación, nivelación, conformación de plataformas y compactación tendrán como finalidad generar superficies estables para el desplante de cimentaciones, estructuras metálicas, equipos eléctricos y obras auxiliares de la subestación, garantizando condiciones adecuadas de seguridad y operación durante toda la vida útil del Proyecto.

a) Métodos para garantizar la estabilidad de taludes

La adecuación del terreno considerará las condiciones topográficas naturales del sitio, caracterizadas por pendientes suaves y lomerío bajo. Como resultado de la conformación de plataformas podrán generarse desniveles menores que serán estabilizados mediante taludes mecánicos internos.

Los taludes serán diseñados considerando las características geotécnicas del sitio, constituidas predominantemente por materiales calcáreos y sascab, así como las recomendaciones técnicas aplicables para garantizar su estabilidad a largo plazo. Asimismo, las condiciones del subsuelo no presentan evidencias de comportamiento colapsable, dispersivo o susceptible a licuación que pudieran comprometer la estabilidad de las obras proyectadas.

Para reducir procesos erosivos y preservar la estabilidad superficial del terreno se implementarán las siguientes medidas:

- Conformación y perfilado mecánico de taludes mediante maquinaria de construcción.
- Compactación controlada de materiales en áreas de relleno y plataformas.
- Conservación y aprovechamiento del material orgánico recuperado durante el despalme para protección superficial de taludes y control de erosión.
- Establecimiento natural de cobertura vegetal en superficies expuestas cuando las condiciones operativas lo permitan.

b) Obras de drenaje pluvial

El Proyecto contempla la implementación de obras de drenaje superficial para la conducción y control de escurrimientos pluviales dentro del predio, evitando la acumulación de agua, la erosión del terreno y el arrastre de sedimentos.

Las áreas correspondientes al patio de maniobras serán acondicionadas con material gravado, favoreciendo la infiltración natural del agua de lluvia y reduciendo la impermeabilización del terreno. Asimismo, la permeabilidad natural de los materiales calcáreos predominantes contribuye a la infiltración de los escurrimientos y disminuye la generación de flujos superficiales concentrados.

En la base de los taludes y alrededor de las áreas pavimentadas o con superficies rígidas se habilitarán elementos de conducción pluvial que permitan captar y dirigir los escurrimientos hacia zonas de

infiltración dentro del propio predio, contribuyendo a proteger las instalaciones eléctricas y a mantener condiciones adecuadas de drenaje.

c) Volumen y fuente de suministro del material para la nivelación

La nivelación del terreno se realizará procurando mantener un balance interno entre los materiales producto de cortes y rellenos generados durante la preparación del sitio. El material utilizado para la conformación de plataformas y terraplenes estará constituido preferentemente por materiales calcáreos y pétreos provenientes del propio predio, siempre que cumplan con las especificaciones geotécnicas requeridas para su utilización.

Previamente a las actividades de terracería se efectuará el retiro de la capa superficial de suelo orgánico mediante despalme. Considerando un espesor promedio estimado de **0.20 m** sobre la superficie de intervención del Proyecto (**10,000 m²**), se prevé la generación aproximada de **2,000.00 m³** de material orgánico, el cual será manejado de forma independiente a los materiales de corte y terraplén, pudiendo aprovecharse parcialmente en actividades de estabilización superficial, protección de taludes y control de erosión.

De acuerdo con el **Plano Topográfico Curvas de nivel** y **Terracerías** del Proyecto (**Anexo III**), se estiman los siguientes volúmenes de movimiento de tierras:

TABLA 5 VOLÚMENES ESTIMADOS DE CORTE Y TERRAPLÉN

Concepto	Volumen estimado (m³)	Descripción
Corte	13,637.41	Material generado durante la adecuación topográfica y conformación de plataformas.
Terraplén	11,073.46	Material requerido para rellenos y nivelación de áreas operativas.
Balance (Corte – Terraplén)	2,563.95	Diferencia entre el volumen de material generado y el requerido para rellenos.

Los materiales destinados a rellenos estructurales deberán cumplir con los requisitos de compactación, capacidad de soporte y control de expansión establecidos para el Proyecto, conforme a las recomendaciones geotécnicas aplicables.

Considerando que el volumen estimado de corte es superior al volumen requerido para terraplén, se prevé que una proporción significativa de los materiales generados durante la preparación del sitio pueda ser reutilizada dentro del propio predio para la conformación de plataformas, terracerías y obras complementarias, reduciendo la necesidad de incorporar material externo.

En caso de que los materiales obtenidos no satisfagan las especificaciones técnicas requeridas o se requiera material complementario para alguna obra específica, éste procederá de bancos de préstamo debidamente autorizados conforme a la normatividad ambiental aplicable.

d) Volumen de material sobrante o residual

De acuerdo con las estimaciones de movimiento de tierras del Proyecto (**Ver Tabla 5**), el volumen de material producto de corte excede al requerido para la conformación de terraplenes y plataformas, generándose un excedente teórico de aproximadamente **2,563.95 m³.**

No obstante, se procurará el aprovechamiento interno de los materiales que cumplan con las especificaciones geotécnicas aplicables, mediante su utilización en plataformas, terracerías, caminos interiores y demás obras complementarias. Asimismo, el suelo orgánico recuperado durante el despalme podrá emplearse en actividades de protección superficial de taludes, control de erosión y acondicionamiento de áreas libres.

En virtud de que el aprovechamiento definitivo de los materiales dependerá de su calidad geotécnica y de los requerimientos constructivos durante la ejecución de las obras, el volumen final de material excedente que requiera disposición externa será determinado en la etapa constructiva. Los materiales que no resulten aptos para su reutilización o que no puedan ser aprovechados dentro del Proyecto serán manejados, transportados y dispuestos conforme a la normatividad ambiental vigente, en sitios autorizados para su disposición final.

II.2.2.3 Cortes

a) Altura promedio y máxima de los cortes

Los cortes proyectados corresponden a las actividades de adecuación topográfica requeridas para la conformación de la plataforma de desplante de la subestación eléctrica, así como para la construcción de cimentaciones, vialidades internas y demás obras asociadas al Proyecto.

Los cortes se distribuirán de manera localizada dentro del área de construcción, siguiendo la configuración natural del terreno y procurando mantener un balance entre los volúmenes de corte y terraplén. (**Anexo III. Plano de Curvas de Nivel y Terracerías**).

Las profundidades de corte previstas son relativamente bajas y responden principalmente a la regularización superficial del terreno. La altura máxima y promedio de los cortes estará definida por las diferencias de nivel existentes y los niveles de Proyecto establecidos en la ingeniería de detalle, sin que se prevean excavaciones masivas o modificaciones significativas de la topografía natural fuera del área de construcción.

b) **Técnica constructiva y estabilización**

Los cortes serán ejecutados mediante maquinaria convencional de construcción, principalmente excavadora hidráulica, tractor de orugas y equipo auxiliar de terracerías. Las actividades comprenderán el despalme, excavación, perfilado y conformación gradual de taludes, procurando mantener condiciones adecuadas de estabilidad durante todo el proceso constructivo. Con el fin de prevenir procesos erosivos, pérdida de material y afectaciones por escurrimientos superficiales, se implementarán las siguientes medidas:

- Compactación controlada de superficies y rellenos.
- Conformación y perfilado adecuado de taludes.
- Implementación de obras temporales de drenaje superficial para el desvío y conducción de escurrimientos pluviales.
- Protección temporal de áreas con suelo expuesto durante la etapa constructiva.
- Control de arrastre de sedimentos mediante barreras y prácticas de conservación de suelo.
- Aprovechamiento del suelo orgánico recuperado durante el despalme para estabilización superficial y protección de áreas susceptibles a erosión.

Estas medidas permitirán mantener la estabilidad de las áreas intervenidas y reducir la generación de sedimentos durante la construcción del Proyecto.

c) Volumen estimado de material por remover

Con base en la **Tabla 5,** se estima un volumen aproximado de **13,637.41 m³** de material producto de corte y un volumen de **11,073.46 m³** requerido para la conformación de terraplenes y nivelación de las áreas operativas, dentro de la superficie de construcción de **10,000 m².**

Los volúmenes señalados corresponden a la estimación de movimiento de tierras considerada para la adecuación topográfica del sitio y podrán presentar ajustes menores durante la ejecución de las obras, en función de las condiciones reales encontradas en campo y de los requerimientos constructivos definitivos.

El material pétreo y calcáreo que cumpla con las especificaciones geotécnicas aplicables será reutilizado preferentemente dentro del propio predio para la conformación de plataformas, terraplenes, vialidades internas y demás obras complementarias. Esta estrategia permitirá optimizar el aprovechamiento de los recursos disponibles y minimizar la necesidad de suministro de material externo.

Considerando que el volumen estimado de corte es superior al volumen requerido para terraplén, se prevé un excedente teórico de aproximadamente **2,563.95 m³.** No obstante, el volumen final de material sobrante dependerá del grado de aprovechamiento que pueda lograrse durante la construcción y de la calidad geotécnica de los materiales obtenidos. Los materiales que no resulten aptos para su reutilización serán manejados y dispuestos conforme a la normatividad ambiental vigente en sitios autorizados para tal fin.

II.2.2.4 Rellenos

a) Tipo de material de relleno

El material de relleno estará constituido principalmente por material pétreo, roca caliza fragmentada y material producto de cortes y excavaciones generados durante la preparación y nivelación del terreno, siempre que cumplan con las especificaciones geotécnicas requeridas para la conformación de plataformas, terraplenes, vialidades internas y cimentaciones.

Previo a su utilización, el material será seleccionado para eliminar residuos vegetales, materia orgánica o elementos inadecuados que puedan afectar las condiciones de compactación y estabilidad de las obras.
No se contempla el empleo de materiales que presenten características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas (CRETIB), ni sustancias susceptibles de generar contaminación del suelo, subsuelo o cuerpos de agua.

b) Bancos de suministro

Se estima un volumen de corte de **13,637.41 m³** y un volumen de terraplén de **11,073.46 m³,** por lo que se prevé que una proporción importante del material requerido para rellenos y conformación de plataformas pueda obtenerse de los materiales generados durante las actividades de corte y excavación dentro del propio predio.

No obstante, el aprovechamiento de dichos materiales estará sujeto al cumplimiento de las especificaciones geotécnicas requeridas para cada elemento constructivo. En este sentido, los materiales producto de corte que no satisfagan los criterios de calidad, capacidad de soporte o compactación establecidos para el Proyecto no serán utilizados en rellenos estructurales.

Podrá requerirse material selecto tipo sascab o material de banco con características geotécnicas adecuadas para la conformación de plataformas, capas de subrasante y demás rellenos que demanden condiciones específicas de desempeño. En caso de requerirse material complementario, éste será adquirido exclusivamente de bancos de materiales autorizados y legalmente establecidos, en cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable.

c) Volumen estimado, forma de manejo y traslado del material.

Se estima la utilización de aproximadamente **11,073.46 m³** de material para rellenos y conformación de terraplenes dentro de las áreas destinadas a la construcción de la subestación eléctrica y obras asociadas.

El material será transportado principalmente dentro del propio predio mediante maquinaria de construcción y camiones de volteo, priorizando el aprovechamiento de los materiales obtenidos durante

las actividades de corte y excavación, con la finalidad de reducir movimientos externos de materiales y minimizar impactos ambientales asociados al transporte.

Durante las actividades de carga, traslado, extendido y conformación de rellenos se implementarán medidas de control ambiental consistentes en:

- Riego periódico de superficies y caminos temporales para disminuir la generación de polvo.
- Control de velocidad de la maquinaria y vehículos de obra.
- Cobertura de los camiones cuando sea necesario transportar material fuera de las áreas de trabajo.
- Control de escurrimientos y arrastre de sedimentos durante la temporada de lluvias
- Mantenimiento preventivo de la maquinaria para evitar fugas de combustibles o lubricantes.

Estas medidas permitirán minimizar la emisión de partículas y prevenir afectaciones al suelo y a las áreas circundantes.

d) Técnica constructiva

El relleno se realizará mediante el procedimiento de capas controladas, conforme a las especificaciones geotécnicas del Proyecto:

1. El material será extendido en capas horizontales sucesivas con espesor máximo de 20 a 30 cm utilizando motoniveladora, retroexcavadora o equipo equivalente.
2. Cada capa será acondicionada a su contenido óptimo de humedad mediante aplicación controlada de agua.
3. Posteriormente se efectuará la compactación mecánica mediante vibrocompactador o equipo equivalente.
4. El proceso de extendido, humedecimiento y compactación se repetirá hasta alcanzar los niveles de Proyecto establecidos.
5. La compactación deberá alcanzar como mínimo el 95% de la densidad seca máxima obtenida en la prueba Proctor Modificado o el criterio geotécnico que determine la ingeniería de detalle.

Lo anterior permitirá garantizar la capacidad de carga requerida, reducir asentamientos diferenciales y proporcionar condiciones adecuadas para la estabilidad de las cimentaciones y estructuras proyectadas.

II.2.2.5 Dragados

El Proyecto se localiza en una zona terrestre correspondiente a un sistema de lomeríos bajos de origen cárstico, sin presencia de cuerpos de agua superficiales, zonas inundables o áreas sujetas a influencia marina directa dentro del polígono de intervención.

En virtud de las características topográficas y geohidrológicas del sitio, las obras proyectadas no requieren excavaciones en cuerpos de agua, remoción de sedimentos subacuáticos ni actividades de dragado. Por lo anterior, no se contempla la realización de dragados durante ninguna de las etapas del Proyecto.

II.2.2.6 Desviación de cauces

No se identificaron cauces permanentes, corrientes superficiales intermitentes, arroyos, escurrimientos confinados ni infraestructura hidráulica que requiera modificación, canalización o desvío para la ejecución del Proyecto.

Asimismo, debido a que el drenaje natural de la zona se desarrolla principalmente por infiltración hacia el subsuelo, característica propia de los terrenos calcáreos de la región, las obras proyectadas no interferirán con cauces naturales ni alterarán patrones regionales de escurrimiento. En consecuencia, no se contemplan obras de desviación, rectificación, canalización o entubamiento de cauces durante la construcción y operación del Proyecto.

II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del Proyecto

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto, se habilitarán obras e instalaciones provisionales necesarias para apoyar las actividades constructivas, almacenamiento de materiales, operación de maquinaria y atención del personal.

Todas las obras provisionales se localizarán exclusivamente dentro del polígono autorizado del Proyecto, evitando la ocupación de superficies adicionales o afectaciones fuera del área destinada para la construcción de la subestación. Asimismo, dichas instalaciones tendrán carácter temporal y serán retiradas una vez concluidas las actividades constructivas.

Las principales obras y actividades provisionales contempladas son las siguientes:

a) Almacén temporal de materiales y herramientas

Se habilitará un almacén temporal destinado al resguardo de materiales de construcción, cableado, herrajes, herramientas menores y equipos auxiliares requeridos durante la obra.
El almacén consistirá en una estructura provisional con techumbre metálica o lona de alta resistencia, instalada sobre una superficie previamente acondicionada y compactada dentro del predio, procurando áreas con estabilidad y fácil acceso para maniobras de carga y descarga. Su diseño considerará delimitación física, ordenamiento interno y medidas de limpieza permanentes para evitar dispersión de materiales, generación innecesaria de residuos y afectaciones al suelo o áreas colindantes.

b) Oficinas provisionales y área de servicios al personal

Durante la etapa constructiva se instalarán oficinas temporales para actividades administrativas, supervisión técnica, control de obra, seguridad y resguardo documental.
Las instalaciones podrán consistir en módulos móviles, remolques o contenedores prefabricados, permaneciendo únicamente durante el periodo constructivo. Estas áreas contarán con servicios básicos temporales para el personal autorizado.

De forma complementaria, se habilitará un área sombreada provisional para consumo de alimentos del personal. No se contempla preparación de alimentos ni uso de fuego dentro del predio. La concentración de estas instalaciones en un mismo sector del predio permitirá reducir dispersión de áreas intervenidas y facilitar el control operativo y ambiental de la obra.

c) Instalaciones sanitarias provisionales

Para el servicio del personal de construcción se instalarán sanitarios portátiles temporales dentro del área del Proyecto. El mantenimiento, limpieza y disposición final de residuos sanitarios serán realizados periódicamente por empresas autorizadas, evitando descargas directas al suelo o cuerpos de agua.

d) Áreas temporales de acopio y almacenamiento de residuos

Se habilitarán áreas temporales destinadas al acopio controlado de:

- Material vegetal producto del desmonte y despalme.
- Residuos de construcción.
- Material pétreo y productos de excavación.
- Residuos de manejo especial.
- Residuos peligrosos generados de forma eventual durante la obra.

Las áreas de acopio contarán con delimitación física, control operativo y medidas preventivas para evitar dispersión por viento, arrastre por escurrimientos pluviales o contaminación del suelo. Para residuos susceptibles de contaminación, tales como estopas impregnadas, envases vacíos de lubricantes o materiales contaminados con hidrocarburos, se dispondrá de contenedores identificados y superficies impermeables temporales. Asimismo, el Área Temporal de Almacenamiento de Residuos contará con techado y sistema de contención secundaria para evitar contacto directo con el suelo natural.

e) Caminos interiores y áreas temporales de circulación

Durante la etapa constructiva se utilizarán caminos interiores provisionales y áreas temporales de circulación para el tránsito de maquinaria, vehículos de carga y personal.

El Proyecto aprovechará en la medida de lo posible accesos existentes y superficies previamente intervenidas, reduciendo la apertura de nuevas áreas de afectación.

Adicionalmente, se habilitará un patio provisional de servicio y resguardo de maquinaria dentro de las zonas previamente desmontadas, destinado al estacionamiento temporal de equipo pesado y optimización logística de las actividades constructivas. Para reducir emisiones de polvo y partículas suspendidas, se implementará riego periódico mediante camión cisterna y control de velocidad de circulación dentro del predio.

f) Actividades provisionales asociadas a maquinaria y equipo

No se contempla el almacenamiento masivo de combustibles dentro del predio. El suministro se realizará mediante unidades móviles o proveedores externos autorizados, efectuando cargas directas a los equipos de trabajo. Los cambios mayores de aceite, reparaciones mecánicas especializadas o mantenimiento correctivo de maquinaria pesada no se realizarán dentro del sitio del Proyecto. En caso necesario, los equipos serán trasladados a talleres externos autorizados.

En caso de que se requieran reparaciones menores de emergencia que no impliquen manejo significativo de fluidos contaminantes, los residuos derivados del mantenimiento de maquinaria, tales como aceites usados, filtros, estopas impregnadas o envases vacíos, serán manejados conforme a la normatividad aplicable en materia de residuos peligrosos.

g) Temporalidad de las obras provisionales

Las obras e instalaciones provisionales permanecerán únicamente durante las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto, estimadas conforme al programa general de trabajo. Una vez concluidas las actividades constructivas y previo al inicio formal de operación, dichas instalaciones serán desmontadas y retiradas del predio, efectuándose limpieza general y manejo adecuado de los residuos generados, así como la integración de las áreas intervenidas al diseño definitivo del Proyecto.

h) Medidas para la reducción de impactos ambientales

Con la finalidad de minimizar los impactos ambientales asociados a las obras y actividades provisionales, se implementarán las siguientes medidas:

- Confinamiento de todas las instalaciones provisionales dentro del polígono autorizado del Proyecto.
- Aprovechamiento de áreas previamente intervenidas para evitar afectaciones adicionales sobre la cobertura vegetal circundante.
- Control de emisiones de polvo mediante riego periódico y control de velocidad de maquinaria.
- Manejo integral de residuos conforme a la normatividad ambiental vigente.

- Uso de sanitarios portátiles con mantenimiento especializado por empresas autorizadas.
- Prohibición de almacenamiento masivo de combustibles dentro del predio.
- Implementación de medidas inmediatas de contención y atención en caso de derrames accidentales.
- Uso de charolas de goteo y superficies impermeables temporales en zonas de maquinaria y residuos.
- Retiro total de instalaciones temporales al concluir la etapa constructiva.

Debido al carácter temporal, localizado y controlado de estas obras auxiliares, así como a la aplicación de medidas preventivas y de manejo ambiental, no se prevé la generación de impactos ambientales permanentes o de magnitud significativa asociados a su instalación y funcionamiento.

II.2.4 Etapa de construcción

La etapa de construcción del Proyecto comprende la ejecución de las obras permanentes y auxiliares necesarias para la instalación, interconexión y puesta en operación de una Subestación Eléctrica de Maniobras (SE MAN) en 115 kV, destinada a la apertura e interconexión de la Línea de Transmisión (LT) LRA 73110 CMO.

Las actividades constructivas se desarrollarán exclusivamente sobre tierra firme dentro del polígono autorizado de **10,000 m^2**, por lo que no se contemplan obras en medio acuático, dragados, rellenos hidráulicos, desviación de cauces ni modificaciones a cuerpos de agua superficiales. (**Ver Anexo III. Disposición de Equipos)**

El Proyecto contempla la construcción de:

- Patio de maniobras;
- Cimentaciones para equipos y estructuras;
- Caseta de control;
- Caseta de vigilancia;
- Edificio auxiliar para planta diésel;
- Caminos interiores;
- Sistemas de drenaje pluvial;
- Sistemas hidráulicos y sanitarios;
- Alumbrado interior y exterior;
- Sistemas de tierras;
- Estructuras metálicas y equipos electromecánicos asociados a la subestación.

La construcción se ejecutará de manera secuencial mediante actividades de terracerías y nivelación; excavaciones; conformación de plataformas; habilitado y colado de concreto; construcción de obras

civiles; montaje estructural; instalación electromecánica; tendido de cableado; instalación de sistemas auxiliares; y pruebas preoperativas y puesta en servicio.

La construcción se realizará integrando actividades de obra civil, obra electromecánica, instalación de servicios auxiliares y sistemas de control, protección y comunicación. Durante el desarrollo de las obras se implementarán medidas preventivas y de control ambiental orientadas a minimizar emisiones de polvo, generación de residuos, erosión, escurrimientos y riesgos de contaminación del suelo.

II.2.4.1 Obras civiles y electromecánicas

II.2.4.1.1 Patio de maniobras y disposición electromecánica

La subestación será desarrollada bajo una configuración de doble barra en **115 kV** con bahía de transferencia–amarre, permitiendo efectuar maniobras operativas, aislamiento de fallas y mantenimiento de equipos sin afectar la continuidad del suministro eléctrico. (**Ver Anexo III. Diagrama Unifilar)**

El patio de maniobras integrará la instalación de:

- Interruptores de potencia tripolares en SF6;
- Cuchillas desconectadoras;
- Barras colectoras;
- Transformadores de corriente;
- Transformadores de potencial;
- Apartarrayos;
- Estructuras metálicas;
- Cableado de fuerza y control;
- Sistemas de protección;
- Sistemas de comunicación y monitoreo.

La infraestructura eléctrica principal estará integrada por:

TABLA 6 EQUIPOS DE INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA

Equipo	Cantidad
Interruptores de potencia tripolar en SF6	4 piezas
Cuchillas desconectadoras CPT	3 piezas
Cuchillas desconectadoras SPT	8 piezas
Transformadores de corriente (TC’s)	9 piezas
Transformadores de potencial (TP’s)	10 piezas
Transformadores reductores para servicios auxiliares	3 piezas
Apartarrayos	9 piezas

Las áreas no ocupadas por cimentaciones, vialidades y estructuras permanentes contarán con acabado gravado, permitiendo:

- Disipación dieléctrica
- Infiltración natural del agua pluvial
- Reducción de escurrimientos superficiales
- Disminución de erosión
- Reducción de impermeabilización del terreno.

El montaje electromecánico requerirá maniobras mediante grúas, plataformas y equipo especializado para colocación de estructuras, aisladores, herrajes y equipos de potencia. Durante estas actividades se generarán emisiones temporales de ruido y polvo derivadas del tránsito de maquinaria y maniobras de montaje, por lo que se implementarán medidas de control mediante mantenimiento preventivo de equipos, delimitación de áreas de trabajo y riego periódico de superficies.

II.2.4.1.2 Terracerías y conformación de plataformas

La adecuación del terreno para el desplante de la Subestación Eléctrica de Maniobras se realizará mediante actividades de terracerías, cortes, rellenos, compactación y conformación de plataformas, con la finalidad de generar superficies estables para la instalación de estructuras metálicas, cimentaciones, vialidades internas, canalizaciones eléctricas y equipos electromecánicos asociados al sistema de transmisión en 115 kV.

El predio presenta una topografía característica de lomerío bajo con diferencias altimétricas internas, por lo que será necesario efectuar adecuaciones mediante cortes y terraplenes controlados para alcanzar los niveles de Proyecto requeridos para las distintas áreas operativas de la subestación.

Los volúmenes de movimiento de tierras son los siguientes:

Concepto	Volumen aproximado
Corte	13,637.41 m^3
Terraplén	11,073.46 m^3

Ver Anexo III. Plano de terracerías y Plano topográfico

Las actividades de desmonte y despalme se realizarán únicamente en las áreas destinadas a la construcción de plataformas, cimentaciones, vialidades internas y obras auxiliares. El material orgánico y vegetal removido será separado de los materiales de corte y no se empleará en rellenos estructurales, pudiendo aprovecharse posteriormente para la protección superficial de taludes, control de erosión y estabilización de áreas expuestas.

De acuerdo al estudio de mecánica de suelos, el material superficial con contenido de materia orgánica, raíces o arcillas no aptas será retirado de las áreas destinadas a cimentaciones y terraplenes, garantizando condiciones adecuadas para la conformación de plataformas y la compactación de rellenos. La conformación de plataformas se realizará mediante cortes y rellenos compensados, procurando maximizar el aprovechamiento de los materiales obtenidos dentro del propio predio y minimizar la necesidad de incorporar material externo.

Previamente a la construcción de los terraplenes, las superficies de desplante serán escarificadas, acondicionadas y compactadas conforme a las especificaciones geotécnicas aplicables. Los rellenos se colocarán en capas sucesivas de espesor controlado, no mayores a 30 cm, compactándose hasta alcanzar el grado de compactación establecido en el estudio de mecánica de suelos y en las especificaciones constructivas del Proyecto.

Los materiales aptos producto de cortes y excavaciones podrán reutilizarse en la conformación de plataformas y terraplenes. Cuando dichos materiales no cumplan con los requisitos de calidad geotécnica, capacidad de soporte o compactación requeridos, se empleará material selecto tipo sascab o material procedente de bancos autorizados que satisfaga las especificaciones técnicas correspondientes.
Los taludes de corte y relleno serán conformados de acuerdo con las condiciones geotécnicas del sitio y las especificaciones del Proyecto ejecutivo, incorporando las obras de estabilización y control de erosión que resulten necesarias. Entre dichas medidas podrán incluirse recubrimientos superficiales, cunetas, filtros, drenes, obras de conducción pluvial y demás elementos de protección indicados en el Plano de Protección de Taludes.

En las zonas donde se requiera garantizar la estabilidad de plataformas o el confinamiento de materiales de relleno, se construirán muros de contención de concreto armado con sus respectivos sistemas de drenaje y desfogue hidráulico, de conformidad con el diseño estructural correspondiente.
Las vialidades internas y banquetas serán construidas con pendientes adecuadas para conducir los escurrimientos superficiales hacia cunetas y estructuras de drenaje pluvial, evitando acumulaciones de agua y procesos erosivos dentro de las áreas operativas.

Durante la ejecución de las terracerías se generarán de manera temporal emisiones de polvo, ruido y movimiento de materiales asociadas a la operación de maquinaria pesada, excavaciones, compactaciones y tránsito de vehículos. Para minimizar dichos efectos se aplicarán medidas de control ambiental, incluyendo riego periódico de superficies, mantenimiento preventivo de maquinaria y control de velocidad de los vehículos de obra.

II.2.4.1.3 Cimentaciones y estructuras

Las obras de cimentación y soporte estructural del Proyecto tienen por objeto proporcionar estabilidad y capacidad de carga a las estructuras metálicas, equipos electromecánicos, vialidades internas y edificaciones auxiliares que conforman la Subestación Eléctrica de Maniobras en 115 kV. (**Ver Anexo III. Plano de Cimentaciones y Plano de estructuras mayores).**

Previo a la construcción de las cimentaciones se retirará el material superficial con contenido de materia orgánica, raíces o suelos inadecuados, conformando previamente plataformas estables y compactadas que permitan transmitir adecuadamente las cargas estructurales al terreno natural. Las cimentaciones proyectadas están integradas principalmente por:

- zapatas aisladas tipo Z-1;
- dados de concreto;
- contratrabes;
- columnas;
- castillos;
- placas base;
- pernos de anclaje;
- acero de refuerzo;
- firmes y pisos de concreto armado.

Las excavaciones para cimentación se realizarán mediante maquinaria y equipo convencional hasta alcanzar los niveles de desplante establecidos en los planos constructivos. Una vez preparada la excavación se colocará una plantilla de concreto simple con resistencia f'c = 100 kg/cm² y espesor aproximado de 5 cm, que servirá como base para el armado y colado de los elementos estructurales.

Las cimentaciones estructurales serán construidas con concreto armado con resistencia especificada f'c = 300 kg/cm² y acero de refuerzo con límite de fluencia fy = 4,200 kg/cm². Los contratrabes tipo CT-1 presentan dimensiones aproximadas de 0.50 m de ancho por 0.30 m de peralte, mientras que los demás elementos estructurales presentan dimensiones variables de acuerdo con las cargas de diseño de cada estructura o equipo.

Las actividades constructivas asociadas a las cimentaciones comprenderán la excavación, habilitado y colocación de acero de refuerzo, instalación de cimbra, colocación de anclas y placas base, colado, vibrado y curado del concreto, así como el relleno y compactación perimetral de las excavaciones una vez concluidos los trabajos estructurales.

Las cimentaciones estarán destinadas principalmente al soporte de:

- estructuras metálicas de patio;
- interruptores de potencia;

- cuchillas desconectadoras;
- barras colectoras;
- transformadores de instrumento;
- soportes de cableado;
- estructuras de telecomunicación;
- equipos auxiliares y de control.

Las estructuras mayores estarán conformadas por columnas, trabes y soportes fabricados con perfiles de acero galvanizado, unidos mediante placas de conexión, anclas y tornillería estructural de alta resistencia, conforme a las especificaciones del Proyecto ejecutivo. Su montaje se realizará mediante grúas y equipo especializado, siguiendo procedimientos de seguridad y control de calidad aplicables.

Como parte de las obras civiles complementarias, se construirán firmes, banquetas, rampas y áreas de circulación interior. Los pisos terminados estarán constituidos por concreto armado con resistencia f'c = 200 kg/cm², reforzado con acero en ambas direcciones y apoyado sobre base compactada. Asimismo, se incorporarán juntas de expansión y contracción para controlar movimientos diferenciales y reducir la formación de agrietamientos.

Los pisos terminados consideran principalmente:

- firme de concreto de aproximadamente 10 cm de espesor;
- juntas de expansión;
- juntas de contracción;
- impermeabilización en trabes de liga;
- rampas de acceso y emergencia;
- banquetas perimetrales;
- pasos de firme de concreto sobre contratrabes intermedias.

Las juntas serán selladas con materiales impermeables y se ubicarán conforme a lo establecido en los planos estructurales y arquitectónicos, permitiendo absorber deformaciones por cambios de temperatura, asentamientos diferenciales y retracción del concreto.

Durante la construcción de cimentaciones y estructuras se generarán temporalmente emisiones de polvo, ruido, residuos de construcción y tránsito de maquinaria. Para minimizar dichos efectos se implementarán medidas de control ambiental consistentes en:

- humectación periódica de superficies expuestas;
- manejo y disposición adecuada de residuos de construcción;
- almacenamiento temporal ordenado de materiales e insumos;
- mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo;
- prevención y atención inmediata de derrames accidentales;

- limpieza continua de las áreas de trabajo.

La aplicación de estas medidas permitirá reducir los impactos ambientales temporales asociados a la construcción de las obras civiles y estructurales del Proyecto.

II.2.4.1.4 Caseta de control

Como parte de las obras permanentes del Proyecto se construirá una caseta de control destinada al alojamiento de los sistemas de protección, control, medición, teleprotección, comunicaciones, servicios auxiliares y supervisión remota requeridos para la operación de la Subestación Eléctrica de Maniobras en 115 kV.(**Ver Anexo III. Planos Caseta de control)**

La caseta contará con una superficie aproximada de 144 m² y estará conformada por áreas funcionales destinadas a operación, control y soporte técnico de la subestación, incluyendo:

- cuarto de control;
- sala de tableros;
- área de teleprotección y comunicaciones;
- sala de baterías;
- oficina técnica;
- sanitario;
- área de archivo;
- pasillos de circulación y acceso.

La edificación será construida mediante cimentación y estructura de concreto reforzado, utilizando muros de block macizo de concreto de 15×20×40 cm, fabricados industrialmente conforme a la norma NMX-C-404-ONNCCE-2012.

Los muros no estructurales serán colocados con mortero tipo I y aparejo cuatrapeado, considerando juntas uniformes de 1 cm de espesor y acabado aparente por ambas caras. Las piezas deberán colocarse limpias, secas y libres de sustancias que afecten la adherencia del mortero.

Las características mecánicas de los materiales constructivos serán las siguientes:

- resistencia media del block: f’p = 15 MPa (150 kg/cm²);
- resistencia de diseño a compresión: f’p = 9.8 MPa (100 kg/cm²);
- absorción inicial máxima: ≤ 5 g/min;
- absorción total en 24 horas: ≤ 12 %.

La estructura principal estará integrada por zapatas aisladas; columnas de concreto reforzado; trabes; contratrabes; losa de azotea; y castillos y dalas de cerramiento.

Las cimentaciones serán desplantadas sobre plantilla de concreto simple con resistencia f'c=100 kg/cm² y espesor aproximado de 5 cm, previa preparación y compactación del terreno natural.

Conforme a los materiales de los elementos estructurales, se utilizarán los siguientes materiales:

TABLA 7 MATERIALES Y RESISTENCIAS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA CASETA DE CONTROL.

Elemento estructural	Material / Resistencia
Zapatas	Concreto f'c = 300 kg/cm²
Trabes	
Columnas	
Losa	
Castillos	Concreto f'c = 200 kg/cm²
Dalas	
Elementos secundarios	
Acero de refuerzo	fy = 4,200 kg/cm²

Los recubrimientos mínimos de acero de refuerzo para los elementos estructurales son los siguientes:

TABLA 8 RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS DE ACERO DE LA CASETA DE CONTROL.

Elemento estructural	Recubrimiento
Zapatas	5 cm
Contratrabes	
Dados	
Columnas	3 cm
Trabes	
Losa de azotea	2 cm
Dalas	
Castillos	

La caseta contará con cubierta de losa inclinada impermeabilizada, diseñada para facilitar el desalojo pluvial mediante pendientes aproximadas de 7.5 % y 16.1 %. La cubierta incorporará bajantes y conducción superficial conectada al sistema general de drenaje pluvial del Proyecto.

Las fachadas presentan alturas variables derivadas de la inclinación de cubierta, alcanzando niveles aproximados de nivel inferior de desplante: NPT = +0.00; nivel de piso terminado de caseta: NPTC = +0.30; y alturas de fachada entre +4.30 m y +5.75 m.

La losa de azotea será de concreto reforzado y contará con volados perimetrales y elementos de rigidización estructural. Asimismo, se consideran trabes T-1, T-2 y T-3 con distribución específica de estribos y refuerzo estructural en zonas de conexión columna-trabe y volados de losa.

Las conexiones estructurales contemplan armado de columnas C-1; uniones trabe-columna; traslapes de acero; refuerzo en zonas de momento; y anclajes y placas de conexión.

Los pisos interiores serán de concreto terminado para uso industrial, mientras que las áreas exteriores inmediatas se integrarán a las vialidades y plataformas del patio de maniobras.

La caseta dispondrá de instalaciones y sistemas auxiliares consistentes en: alumbrado interior; contactos eléctricos; canalizaciones eléctricas; ductos para cableado de control y fuerza; instalación hidráulica; instalación sanitaria; sistema de ventilación; aire acondicionado; sistemas de comunicación y teleprotección; e interconexión con servicios auxiliares y sistemas de monitoreo.

El sistema de aire acondicionado estará conformado por unidades condensadoras y evaporadoras instaladas sobre bases estructurales de concreto reforzado tipo B-1, coladas monolíticamente con la losa.

Asimismo, la caseta contará con nicho para extintor empotrado; base estructural para tinaco; registros eléctricos; pasos de ductería; accesos por piso y por charola para canalizaciones.

La base de tinaco será construida mediante muros de block y losa de concreto reforzado, contemplando sistema de anclaje y soporte estructural para almacenamiento de agua de servicios auxiliares.

Las canalizaciones subterráneas permitirán la interconexión de la caseta con equipos del patio de maniobras; sistema general de tierras; alumbrado exterior; servicios auxiliares; sistemas de monitoreo; planta diésel de emergencia; sistemas de protección y control.

Durante la construcción de la caseta se realizarán actividades de excavación; habilitado y armado de acero; colocación de cimbra; colado de concreto; instalación de ductería; impermeabilización; colocación de block; acabados; montaje de instalaciones eléctricas e hidrosanitarias; y instalación de equipos auxiliares.

Durante dichas actividades se generarán emisiones temporales de polvo, ruido y residuos de construcción derivados de excavaciones, manejo de concreto y operación de maquinaria menor.

II.2.4.1.5 Caseta de vigilancia y accesos

Como parte de las obras permanentes asociadas al Proyecto se construirá una caseta de vigilancia y control de acceso ubicada próxima al ingreso principal de la subestación, destinada al control operativo, registro de personal y supervisión del acceso vehicular y peatonal hacia las instalaciones. (**Ver Anexo III. Planos caseta de vigilancia)**

La caseta se edificará sobre una plataforma de concreto reforzado y estará integrada por elementos estructurales de concreto, muros de mampostería ligera y cubierta inclinada impermeabilizada. La infraestructura contará con un diseño compacto y funcional acorde con las necesidades operativas de control y vigilancia del Proyecto.

La planta arquitectónica presenta dimensiones aproximadas de 3.70 m × 4.00 m, equivalente a una superficie cercana a 15 m². El área interior incluirá espacio de vigilancia y control; repisa de apoyo; sanitario; lavabo; área de acceso y circulación; cancelería y ventanería para supervisión visual exterior.

La caseta contará con una altura aproximada de 2.20 m en su parte baja y hasta 2.50 m en la sección superior de la cubierta inclinada. La cubierta presentará pendiente dirigida para conducción de aguas pluviales mediante bajante de PVC sanitario de 4” de diámetro.

El sistema constructivo estará conformado por cimentación corrida y zapatas de concreto reforzado; castillos y dalas de concreto; muros de block; losa de cimentación; cubierta inclinada impermeabilizada; acabados aparentes y pintura.

Las cimentaciones serán construidas con concreto reforzado y acero estructural conforme a las especificaciones técnicas indicadas en planos estructurales. Los elementos de desplante serán apoyados sobre plantilla de concreto simple y material compactado, considerando las condiciones geotécnicas del sitio.

TABLA 9 MATERIALES Y RESISTENCIAS DE LA CASETA DE VIGILANCIA.

Elemento estructural	Material / Resistencia
Losa de cimentación	Concreto f'c = 24.5 MPa (250 kg/cm²)
Castillos	Concreto f'c = 19.6 MPa (200 kg/cm²)
Dalas	
Piso	
Losa	
Banquetas	
Plantilla de concreto	Concreto f'c = 9.81 MPa (100 kg/cm²)
Acero de refuerzo	fy = 412 MPa (4,200 kg/cm²)

Los recubrimientos mínimos de acero serán:

TABLA 10 RECUBRIMIENTOS DE ACERO DE LA CASETA DE VIGILANCIA.

Elemento estructural	Recubrimiento
Losa de cimentación	5 cm
Contratrabes	5 cm
Cabezales	5 cm
Dalas	2.5 cm
Castillos	2.5 cm

La estructura incorporará castillos tipo K-1 y dalas D-1, así como sistema de losa armada con refuerzo longitudinal y transversal conforme al detalle estructural indicado en planos.

La cubierta contará con sistema de impermeabilización multicapa integrado por:

1. capa de mortero cemento–arena;
2. membrana prefabricada impermeable;
3. acabado superior de protección.

Asimismo, la caseta dispondrá de instalaciones eléctricas básicas; iluminación interior; salidas eléctricas; instalación hidrosanitaria; muebles sanitarios; ventilación natural; ventanería de aluminio; y puerta metálica de acceso.

El sanitario contará con inodoro; lavabo; accesorios básicos; y descarga sanitaria conectada al sistema auxiliar del Proyecto.

La construcción de la caseta de vigilancia comprenderá actividades de:

- excavación;
- conformación de plantilla;
- habilitado y armado de acero;
- cimbrado;
- colado de concreto;
- colocación de block;
- impermeabilización;
- instalaciones eléctricas e hidrosanitarias;
- acabados y pintura.

Durante dichas actividades se generarán emisiones temporales de polvo, ruido y residuos de construcción, los cuales serán manejados mediante medidas de control ambiental.

Como parte complementaria de las obras permanentes, se habilitarán caminos interiores y áreas de circulación destinados al tránsito operativo, mantenimiento y maniobras de vehículos y equipos dentro de la subestación.

Las vialidades interiores serán construidas mediante superficies compactadas y acabados de concreto y grava, permitiendo circulación segura de vehículos operativos; grúas; maquinaria de mantenimiento; unidades de supervisión; y equipos especializados.

El diseño de los caminos interiores considerará pendientes suaves y conexión directa entre:

- acceso principal;
- caseta de vigilancia;
- caseta de control;
- edificio de planta diésel;
- patio de maniobras;
- áreas operativas de la subestación.

La conformación de las vialidades aprovechará la topografía natural del sitio y las plataformas previamente niveladas, minimizando movimientos adicionales de tierra y reduciendo procesos erosivos mediante drenaje superficial y control de escurrimientos pluviales.

II.2.4.1.6 Planta diésel de emergencia

Como parte de los servicios auxiliares permanentes del Proyecto se construirá una caseta destinada al alojamiento de la planta diésel de emergencia, cuya función será proporcionar respaldo eléctrico a los sistemas auxiliares de protección, control, teleprotección, comunicaciones, alumbrado y operación básica de la subestación en caso de interrupción del suministro principal. (**Ver Anexo III. Planos de Planta Diesel)**

La infraestructura se localizará dentro del área operativa de la subestación y estará conformada por una edificación compacta de aproximadamente 4.00 m × 5.00 m, equivalente a una superficie cercana a 20 m².

La construcción incluirá: área para planta generadora; área de maniobra y mantenimiento; nicho para extintor; ductos eléctricos; ventilación lateral; fosa para tanque de combustible; instalaciones eléctricas auxiliares; y cimentación y plataforma de concreto reforzado.

La caseta será edificada mediante cimentación de concreto armado, castillos, dalas, cadenas y elementos estructurales de concreto reforzado, utilizando muros de block macizo de concreto de 15 × 20 × 40 cm.

La estructura contará con cubierta inclinada de concreto reforzado, diseñada con pendientes aproximadas de 11.47 % y 13.14 %, permitiendo el desalojo eficiente de aguas pluviales mediante bajantes pluviales de PVC.

Las elevaciones arquitectónicas indican alturas aproximadas de:

- 2.20 m en muros laterales;
- 3.15 a 3.38 m en la parte superior de la cubierta inclinada.

El sistema constructivo considera zapatas corridas tipo Z-1; columnas estructurales tipo C-1; castillos K-1; dalas D-1; trabes T-1 y T-S; losa de azotea armada; cadena perimetral; impermeabilización multicapa.

Las cimentaciones serán desplantadas sobre plantilla de concreto simple y material compactado conforme a las especificaciones estructurales indicadas en planos. El relleno estructural deberá compactarse al 95 % de su Peso Volumétrico Seco Máximo determinado mediante prueba Proctor estándar.

De acuerdo a la infraestructura se utilizarán los siguientes materiales:

TABLA 11 MATERIALES Y ESPECIFICACIONES DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA PLANTA DIESEL.

Categoría	Elemento	Especificación / Resistencia
Concretos estructurales	Losa de cimentación	f'c = 24.5 MPa (250 kg/cm²)
	Columnas	f'c = 19.6 MPa (200 kg/cm²)
	Castillos	
	Cadenas	
	Piso	
	Losa	
	Plantilla	f'c = 9.81 MPa (100 kg/cm²)
Acero de refuerzo	Acero corrugado	fy = 412 MPa (4,200 kg/cm²)
Muros	Block macizo de concreto	15 × 20 × 40 cm

Los recubrimientos mínimos de acero serán:

TABLA 12 RECUBRIMIENTOS DE ACERO DE LA PLANTA DIÉSEL.

Elemento estructural	Recubrimiento mínimo de acero
Losa de cimentación	5 cm
Contratrabes	
Dados	
Columnas	3 cm
Trabes	
Losa	2 cm
Azotea	
Dalas	
Castillos	

Los muros serán construidos con block de concreto macizo fabricado conforme a la norma NMX-C-404-ONNCCE-2012, utilizando mortero tipo I y aparejo cuatrapeado.

La cubierta contará con sistema de impermeabilización compuesto por aislamiento térmico a base de espuma de poliuretano de 5 cm de espesor; capa de mortero cemento–arena relación 1:4 de 2.5 cm de espesor reforzada con malla hexagonal; riego de imprimación; y membrana impermeable prefabricada APP reforzada con malla de poliéster.

Los acabados arquitectónicos incluirán: firme de concreto armado de 10 cm; pisos de concreto pulido; banquetas perimetrales; repellado y pintura vinílica en muros; acabado impermeable en cubierta; herrería y cancelería metálica; puertas metálicas tipo persiana; y fijación de ventanería de aluminio anodizado.

La caseta contará con sistema de ventilación natural mediante rejillas y persianas metálicas, permitiendo disipación térmica adecuada para la operación del equipo generador. Asimismo, se instalará un nicho para extintor integrado al muro exterior de la construcción.

Como parte integral de la obra se construirá una fosa para tanque de combustible, conformada mediante elementos de concreto reforzado y confinamiento estructural. La fosa permitirá alojar de forma segura el tanque de diésel requerido para operación de emergencia.
Debido al manejo de combustible diésel, el diseño incorpora medidas preventivas para minimizar riesgos de contaminación ambiental, entre las que destacan:

- superficies impermeables;
- contención física del tanque;
- control de derrames accidentales;
- manejo controlado de lubricantes y combustibles;
- almacenamiento seguro de insumos;
- ventilación de áreas confinadas;
- instalación de equipo contra incendio.

Durante la construcción de esta infraestructura se desarrollarán actividades de excavación; habilitado de acero; colocación de cimbra; colado de concreto; construcción de muros; instalación de ductería; impermeabilización; instalación eléctrica; colocación de acabados;
Y montaje del equipo generador. Las actividades constructivas generarán de manera temporal emisiones de polvo, ruido y residuos de construcción.

II.2.4.1.7 Instalaciones hidráulicas y sanitarias

La infraestructura hidráulica y sanitaria estará asociada principalmente a la caseta de control, caseta de vigilancia y áreas auxiliares del Proyecto. Su función será garantizar el suministro de agua para servicios sanitarios, limpieza básica, atención de emergencias menores y operación ordinaria del personal de mantenimiento, así como conducir adecuadamente las aguas residuales de origen sanitario generadas en las instalaciones permanentes. (**Ver Anexo III. Planos Hidráulicos y planos Hidrosanitarios)**

a) Sistema hidráulico

El sistema hidráulico contemplará:

- cisterna con capacidad aproximada de **6,000 litros;**
- tinaco elevado con capacidad aproximada de **1,100 litros;**
- sistema de bombeo;
- red hidráulica interna;
- suministro a servicios sanitarios y áreas auxiliares.

La cisterna será destinada al almacenamiento de agua potable para abastecimiento de la caseta de control y áreas auxiliares. Será construida mediante concreto reforzado y desplantada sobre plantilla de concreto simple, contando con acceso hombre, nicho para bomba, escalones interiores, junta de colado perimetral y tapa de concreto reforzado.

Las dimensiones aproximadas para la cisterna corresponden a 2.30 m de longitud, 1.80 m de ancho y una profundidad útil cercana a 2.25 m, con capacidad aproximada de 6,000 litros.

El sistema de bombeo estará conformado por una bomba centrífuga anclada sobre base de concreto mediante pernos tipo Kwik Bolt marca Hilti o equivalente, con bombas de 0.50 HP, 115 V–60 Hz y de 0.25 HP, 115 V–60 Hz en distintas láminas

.

El almacenamiento elevado se realizará mediante un tinaco con capacidad aproximada de 1,100 litros, con protección contra rayos UV, instalado sobre una base estructural de block y concreto reforzado. La base del tinaco tendrá dimensiones aproximadas de 1.35 m × 1.35 m y contará con sistema de anclaje.

La red hidráulica interna será construida mediante tubería de cobre tipo “M” e incluirá válvulas, conexiones, accesorios hidráulicos, jarros de aire, válvula check con pichancha, válvulas de compuerta y válvulas de globo. Las líneas hidráulicas consideran diámetros aproximados de Ø13 mm, Ø19 mm y Ø32 mm.

El sistema abastecerá principalmente lavabo; W.C.; mingitorio; tarja; regadera; regadera lavaojos; y servicios sanitarios de las áreas auxiliares. La regadera lavaojos se instalará como elemento de seguridad para atención de emergencias menores durante actividades operativas y de mantenimiento.

b) Sistema sanitario

La instalación sanitaria incluirá: red de descarga sanitaria; registros de aguas negras; registro colector; bajantes pluviales; fosa séptica; pozo de absorción; tubería sanitaria; y ventilación sanitaria.
Las aguas residuales generadas serán exclusivamente de origen sanitario, sin contemplarse descargas industriales, aguas de proceso ni vertimientos derivados de actividades productivas.

La red sanitaria conducirá las descargas de los muebles sanitarios mediante tubería de PVC sanitario, con pendientes de conducción aproximadas de 1.5 % a 2 %, hasta el sistema de tratamiento y disposición integrado por fosa séptica y pozo de absorción.

La fosa séptica será construida mediante concreto reforzado y contará con cámara de sedimentación, tubería de entrada y salida, ventilación sanitaria, tapa de concreto y plantilla de concreto simple. El pozo de absorción estará conformado por muro de tabique ahuecado, relleno de piedra bola y plantilla de concreto, permitiendo la infiltración gradual del efluente tratado hacia el terreno natural.

Los registros sanitarios incluirán registro de aguas negras y registro colector, construidos con elementos de concreto y tabique, tapas de concreto y contramarcos metálicos, conforme a los detalles indicados en planos.

c) Sistema pluvial asociado

Las edificaciones contarán con bajantes pluviales de PVC conectadas a las cubiertas, con la finalidad de conducir el agua de lluvia hacia las áreas de drenaje superficial e infiltración del Proyecto. Estas bajantes evitarán escurrimientos directos sobre muros, cimentaciones y plataformas operativas.

Conforme a la infraestructura hidráulicos, hidrosanitarios y sanitarios, se emplearán los siguientes materiales y resistencias:

TABLA 13 MATERIALES Y ESPECIFICACIONES DE LAS OBRAS HIDRÁULICAS, HIDROSANITARIAS Y SANITARIAS.

Elemento	Material / Especificación	Resistencia
Cisterna	Concreto con impermeabilizante integral	f'c = 19.4 MPa (200 kg/cm²)
Registros	Concreto	
Plantilla de concreto	Concreto simple	f'c = 9.81 MPa (100 kg/cm²)
Acero de refuerzo	Acero corrugado	fy = 412 MPa (4,200 kg/cm²)
Tubería hidráulica	Cobre tipo "M"	Conforme a especificación de diseño
Tubería sanitaria	PVC sanitario	
Tubería de ventilación	PVC	
Líneas específicas	CPVC	

Los recubrimientos mínimos libres de concreto serán de 5 cm en fondo de cisterna; 3 cm en losa tapa, trabes, contratrabes y muros; 3 cm en registros y elementos menores. Las excavaciones se rellenarán con material seleccionado, compactado al 95 % del Peso Volumétrico Seco Máximo, conforme a prueba Proctor estándar.

La construcción de las instalaciones hidráulicas y sanitarias comprenderá:

- excavaciones menores;
- colocación de plantilla de concreto;
- habilitado y armado de acero;
- colado de cisterna, registros y estructuras sanitarias;
- instalación de tuberías hidráulicas y sanitarias;
- colocación de accesorios, válvulas y conexiones;
- instalación de bomba y tinaco;
- construcción de fosa séptica y pozo de absorción;
- relleno y compactación de zanjas;
- pruebas hidráulicas y sanitarias;
- limpieza final del área intervenida.

Durante la construcción se generarán emisiones temporales de polvo, residuos de excavación, ruido por operación de maquinaria menor y residuos de construcción. Para reducir dichos impactos se aplicarán medidas de control consistentes en riego periódico, almacenamiento ordenado de materiales, manejo

adecuado de residuos, delimitación de áreas de trabajo y supervisión de posibles fugas o derrames durante pruebas hidráulicas.

II.2.4.1.8 Barda perimetral

Se contempla la construcción de una barda perimetral para delimitación física, control de accesos y seguridad operativa de la subestación, con el objetivo de restringir el acceso no autorizado y reducir riesgos asociados a la operación de infraestructura eléctrica en 115 kV. (**Ver Anexo III. Planos de Barda perimetral)**

La barda perimetral se desarrollará alrededor del polígono operativo de la subestación y estará integrada por cimentaciones de concreto reforzado; pilas de cimentación; castillos estructurales; contratrabes de liga; dala de cerramiento; muros de block de concreto; elementos metálicos; portón de acceso principal; sistema de concertina y alambre de púas;
Y señalización preventiva y restrictiva.

La delimitación perimetral se integrará al arreglo operativo interno de vialidades y accesos de la subestación.

La barda será construida mediante módulos estructurales repetitivos compuestos por castillos, pilas de cimentación y paños de block de concreto. Los cuales contemplan distintas configuraciones constructivas para adaptarse a las condiciones topográficas del terreno:

- módulo en terreno sensiblemente plano;
- módulo en terreno con pendiente descendente o ascendente;
- módulo en terreno quebrado descendente o ascendente.

La altura aproximada del muro de block será de 2.00 m, complementándose con sistema superior de protección mediante alambre de púas y concertina. Los módulos de barda presentan separaciones aproximadas de **3.00 m** entre ejes estructurales y se integrarán mediante castillos y dalas de cerramiento de concreto reforzado.

La cimentación estará conformada por: pilas de cimentación de concreto reforzado; dados de cimentación; contratrabes de liga; y plantilla de concreto simple.

Las pilas de cimentación serán desplantadas sobre terreno firme libre de basura o materiales sueltos, utilizando plantilla de concreto simple con resistencia mínima de f'c = 100 kg/cm² y espesor aproximado de 5 cm.

Los elementos estructurales utilizarán concreto reforzado con las siguientes resistencias:

TABLA 14 MATERIALES Y RESISTENCIAS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL PROYECTO.

Elemento estructural	Material	Resistencia
Cimentaciones	Concreto reforzado	f'c = 29.5 MPa (300 kg/cm²)
Contratrabes		
Trabes		
Columnas		
Castillos		f'c = 24.5 MPa (250 kg/cm²)
Dalas		
Muros		
Acero de refuerzo	Acero corrugado	fy = 4,200 kg/cm²

Los recubrimientos libres mínimos especificados serán:

- cimentaciones y trabes: 7.5 cm;
- contratrabes y dados: 5.0 cm;
- dalas y castillos: 2.0 cm.

Las excavaciones se rellenarán con material seleccionado proveniente de banco de préstamo o material producto de excavación apto para compactación, colocado en capas máximas de 20 cm y compactado al 95 % del P.V.S.M. conforme a prueba Proctor estándar.

Los paños de muro serán construidos con block hueco de concreto, fabricado industrialmente conforme a la norma NMX-C-404-ONNCCE-2012. Las especificaciones mecánicas son:

TABLA 15 ESPECIFICACIONES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BLOCK EMPLEADO EN LOS MUROS DEL PROYECTO.

Característica	Especificación
Dimensiones nominales	15 × 20 × 40 cm
Resistencia media a compresión (fp)	15 MPa (150 kg/cm²)
Resistencia de diseño (f'p)	9.8 MPa (100 kg/cm²)
Absorción inicial máxima	≤ 5 g/min
Absorción total a 24 horas	≤ 12 %

El mortero para pegado de piezas será tipo I, con resistencia mínima de **125 kg/cm²**. Las juntas tendrán espesor constante de **1 cm** y el aparejo será cuatrapeado.

Los muros contarán con castillos de confinamiento; dala de desplante; dala de cerramiento; refuerzo horizontal y vertical; juntas constructivas; y remates estructurales en cambios de dirección y vértices del predio. Asimismo, los bordes verticales deberán permanecer dentados para garantizar continuidad estructural entre módulos consecutivos.

a) Portón de acceso principal

El acceso principal contará con un portón metálico corredizo de alta seguridad integrado a la barda perimetral. (**Ver Anexo III. Plano de Barda perimetral portón de acceso)**

El portón estará conformado por: bastidor estructural metálico; perfiles tubulares; lámina y rejilla metálica; sistema corredizo; postes estructurales; cerradura y herrajes; y sistema de concertina superior. El acceso permitirá el ingreso controlado de vehículos operativos; maquinaria; grúas; plataformas de mantenimiento; y unidades de emergencia. Sobre el portón se instalará sistema de protección mediante concertina y alambre de púas galvanizado.

b) Sistema de seguridad perimetral

La barda incorporará elementos de seguridad física consistentes en concertina galvanizada; alambre de púas; postes metálicos; remates de seguridad; señalización preventiva y restrictiva. Se incluirán detalles para colocación de concertina sobre castillos; concertina sobre portón; alambre de púas galvanizado; y brazos inclinados de seguridad.

La señalización preventiva incluirá:

- letreros de “Instalación de Alta Seguridad”;
- letreros de “Cerca Electrificada”;
- señalización de acceso restringido;
- letreros de revisión vehicular;
- placa de identificación de la subestación.

c) Drenaje pluvial asociado

La barda perimetral incorporará huecos de descarga y desfogue pluvial para permitir el paso controlado de escurrimientos superficiales y evitar acumulaciones hidráulicas internas.

Los detalles constructivos contemplan huecos para drenaje pluvial; pasos de escurrimiento; descargas controladas; y protección de bases estructurales contra erosión.

Estas obras permitirán mantener continuidad hidráulica natural y reducir afectaciones por encharcamiento durante eventos de precipitación intensa.

Las actividades constructivas asociadas comprenderán:

- trazo y nivelación;
- excavación para pilas y cimentaciones;
- colocación de plantilla;
- habilitado y armado de acero;

- colocación de cimbra;
- colado de concreto;
- construcción de castillos y dalas;
- levantamiento de muros de block;
- instalación de elementos metálicos;
- colocación de portón;
- instalación de concertina y señalización;
- relleno y compactación;
- acabados finales.

El acabado del concreto será aparente y los elementos metálicos recibirán protección anticorrosiva y pintura conforme a especificaciones de obra.

Durante la construcción de la barda perimetral se generarán impactos temporales asociados a emisiones de polvo; ruido por maquinaria; excavaciones localizadas; generación de residuos de construcción; y tránsito interno de vehículos y equipo.

II.2.4.1.9 Alumbrado y sistemas auxiliares

La subestación contará con sistemas de alumbrado interior y exterior destinados a garantizar condiciones adecuadas de operación, seguridad, vigilancia y mantenimiento durante las actividades operativas y de supervisión de la infraestructura eléctrica. Asimismo, se instalarán sistemas dedicados de comunicación, teleprotección y monitoreo remoto para supervisión operativa e integración al Sistema Eléctrico Nacional. (**Ver Anexo III. Planos de alumbrado exterior y planos de aire acondicionado).**

a) Alumbrado exterior

El alumbrado exterior será distribuido estratégicamente en:

- patio de maniobras;
- accesos principales;
- vialidades internas;
- áreas operativas;
- plataformas de mantenimiento;
- zona de caseta de control;
- acceso principal y portón de vigilancia.

El sistema utilizará luminarios tipo *flood light LED* montados sobre estructuras mayores y postes metálicos distribuidos dentro del patio de maniobras. La altura de montaje de los luminarios sobre estructuras mayores será de aproximadamente 15 m sobre nivel de piso terminado.

Los luminarios estarán orientados para proporcionar cobertura uniforme sobre: bahías eléctricas; equipos primarios; barras y cuchillas; vialidades; zonas de circulación; y áreas de inspección y mantenimiento.

El sistema de alumbrado exterior incluirá luminarios LED de uso exterior; postes y estructuras metálicas; bases de concreto; ductería subterránea; registros eléctricos; circuitos de alimentación; y sistema de control y encendido.

Las trayectorias de las tuberías eléctricas serán definidas evitando interferencias con drenajes y cimentaciones existentes o proyectadas.

La ductería eléctrica enterrada será construida mediante: tubería PVC; tubería ahogada en concreto; tubería conduit galvanizada; y cruces de vialidades y estructuras.

Las canalizaciones eléctricas subterráneas serán instaladas con una profundidad aproximada de 30 cm respecto al nivel de piso terminado. En caso de requerirse empalmes eléctricos, se utilizarán cajas tipo PLEX conforme a las especificaciones del Proyecto.

Durante la construcción del sistema de alumbrado exterior se realizarán actividades de:

- excavación de zanjas;
- colocación de ductería;
- instalación de registros;
- colado de bases;
- montaje de postes y luminarios;
- tendido de conductores;
- pruebas eléctricas y energización.

c) Alumbrado interior

La caseta de control contará con sistema integral de alumbrado interior para garantizar condiciones adecuadas de operación continua, supervisión técnica y mantenimiento especializado de los equipos eléctricos y electrónicos.

El alumbrado interior atenderá principalmente: sala de tableros; área de teleprotección y comunicaciones; sala de baterías; oficina técnica; áreas auxiliares; pasillos de circulación; y servicios sanitarios.

Las luminarias serán distribuidas uniformemente sobre plafón y estructura de cubierta, proporcionando iluminación operativa para actividades permanentes de supervisión y mantenimiento.

El sistema interior incluirá:

- luminarias LED;
- apagadores;
- contactos eléctricos;
- tableros de alumbrado;
- alumbrado de emergencia;
- canalizaciones ocultas;
- circuitos independientes;

- sistema de puesta a tierra.

Las instalaciones eléctricas interiores serán canalizadas mediante tubería conduit galvanizada y PVC integrada en muros, losas y plafones.

d) Sistema de aire acondicionado y ventilación

Se instalarán unidades tipo minisplit distribuidas principalmente en: sala de tableros; cuarto de telecomunicaciones; oficinas; áreas técnicas; y sala de baterías.

Los equipos incluirán: unidades evaporadoras; condensadoras; drenajes de condensados; canalizaciones eléctricas; soportes metálicos; y alimentación eléctrica independiente.

Las unidades condensadoras serán instaladas sobre azotea y áreas exteriores conforme a la distribución arquitectónica y mecánicos. La cubierta contará con pendientes para conducción y desalojo de aguas pluviales.

e) Sistemas de comunicación y monitoreo remoto

Como parte de la infraestructura operativa de la subestación se instalarán sistemas dedicados de comunicación, teleprotección y monitoreo remoto para integración y supervisión del sistema eléctrico.

La infraestructura incluirá sistemas SCADA; teleprotección; cableado de control; redes de comunicación; ductos eléctricos; gabinetes de telecomunicaciones; sistemas de monitoreo remoto; y canalizaciones subterráneas.

Las canalizaciones permitirán la interconexión entre: caseta de control; patio de maniobras; equipos primarios; servicios auxiliares; alumbrado exterior; planta diésel de emergencia; y sistema de tierras.

La operación remota permitirá disminuir recorridos frecuentes de supervisión y optimizar el monitoreo permanente de la infraestructura eléctrica.

Las actividades constructivas asociadas a los sistemas eléctricos, alumbrado y comunicación generarán impactos temporales relacionados principalmente con:

- excavaciones menores;
- generación de polvo;
- ruido por herramientas y maquinaria;
- residuos de cableado y materiales eléctricos;
- tránsito interno de personal y vehículos.

II.2.4.2 Obras de transformación de energía eléctrica

II.2.4.2.1 Numero de transformadores

La subestación opera principalmente como infraestructura de maniobra e interconexión en 115 kV. Se considera la instalación de transformadores de instrumento y transformadores asociados a servicios auxiliares y sistemas de protección y medición.

TABLA 16 NÚMERO DE TRANSFORMADORES DENTRO DEL PROYECTO

Equipo	Cantidad
Transformadores de corriente (TC's)	9 piezas
Transformadores de potencial (TP's)	10 piezas
Transformadores reductores para servicios auxiliares	3 piezas

II.2.4.2.2 Número de fases y capacidad

La infraestructura eléctrica proyectada operará en sistema trifásico en 115 kV, conforme a los criterios técnicos aplicables a instalaciones de transmisión eléctrica de CFE.

La configuración eléctrica considera una disposición de doble barra con bahía de transferencia–amarre, permitiendo: flexibilidad operativa; continuidad del servicio; mantenimiento programado; aislamiento de fallas; y operación segura de maniobras eléctricas.

La infraestructura estará integrada por interruptores de potencia tipo tanque vivo; cuchillas seccionadoras; barras colectoras; transformadores de instrumento; estructuras metálicas; y sistemas de protección y control.

Los interruptores de potencia utilizarán tecnología de aislamiento en gas SF6, reduciendo riesgos asociados al uso de grandes volúmenes de aceite dieléctrico y disminuyendo potenciales afectaciones al suelo derivadas de fugas o derrames accidentales.

II.2.4.2.3 Número de alimentadores

La configuración eléctrica contempla alimentadores asociados a la apertura e interconexión de la Línea de Transmisión LRA 73110 CMO en 115 kV.

El esquema operativo incluirá:

- bahías de línea;
- barras colectoras;
- cuchillas de operación;
- interruptores de maniobra;

- conexiones hacia sistemas auxiliares;
- sistemas de protección y monitoreo.

La disposición de los alimentadores permitirá realizar transferencia de carga; maniobras operativas; mantenimiento de equipos; aislamiento de secciones energizadas; y continuidad operativa del sistema eléctrico.

La distribución y arreglo definitivo de alimentadores se encuentra indicado en el Diagrama Unifilar y Plano General de Disposición de Equipos. (**Ver Anexo III. Diagrama unifilar)**

II.2.4.3 Obras de transmisión de energía eléctrica

II.2.4.3.1 Capacidad de transmisión de las líneas (voltaje) y número de circuito

La infraestructura de transmisión asociada al Proyecto operará en un nivel de tensión de **115 kV**, correspondiente a la Línea de Transmisión LRA 73110 CMO. La interconexión será realizada mediante un esquema de apertura de línea hacia la Subestación Eléctrica de Maniobras Cruz Azul, permitiendo integrar operativamente el sistema de barras y bahías proyectadas. (**Ver Anexo III. Diagrama unifilar)**

La configuración eléctrica permitirá maniobras operativas; continuidad del servicio; aislamiento de fallas; mantenimiento programado; y transferencia operativa entre barras.

II.2.4.3.2 Longitud de la línea y ancho del derecho de vía

El Proyecto no contempla la construcción de una nueva línea de transmisión de gran longitud, sino la apertura e interconexión de la línea existente LT LRA 73110 CMO en 115 kV hacia la subestación proyectada.

La Subestación de Maniobras se localizará contigua al punto de apertura de la línea existente, conforme a los criterios técnicos y de separación establecidos para instalaciones eléctricas de transmisión en 115 kV.

Las actividades de interconexión se desarrollarán principalmente dentro del área del Proyecto y en el entorno inmediato del derecho de vía existente, evitando la apertura de nuevos corredores regionales de transmisión.
El ancho definitivo del derecho de vía corresponde a la infraestructura eléctrica existente y no contempla ampliaciones significativas derivadas del Proyecto.

II.2.4.3.3 Tipo de cable conductor, cable de guarda y aisladores

La interconexión eléctrica considerará la instalación de:

- conductores eléctricos;

- cableado de conexión;
- aisladores;
- herrajes;
- accesorios electromecánicos;
- conexiones hacia bahías y barras.

Los conductores y accesorios serán seleccionados conforme a las especificaciones técnicas aplicables para infraestructura de transmisión en 115 kV y criterios constructivos de CFE Transmisión.
Asimismo, se instalarán cadenas de aisladores y herrajes metálicos asociados a estructuras metálicas; cuchillas; barras colectoras; conexiones de línea; y equipos primarios.
Los aisladores estarán destinados a garantizar aislamiento eléctrico, separación dieléctrica y estabilidad mecánica durante la operación de la infraestructura.

II.2.4.3.4 Número aproximado de estructuras de soporte y tipos

Las obras de transmisión asociadas al Proyecto contemplan estructuras metálicas de soporte requeridas para la interconexión de la línea existente con las bahías y barras de la subestación.
Las estructuras corresponderán principalmente a pórticos metálicos; soportes para equipos eléctricos; estructuras para barras y conexiones; y estructuras de remate y conexión.

Las cimentaciones de dichas estructuras serán construidas mediante concreto armado conforme a las especificaciones estructurales del Proyecto. (**Ver Anexo III. Plano de estructuras mayores y plano de cimentaciones)**

II.2.4.3.5 Patios para tendido de cable

Durante las actividades de montaje electromecánico podrán habilitarse áreas temporales dentro del propio predio para almacenamiento, maniobra y tendido controlado de conductores y accesorios eléctricos.

Estas áreas serán localizadas exclusivamente dentro de la superficie autorizada del Proyecto y serán utilizadas temporalmente durante almacenamiento de cable; maniobras de tendido; preparación de herrajes; y organización de conexiones electromecánicas.

Las áreas temporales contarán con delimitación física; control operativo; almacenamiento ordenado; y manejo adecuado de residuos.
Una vez concluidas las actividades de instalación y pruebas eléctricas, dichas áreas serán desocupadas y reincorporadas a las condiciones operativas finales del Proyecto.

II.2.4.4 Manejo ambiental durante la construcción

Las principales actividades susceptibles de generar impactos ambientales durante la etapa constructiva corresponden a:

- generación temporal de polvo y emisiones por maquinaria;
- emisión de ruido;
- remoción de vegetación secundaria;
- generación de residuos de construcción;
- riesgo de derrames accidentales de combustibles y lubricantes;
- modificación temporal de las condiciones superficiales del terreno.

Para minimizar dichos impactos se implementarán medidas tales como:

- riego periódico de superficies;
- delimitación de áreas de trabajo;
- control y manejo integral de residuos;
- almacenamiento temporal controlado;
- uso controlado de maquinaria;
- mantenimiento preventivo de equipos;
- control de derrames;
- estabilización de taludes;
- manejo adecuado de escurrimientos pluviales;
- reutilización interna de materiales producto de cortes y excavaciones;
- retiro oportuno de residuos y materiales sobrantes;
- restauración y limpieza de áreas intervenidas al concluir las obras.

Debido a la naturaleza compacta del Proyecto y a la aplicación de medidas de control ambiental, no se prevén impactos ambientales permanentes de magnitud significativa durante la etapa constructiva.

II.2.4.4.1 Manejo de la vegetación dentro del derecho de vía

Las actividades de manejo de vegetación estarán limitadas exclusivamente a las áreas requeridas para la interconexión operativa y maniobras asociadas a la apertura de la línea de transmisión existente.

El retiro de vegetación se realizará mediante procedimientos manuales y mecánicos controlados, evitando afectaciones fuera de las áreas autorizadas. La intervención considerará principalmente: vegetación secundaria; herbáceas; arbustos;
material vegetal superficial.

No se contempla la apertura de nuevos corredores extensivos de transmisión ni ampliaciones regionales del derecho de vía existente. Las actividades incluirán:

- corte selectivo;

- retiro de material vegetal;
- manejo controlado de residuos vegetales;
- protección de áreas no autorizadas;
- control de erosión superficial.

II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento

Una vez concluidas las etapas de preparación del sitio, construcción, montaje electromecánico, pruebas preoperativas y puesta en servicio, la "Subestación Eléctrica de Maniobras Cruz Azul" iniciará operaciones como infraestructura estratégica de transmisión eléctrica en 115 kV, destinada a la apertura e interconexión de la Línea de Transmisión LRA 73110 CMO, permitiendo incrementar la confiabilidad, flexibilidad operativa y continuidad del Sistema Eléctrico Nacional en la región. La operación de la subestación será predominantemente automatizada y supervisada mediante sistemas remotos de control, protección, comunicación y teleprotección enlazados a los centros de operación de CFE Transmisión.

Debido a la naturaleza del Proyecto, no se desarrollarán procesos industriales, actividades de transformación química, generación continua de emisiones atmosféricas, descargas industriales ni consumo elevado de recursos naturales.

Las actividades operativas estarán enfocadas principalmente en:

- operación y maniobra de circuitos eléctricos;
- supervisión remota de parámetros eléctricos;
- monitoreo permanente de equipos;
- mantenimiento preventivo y correctivo;
- inspección de infraestructura electromecánica;
- conservación de instalaciones;
- seguridad operativa y control de accesos;
- verificación de sistemas de protección y comunicación;
- conservación de caminos interiores y áreas operativas.

Durante la operación no se prevé la presencia permanente de gran cantidad de personal, debido a que la infraestructura funcionará principalmente mediante automatización y monitoreo remoto, requiriéndose únicamente visitas programadas de personal técnico especializado para actividades de inspección, mantenimiento y pruebas operativas.

II.2.5.1 Descripción general del tipo de servicios

La subestación brindará servicios asociados a la maniobra, control, protección e interconexión de infraestructura de transmisión eléctrica en 115 kV, formando parte de las instalaciones operativas del Sistema Eléctrico Nacional.

Su función principal consistirá en efectuar la apertura e interconexión de la Línea de Transmisión LRA 73110 CMO en 115 kV mediante una configuración de doble barra con bahía de transferencia–amarre, permitiendo desarrollar maniobras operativas sin afectar la continuidad del servicio eléctrico.

Entre las principales funciones operativas de la subestación se encuentran:

- recepción y conducción de energía eléctrica;
- maniobras de apertura y cierre de circuitos;
- transferencia de carga entre barras;
- aislamiento de fallas eléctricas;
- seccionamiento de líneas;
- supervisión operativa remota;
- protección automática de circuitos;
- monitoreo de parámetros eléctricos;
- integración de señales de teleprotección y comunicación;
- respaldo operativo mediante servicios auxiliares.

La infraestructura operará mediante equipos electromecánicos y sistemas electrónicos instalados principalmente en patio de maniobras; bahías de línea; barras colectoras; interruptores de potencia; cuchillas seccionadoras; caseta de control; sala de tableros; sistemas de telecomunicación; sistemas auxiliares; y planta diésel de emergencia.

Las actividades rutinarias de operación comprenderán:

- supervisión continua de variables eléctricas;
- verificación del estado operativo de interruptores y cuchillas;
- monitoreo de alarmas;
- revisión de sistemas de protección;
- pruebas funcionales programadas;
- inspección visual de estructuras y equipos;
- revisión de sistemas de comunicación;
- control de accesos y seguridad.

Debido a que la subestación corresponde a infraestructura de maniobra, durante su operación no se prevén procesos productivos que impliquen consumo intensivo de materias primas, generación permanente de emisiones contaminantes o producción significativa de residuos peligrosos.

II.2.5.2 Tecnologías relacionadas con emisión y control de residuos líquidos, sólidos o gaseosos

La infraestructura eléctrica será operada mediante tecnología especializada para sistemas de transmisión eléctrica en 115 kV, incorporando equipos y sistemas diseñados para garantizar seguridad operativa, continuidad del servicio y reducción de riesgos ambientales.

Entre las principales tecnologías y sistemas considerados se encuentran:

- interruptores de potencia con aislamiento en gas SF6;
- cuchillas seccionadoras;
- sistemas digitales de protección y control;
- sistemas SCADA y monitoreo remoto;
- sistemas de teleprotección;
- servicios auxiliares eléctricos;
- planta diésel de emergencia;
- alumbrado interior y exterior tipo LED;
- sistema integral de tierras;
- drenaje pluvial superficial;
- ductería y canalizaciones subterráneas;
- sistema hidrosanitario para servicios sanitarios;
- superficies gravadas en patio de maniobras.

Los interruptores de potencia aislados en gas SF6 permiten reducir riesgos asociados al uso de grandes volúmenes de aceites dieléctricos presentes en tecnologías convencionales, disminuyendo potenciales afectaciones al suelo derivadas de fugas o derrames accidentales.

El patio de maniobras contará con acabado gravado, permitiendo infiltración natural de agua pluvial; reducción de escurrimientos superficiales; disminución de erosión; menor impermeabilización del terreno y disipación superficial de energía.

La caseta de control contará con sistemas de aire acondicionado y ventilación mecánica destinados a mantener condiciones térmicas adecuadas para la operación continua de: tableros eléctricos; equipos electrónicos; sistemas de comunicación; teleprotección; baterías; y sistemas auxiliares.

Respecto al manejo de aguas residuales, únicamente se generarán descargas sanitarias derivadas del uso ocasional de servicios sanitarios por parte del personal operativo y de mantenimiento.

La infraestructura sanitaria incluirá:

- red sanitaria interior;
- registros;
- bajadas pluviales;
- fosa séptica;

- pozo de absorción;
- cisterna;
- sistema hidráulico auxiliar.

No se generarán aguas residuales industriales, aguas de proceso ni descargas contaminantes derivadas de procesos productivos. En materia de emisiones atmosféricas, las fuentes potenciales estarán limitadas principalmente a operación eventual de planta diésel de emergencia, circulación esporádica de vehículos de mantenimiento y actividades ocasionales de limpieza y conservación.

La planta diésel operará únicamente en situaciones de respaldo operativo, pérdida de energía auxiliar o pruebas programadas, por lo que las emisiones atmosféricas asociadas serán mínimas y de carácter intermitente.

Los residuos generados durante la operación corresponderán principalmente a:

- residuos sólidos urbanos;
- empaques;
- residuos de limpieza;
- componentes eléctricos sustituidos;
- luminarias;
- residuos metálicos menores;
- estopas impregnadas;
- envases vacíos;
- filtros y lubricantes derivados de mantenimiento.

Los residuos serán separados, almacenados temporalmente y manejados conforme a la normatividad ambiental aplicable. Los residuos peligrosos que eventualmente se generen durante actividades de mantenimiento serán almacenados temporalmente en contenedores identificados y entregados a empresas autorizadas para su transporte y disposición final.

II.2.5.3 Tipo de reparaciones a sistemas, equipos e infraestructura

Las actividades de mantenimiento estarán orientadas a garantizar la continuidad operativa, confiabilidad, seguridad eléctrica y vida útil de la infraestructura electromecánica y civil de la subestación. El mantenimiento será desarrollado mediante programas preventivos, predictivos y correctivos conforme a los criterios técnicos aplicables a instalaciones de transmisión eléctrica de CFE. En la siguiente Tabla se presentan las actividades de mantenimiento correctivo y preventivo en distintos equipos e infraestructura del Proyecto:

TABLA 17 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO EN EQUIPOS E INFRAESTRUCTURA DEL PROYECTO

Actividades de mantenimiento	Equipos e infraestructura sujetos a mantenimiento	Tipo de reparaciones y acciones correctivas
• Inspección visual y técnica de equipos. •Limpieza de componentes eléctricos. • Calibración de sistemas. • Pruebas funcionales. • Mantenimiento preventivo. • Mantenimiento correctivo. • Ajuste de conexiones. • Sustitución de componentes deteriorados. • Revisión de sistemas auxiliares. • Mantenimiento de estructuras metálicas. • Revisión de sistemas de tierras. • Conservación de vialidades y drenajes.	• Interruptores de potencia. • Cuchillas seccionadoras. • Barras colectoras. •Transformadores de instrumento. • Sistemas de protección. • Sistemas de control. • Teleprotección. • Sistemas de comunicación. •Alumbrado interior y exterior. • Aire acondicionado. • Planta diésel de emergencia. •Sistemas hidráulicos y sanitarios. • Sistema de tierras. • Estructuras metálicas. • Canalizaciones eléctricas.	• Sustitución de aisladores. • Cambio de herrajes. • Reparación de conexiones. • Mantenimiento de tableros. • Revisión y sustitución de cableado. • Reposición de luminarias. • Mantenimiento de bombas y equipos auxiliares. •Reparación menor de obra civil. •Mantenimiento de impermeabilización. • Rehabilitación de acabados. •Limpieza y desazolve de drenajes. • Mantenimiento de fosa séptica y pozo de absorción.

Las actividades de mantenimiento serán realizadas por personal técnico especializado utilizando herramientas, vehículos y equipos menores de servicio.

En caso de generarse residuos peligrosos derivados de mantenimiento, tales como: aceites usados; filtros; solventes; envases contaminados; estopas impregnadas; baterías; componentes eléctricos; éstos serán manejados conforme a la legislación ambiental aplicable en materia de residuos peligrosos. No se contempla la instalación de talleres industriales permanentes ni actividades de reparación mayor dentro del predio.

II.2.5.4 Control de maleza y fauna nociva

Durante la etapa operativa se realizarán actividades periódicas de conservación y limpieza de las áreas operativas, caminos interiores y zonas asociadas a equipos eléctricos, con la finalidad de mantener condiciones adecuadas de seguridad, accesibilidad y funcionamiento de la infraestructura.

El control de vegetación se desarrollará principalmente mediante:

- deshierbe manual;
- poda selectiva;
- retiro de vegetación herbácea;
- limpieza de áreas gravadas;
- conservación de vialidades internas;
- mantenimiento de áreas libres y taludes.

Estas actividades estarán enfocadas exclusivamente en mantener libres de vegetación las áreas necesarias para: circulación segura; acceso a equipos; inspección técnica; prevención de incendios; operación del sistema eléctrico.

No se contempla el desmonte permanente de nuevas superficies ni ampliaciones del área intervenida durante la etapa operativa.

En caso de requerirse control químico específico para maleza, éste se realizará únicamente de forma localizada y mediante productos autorizados, evitando afectaciones al suelo, vegetación circundante, cuerpos de agua, fauna silvestre, y personal operativo.

Respecto al control de fauna nociva, podrán implementarse medidas preventivas y correctivas para evitar presencia de organismos que pudieran afectar el cableado, equipos eléctricos, instalaciones hidrosanitarias, áreas operativas y/o almacenamiento temporal de residuos.

Las acciones de control contemplarán, limpieza periódica, manejo adecuado de residuos, eliminación de sitios de refugio, sellado de accesos, monitoreo preventivo y control sanitario básico. No se contempla captura masiva, afectación deliberada o eliminación de fauna silvestre fuera de las medidas estrictamente necesarias para seguridad operativa y sanitaria de las instalaciones.

II.2.6 Descripción de obras asociadas al Proyecto

Como parte complementaria para la correcta operación de la "**Subestación Eléctrica de Maniobras Cruz Azul**", el Proyecto contempla diversas obras asociadas de carácter permanente y auxiliar, necesarias para garantizar la funcionalidad operativa, accesibilidad, seguridad y continuidad del sistema eléctrico en 115 kV.

Las obras asociadas corresponden principalmente a infraestructura civil, electromecánica y de servicios auxiliares vinculada directamente con la operación de la subestación y la interconexión de la Línea de Transmisión LRA 73110 CMO.

Todas las obras asociadas se desarrollarán dentro del polígono autorizado del Proyecto o en el entorno inmediato de conexión con la infraestructura eléctrica existente, evitando la apertura de nuevos corredores regionales o afectaciones adicionales fuera del área previamente considerada para el desarrollo del Proyecto.

Las principales obras asociadas corresponden a:

- accesos y caminos interiores;
- obras de interconexión eléctrica;
- canalizaciones eléctricas;

- sistemas auxiliares;
- caseta de control;
- caseta de vigilancia;
- planta diésel de emergencia;
- drenaje pluvial;
- sistemas hidráulicos y sanitarios;
- alumbrado exterior;
- sistemas de comunicación y monitoreo remoto;
- barda perimetral;
- sistemas de tierras;
- áreas operativas y de mantenimiento.

Durante su construcción se generarán impactos temporales asociados principalmente a: movimiento de maquinaria; excavaciones; generación de polvo; ruido; tránsito de vehículos; residuos de construcción; remoción localizada de vegetación secundaria; y compactación superficial del terreno.

Para reducir dichos efectos se implementarán medidas consistentes en:

- delimitación física de áreas de trabajo;
- riego periódico para control de polvo;
- manejo integral de residuos;
- control de escurrimientos;
- aprovechamiento de áreas previamente intervenidas;
- reutilización de material producto de excavación;
- almacenamiento ordenado de materiales;
- supervisión ambiental durante la construcción.

II.2.6.1 Caminos de acceso y vialidades interiores

El acceso principal al Proyecto se realizará mediante la Carretera Federal 180, tramo Campeche–Champotón, así como a través de caminos existentes de terracería que comunican con el predio denominado Punta del Morro.
Como parte de las obras asociadas se habilitarán vialidades internas y accesos operativos para circulación de personal técnico; vehículos de mantenimiento; maquinaria; grúas; equipos electromecánicos; y unidades de supervisión.

Las vialidades interiores serán construidas mediante: conformación de terracerías; compactación de subrasante; material pétreo compactado; superficies de concreto en zonas operativas; y acabado gravado en patio de maniobras. El diseño de las vialidades permitirá el acceso seguro hacia bahías; caseta de control; planta diésel; áreas operativas; estructuras metálicas; y zonas de mantenimiento.

Las pendientes y niveles de circulación serán compatibles con la topografía natural del sitio y con los niveles de desplante de la infraestructura eléctrica. Las afectaciones ambientales asociadas corresponden principalmente a:

- remoción localizada de vegetación secundaria;
- generación temporal de polvo;
- compactación superficial del terreno;
- movimiento de maquinaria.

II.2.6.2 Señalamiento operativo y de seguridad

Como parte de las obras asociadas se instalará señalamiento preventivo, restrictivo e informativo dentro del predio, orientado a reforzar las condiciones de seguridad operativa de la subestación.

El señalamiento incluirá principalmente:

- identificación de áreas restringidas;
- rutas de circulación;
- advertencias de alta tensión;
- límites de velocidad;
- accesos autorizados;
- zonas de maniobra;
- rutas de evacuación;
- áreas de seguridad.

Los señalamientos serán colocados principalmente en accesos; vialidades internas; caseta de control; patio de maniobras; y áreas operativas. La instalación del señalamiento no generará impactos ambientales relevantes debido a sus dimensiones reducidas y carácter puntual.

FIGURA 3 SEÑALAMIENTO OPERATIVO DE SEGURIDAD





II.2.6.3 Obras auxiliares de drenaje superficial

Como apoyo al funcionamiento de las vialidades y áreas operativas, se habilitarán obras menores de drenaje superficial para conducción de escurrimientos pluviales.
Estas obras consistirán principalmente en:

- cunetas;
- pendientes dirigidas;
- áreas de infiltración;
- conducción superficial de escurrimientos.

El diseño aprovechará las condiciones naturales de infiltración del terreno calcáreo predominante en el sitio, reduciendo procesos erosivos y acumulación de agua en vialidades y plataformas operativas.

II.2.6.4 Canalizaciones auxiliares y obras menores de apoyo

El Proyecto contempla canalizaciones auxiliares subterráneas y registros para interconexión de alumbrado exterior; sistemas de comunicación; monitoreo remoto; servicios auxiliares; y canalizaciones eléctricas secundarias.

Estas obras serán desarrolladas mediante excavaciones menores y colocación de ductería subterránea dentro del área previamente intervenida del Proyecto. Debido a sus dimensiones reducidas y carácter localizado, no se prevé generación de impactos ambientales significativos asociados a estas obras complementarias.

II.2.7 Etapa de abandono del sitio

Actualmente no se contempla el abandono de la “Subestación Eléctrica de Maniobras Cruz Azul”, debido a que la infraestructura proyectada forma parte del sistema estratégico de transmisión eléctrica asociado

al Sistema Eléctrico Nacional, por lo que se prevé una operación continua y de largo plazo, superior a **30 años**, conforme a las necesidades operativas y de confiabilidad de la red eléctrica.

La naturaleza operativa del Proyecto corresponde a infraestructura eléctrica destinada a garantizar continuidad, maniobra e interconexión de líneas de transmisión en 115 kV, razón por la cual no se prevé un programa específico de abandono dentro del horizonte actual de operación.

No obstante, en caso de que en el futuro se determine el retiro definitivo, sustitución tecnológica, reubicación o desmantelamiento parcial o total de las instalaciones, se implementarán las medidas técnicas, ambientales y de seguridad que resulten aplicables conforme a la normatividad ambiental vigente al momento de su ejecución.

Las actividades de abandono o desmantelamiento podrían incluir de manera enunciativa mas no limitativa:

- desenergización de instalaciones;
- retiro de equipos eléctricos;
- desmontaje de estructuras metálicas;
- retiro de conductores y herrajes;
- desmantelamiento de casetas y obras auxiliares;
- excavación y retiro de cimentaciones;
- retiro de canalizaciones y servicios auxiliares;
- manejo y disposición de residuos;
- restauración superficial del terreno.

En caso de ejecutarse un abandono definitivo, se priorizará: el manejo integral de residuos; la disposición adecuada de materiales; el reciclaje de componentes metálicos; la prevención de contaminación del suelo; la estabilización de áreas intervenidas; el control de erosión; y, en su caso, la rehabilitación ambiental del sitio.

Los residuos de manejo especial o peligrosos que pudieran derivarse del retiro de equipos, aceites, componentes eléctricos, cables, luminarias, baterías o materiales contaminados, serán manejados conforme a la legislación ambiental aplicable vigente al momento del abandono.

Asimismo, previo a cualquier actividad de desmantelamiento, se elaborarán los programas específicos de seguridad, manejo ambiental y restauración que correspondan conforme a las condiciones operativas y regulatorias existentes en ese momento.

II.2.8 Utilización de explosivos

El Proyecto no contempla la utilización de explosivos durante ninguna de sus etapas. Las actividades de excavación, nivelación, conformación de plataformas, cortes y cimentaciones serán realizadas mediante

procedimientos mecánicos convencionales utilizando maquinaria y equipo de construcción, tales como excavadoras, retroexcavadoras, tractores de orugas, motoconformadoras y equipo de compactación.

Debido a las características topográficas del sitio y a la naturaleza de las obras proyectadas, no se prevé la necesidad de efectuar voladuras, fracturamiento controlado de roca o cualquier otra actividad que requiera el empleo de materiales explosivos. En consecuencia, el Proyecto no requerirá almacenamiento, transporte, manejo ni permisos asociados al uso de explosivos.

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

Durante las distintas etapas del Proyecto se generarán residuos sólidos, líquidos, emisiones atmosféricas y ruido derivados principalmente de las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura eléctrica.

Debido a la naturaleza del Proyecto, no se contemplan procesos industriales, actividades de transformación química ni generación permanente de contaminantes de alta peligrosidad. No obstante, se implementarán medidas preventivas y de manejo ambiental orientadas a minimizar afectaciones al suelo, aire, agua y entorno circundante.

Los residuos generados serán clasificados y manejados conforme a su naturaleza, características físicas y peligrosidad, aplicando criterios de separación, almacenamiento temporal, reutilización, reciclaje y disposición final conforme a la normatividad ambiental aplicable.

II.2.9.1 Residuos sólidos y líquidos durante la preparación del sitio y construcción

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se generarán principalmente residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial, residuos vegetales y cantidades menores de residuos peligrosos asociados al mantenimiento eventual de maquinaria y manejo de sustancias auxiliares.

TABLA 18 RESIDUOS GENERADOS DURANTE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

Tipo de residuo	Clasificación	Etapa de generación	Características	Manejo y disposición
Material vegetal producto de desmonte y despalme	Sólido orgánico no peligroso	Preparación del sitio	Hojarasca, ramas, vegetación herbácea y arbustiva	Reutilización parcial para arrope de taludes y estabilización superficial. Excedentes enviados a sitio autorizado
Suelo orgánico y material pétreo	Residuo de manejo especial	Terracerías y excavaciones	Material calcáreo y suelo superficial	Reutilización interna para rellenos, plataformas y nivelación
Residuos de construcción	Sólido inorgánico no peligroso	Construcción	Block, concreto, varilla, madera, empaques y sobrantes	Separación y acopio temporal. Material reciclable enviado a reciclaje autorizado
Cartón, plástico y empaques	Sólido reciclable no peligroso	Construcción	Material de embalaje de equipos y materiales	Separación y entrega a recicladoras autorizadas
Residuos domésticos del personal	Sólido urbano no peligroso	Todas las etapas constructivas	Restos de alimentos, envases y residuos comunes	Recolección en contenedores y disposición mediante servicio municipal.
Aguas residuales sanitarias	Residuo líquido no peligroso	Construcción	Aguas sanitarias provenientes de sanitarios portátiles	Manejo mediante empresa autorizada para limpieza y disposición
Aceites lubricantes usados	Residuo peligroso	Mantenimiento eventual de maquinaria	Inflamable y contaminante	Almacenamiento temporal en recipientes herméticos y entrega a empresa autorizada
Estopas, filtros y envases contaminados	Residuo peligroso	Mantenimiento eventual	Material impregnado con grasas o hidrocarburos	Manejo conforme a legislación de residuos peligrosos

II.2.9.2 Residuos peligrosos

La generación de residuos peligrosos será mínima y estará asociada principalmente a mantenimiento menor de maquinaria, operación eventual de planta diésel de emergencia y sustitución de componentes durante mantenimiento especializado.

TABLA 19 MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS

Residuo peligroso	Etapa	Características CRETIB	Envase o contenedor	Almacenamiento temporal	Transporte y disposición final
Aceite lubricante usado	Construcción y mantenimiento	Inflamable / tóxico	Tambos metálicos o recipientes herméticos etiquetados	Área de almacenamiento temporal de residuos peligrosos	Empresa autorizada para transporte y disposición final
Estopas impregnadas	Construcción y mantenimiento	Inflamable	Contenedores metálicos cerrados		
Filtros contaminados	Mantenimiento	Inflamable	Recipientes cerrados etiquetados		
Envases vacíos contaminados	Construcción y mantenimiento	Inflamable	Contenedores plásticos o metálicos		
Baterías y componentes eléctricos sustituidos	Operación y mantenimiento	Corrosivo / tóxico	Contenedores específicos		

El almacenamiento temporal de residuos peligrosos se realizará dentro de un área delimitada, techada y con superficie impermeable, evitando contacto directo con el suelo natural y reduciendo riesgos de dispersión por escurrimientos pluviales.

II.2.9.3 Emisiones a la atmósfera

Las emisiones atmosféricas asociadas al Proyecto serán principalmente temporales y estarán relacionadas con actividades constructivas, tránsito de maquinaria y operación eventual de la planta diésel de emergencia.

a) Fuentes móviles

Las principales fuentes móviles corresponderán a:

- excavadoras;
- retroexcavadoras;
- tractores;
- motoconformadoras;

- camiones de volteo;
- grúas;
- vehículos de supervisión.

Las emisiones generadas corresponderán principalmente a gases de combustión; material particulado; polvo fugitivo; y emisiones de motores diésel.

b) Fuentes fijas

Las fuentes fijas corresponderán principalmente a:

- planta diésel de emergencia;
- actividades temporales de soldadura;
- operación eventual de equipos auxiliares.

La planta diésel operará únicamente en pruebas programadas, contingencias y como respaldo de servicios auxiliares. Por lo anterior, las emisiones serán de carácter eventual e intermitente.

No se prevén emisiones atmosféricas permanentes de gran magnitud debido a la naturaleza no industrial del Proyecto.

TABLA 20 EMISIONES ATMOSFÉRICAS ESTIMADAS

Fuente	Tipo de emisión	Duración	Medidas de control
Movimiento de maquinaria	Material particulado (PM) y gases de combustión	Temporal durante construcción	Riego periódico y mantenimiento de maquinaria
Tránsito de vehículos	Polvo fugitivo	Temporal	Humectación de caminos y control de velocidad
Planta diésel de emergencia	Gases de combustión	Eventual	Mantenimiento preventivo y operación intermitente
Soldadura y corte	Humos metálicos	Puntual y temporal	Uso controlado y equipo especializado

II.2.9.4 Generación de ruido

Las principales fuentes generadoras de ruido corresponderán a:

- maquinaria pesada;
- camiones;
- compactadores;
- grúas;
- equipos electromecánicos;
- planta diésel de emergencia.

Durante la construcción, los niveles de ruido serán temporales y estarán asociados principalmente a actividades diurnas de movimiento de tierras, excavaciones, compactación y montaje electromecánico.

Debido a la ubicación del Proyecto y al carácter intermitente de las fuentes generadoras, no se prevén impactos significativos por ruido hacia centros de población o zonas urbanas.

TABLA 21 FUENTES DE RUIDO Y MEDIDAS DE CONTROL

Fuente generadora	Intensidad estimada	Duración	Medidas de control
Maquinaria pesada	70–90 dB	Temporal durante construcción	Mantenimiento preventivo y horarios diurnos
Camiones y grúas	70–85 dB	Intermitente	Control de velocidad y operación programada
Equipos de compactación	80–90 dB	Temporal	Supervisión operativa y mantenimiento
Planta diésel de emergencia	75–85 dB	Eventual	Operación esporádica y aislamiento parcial

II.2.10 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

El Proyecto contará con infraestructura temporal y permanente para el manejo adecuado de los residuos generados durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, con la finalidad de evitar dispersión de materiales, contaminación del suelo y riesgos ambientales asociados al manejo inadecuado de residuos sólidos, líquidos o peligrosos.

Las áreas destinadas al manejo de residuos se localizarán dentro del polígono autorizado del Proyecto y estarán asociadas principalmente a las áreas operativas, frentes de trabajo, caseta de control y zonas auxiliares.

a) Infraestructura interna para manejo de residuos

Durante la etapa de construcción se habilitará un Área Temporal de Almacenamiento de Residuos, destinada al acopio controlado y separación de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos de generación eventual, la cual contará con delimitación física; superficie impermeable; cubierta o techumbre ligera; contenedores identificados; separación por tipo de residuo; control de escurrimientos; y señalamiento preventivo.
Los residuos sólidos urbanos serán almacenados temporalmente en recipientes con tapa distribuidos en oficinas provisionales; comedor; áreas de trabajo; caseta de control; y áreas operativas.

Los residuos reciclables, tales como cartón; plástico; madera; empaques; y chatarra metálica;
serán separados desde su generación para facilitar su valorización y reciclaje.

Los residuos peligrosos de generación eventual, como aceites usados; estopas impregnadas; filtros; envases contaminados; lubricantes; y baterías, serán almacenados temporalmente en recipientes herméticos etiquetados dentro del almacén, evitando contacto directo con el suelo y exposición a lluvia o escurrimientos.

Durante la operación del Proyecto, los residuos generados serán considerablemente menores y estarán asociados principalmente a actividades de mantenimiento especializado y servicios sanitarios.

b) Infraestructura regional disponible para disposición final

Para el manejo, transporte, reciclaje y disposición final de los residuos generados, el Proyecto hará uso de la infraestructura y servicios disponibles en el municipio de Seybaplaya y la región de Campeche.

TABLA 22 INFRAESTRUCTURA REGIONAL PARA MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Tipo de residuo	Infraestructura o servicio disponible	Manejo previsto	Disposición final
Residuos sólidos urbanos	Servicio municipal de recolección	Recolección en contenedores temporales	Sitio autorizado municipal
Residuos orgánicos			
Residuos de construcción	Empresas recolectoras y recicladoras	Separación y acopio temporal	Reciclaje o disposición autorizada
Material pétreo excedente	Reutilización interna	Aprovechamiento en obra	No se prevé disposición significativa
Residuos reciclables	Centros de reciclaje regionales	Separación selectiva	Reciclaje
Residuos peligrosos	Empresas autorizadas SEMARNAT	Almacenamiento temporal controlado	Transporte y disposición autorizada
Aguas residuales sanitarias	Empresa de sanitarios portátiles / sistema sanitario del Proyecto	Recolección y tratamiento	Infraestructura autorizada
Emisiones atmosféricas y ruido	No requiere infraestructura especializada	Medidas de control operativo	Dispersión natural controlada

c) Suficiencia de la infraestructura disponible

Considerando el volumen estimado de residuos generados y la naturaleza del Proyecto, se considera que la infraestructura regional existente para recolección, reciclaje, transporte, tratamiento y disposición final resulta suficiente para atender las necesidades derivadas de las etapas de construcción, operación y mantenimiento de la “Subestación Eléctrica de Maniobras Cruz Azul”.

Asimismo, debido a que la generación de residuos será moderada y localizada, no se prevé una sobrecarga significativa sobre los servicios municipales o infraestructura regional existente.

III VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL, Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO.

III.1 Legislación Nacional

El contenido de este capítulo da cumplimiento a lo establecido en el Artículo 12, fracción III del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Asimismo, se establecen las disposiciones dentro del marco legal vigente a nivel nacional e internacional, aplicables a las características intrínsecas y ubicación geográfica del Proyecto para corroborar su compatibilidad con los diferentes instrumentos de planeación y justificar la viabilidad de su ejecución en acatamiento a sus lineamientos y disposiciones.

III.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos constituye el máximo ordenamiento jurídico nacional y establece las bases fundamentales para la protección del medio ambiente, el desarrollo sustentable y el aprovechamiento racional de los recursos naturales.

En materia ambiental, el **artículo 4°, párrafo quinto**, reconoce el derecho humano a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de las personas, estableciendo textualmente lo siguiente:

"…Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley…"

El Proyecto se vincula con este precepto al incorporar medidas de prevención, mitigación y control ambiental orientadas a evitar o reducir los impactos derivados de las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de la subestación eléctrica, contribuyendo a la protección del medio ambiente y al cumplimiento del derecho humano a un medio ambiente sano.

Asimismo, el **artículo 25** constitucional establece que:

> *"…Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable… El Estado planificará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará a cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general…"*

El Proyecto forma parte de la infraestructura asociada al sistema eléctrico nacional, contribuyendo al fortalecimiento y confiabilidad del suministro de energía eléctrica requerido para el desarrollo económico y social. Su ejecución incorpora criterios técnicos y ambientales que favorecen un desarrollo compatible con los principios de sustentabilidad previstos en este artículo.

Por su parte, el **artículo 27, párrafo tercero**, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece lo siguiente:

> *"…La Nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana…"*

El Proyecto se desarrollará conforme a las disposiciones aplicables en materia de impacto ambiental, ordenamiento ecológico, uso de suelo y protección ambiental, observando los instrumentos regulatorios que norman el aprovechamiento y ocupación del territorio en el sitio donde se pretende desarrollar la obra.

III.1.2 Sistema Eléctrico Nacional

El suministro de energía eléctrica constituye un elemento estratégico para el desarrollo económico, social e industrial del país, debido a que permite garantizar la continuidad de las actividades productivas, comerciales, de servicios e infraestructura pública. La disponibilidad de un sistema eléctrico confiable, seguro y eficiente resulta indispensable para fortalecer la competitividad regional, promover el crecimiento económico y mantener condiciones adecuadas de bienestar para la población.

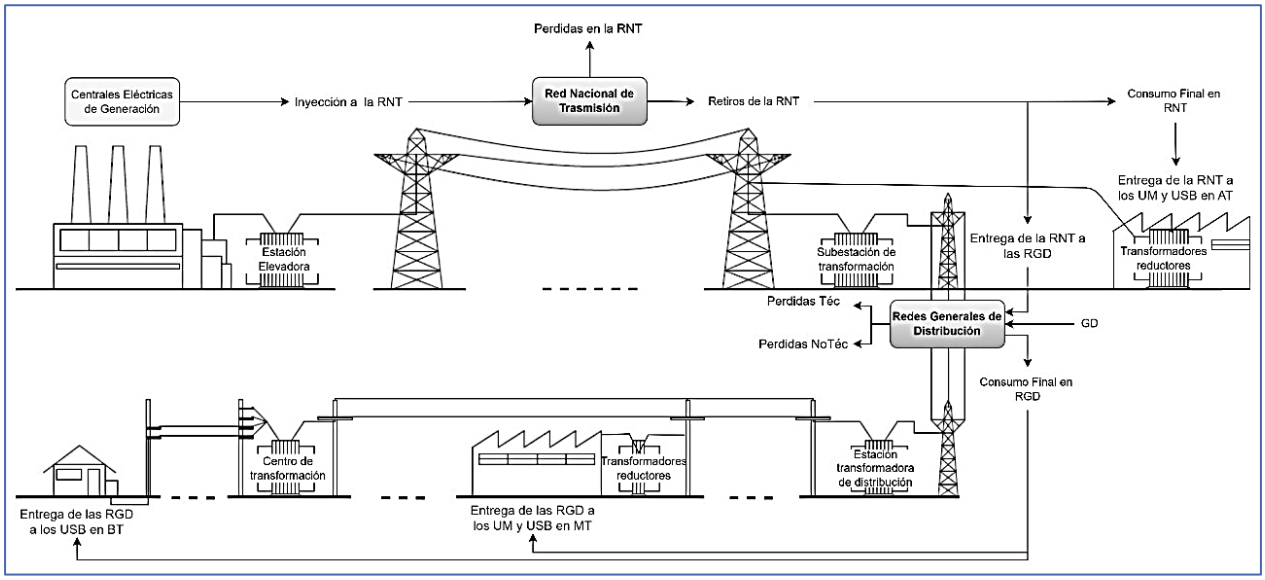
En este contexto, el Estado mexicano, a través de las instituciones competentes en materia energética, coordina la operación, planeación y desarrollo de la infraestructura eléctrica nacional bajo criterios de eficiencia, continuidad, confiabilidad, seguridad y sustentabilidad.

El Sistema Eléctrico Nacional (SEN) se integra por el conjunto de instalaciones, infraestructura y procesos técnicos destinados a la generación, transmisión, transformación, distribución y control operativo de la energía eléctrica en el territorio nacional.

La operación del SEN requiere mantener un balance permanente entre generación y demanda eléctrica, así como garantizar condiciones de estabilidad, confiabilidad y continuidad del suministro mediante la integración coordinada de centrales eléctricas, líneas de transmisión, subestaciones, centros de control y redes de distribución.

De manera general, el Sistema Eléctrico Nacional se estructura en los siguientes componentes técnico-operativos:

FIGURA 4 ESQUEMA SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL



RNT: Red Nacional de Transmisión; RDG: Redes Generales de Distribución; UM: Usuarios de Mercado; USB: Usuarios del Servicio Básico; AT: Alta tensión; MT: Media tensión, BT: Baja tensión. (Fuente: Plataforma Nacional de Energía, Ambiente y Sociedad | Sistema Electrico; Esquema elaborado por Diana Canales Licona y Rodrigo Palacios Saldaña

a) Generación de energía eléctrica

Consiste en la producción de energía eléctrica a partir de distintas fuentes primarias, entre las que destacan combustibles fósiles; energía hidroeléctrica; energía geotérmica; energía nuclear; energía solar; energía eólica; biomasa; y otras fuentes renovables.

La generación eléctrica se desarrolla mediante centrales eléctricas conectadas al Sistema Eléctrico Nacional para abastecer la demanda energética del país.

El presente Proyecto no contempla actividades de generación eléctrica, por lo que no se prevén impactos asociados a procesos de combustión industrial, aprovechamiento hidráulico o transformación energética primaria.

b) Control y despacho eléctrico

El despacho eléctrico comprende las actividades de control, regulación y coordinación operativa del sistema, mediante las cuales se determina la entrada en operación de las distintas centrales generadoras y el flujo de energía en las redes eléctricas.

Debido a que la energía eléctrica no puede almacenarse masivamente dentro de la red de transmisión convencional y el sistema debe mantenerse en equilibrio permanente entre oferta y demanda, el control operativo del SEN requiere una administración centralizada que permita mantener estabilidad de frecuencia y voltaje; evitar sobrecargas; reducir riesgos de interrupción; optimizar la capacidad instalada; y garantizar confiabilidad operativa. Esta función estratégica se encuentra asociada al Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), responsable de coordinar la operación del Sistema Eléctrico Nacional.

En este contexto, el presente **Proyecto** se vincula funcionalmente con las actividades de control y operación del sistema de transmisión eléctrica, debido a que permitirá efectuar maniobras operativas, transferencia de carga, aislamiento de fallas y mantenimiento de circuitos asociados a la Línea de Transmisión LRA 73110 CMO en 115 kV, contribuyendo a mejorar la confiabilidad, continuidad y flexibilidad operativa de la red regional de transmisión eléctrica.

c) Transmisión de energía eléctrica

La transmisión consiste en el transporte de grandes bloques de energía eléctrica mediante redes de alta tensión que interconectan las centrales generadoras con los centros de consumo y distribución. La infraestructura de transmisión se integra principalmente por líneas de transmisión; torres y estructuras; subestaciones eléctricas; barras colectoras; sistemas de protección; equipos de maniobra; sistemas de control y comunicación.

Es dentro de este componente donde se inserta directamente el Proyecto, cuya función principal corresponde a la maniobra, interconexión y operación de infraestructura eléctrica en 115 kV asociada a la Línea de Transmisión LRA 73110 CMO.

La subestación permitirá efectuar maniobras operativas, transferencia de carga, aislamiento de fallas, libranzas operativas y mantenimiento programado de circuitos eléctricos, contribuyendo a fortalecer la continuidad, estabilidad y confiabilidad operativa de la red regional de transmisión eléctrica.

Asimismo, el Proyecto permitirá incrementar la flexibilidad operativa de la red eléctrica regional mediante la integración de infraestructura especializada de maniobra en alta tensión, compatible con los criterios técnicos y operativos aplicables a instalaciones de transmisión eléctrica en 115 kV.

FIGURA 5 LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA CERCANA AL PROYECTO



d) Distribución de energía eléctrica

La distribución eléctrica consiste en conducir la energía eléctrica mediante redes de media y baja tensión hacia los usuarios finales, incluyendo zonas urbanas; áreas rurales; industrias; comercios; servicios; y viviendas. Esta actividad comprende tanto la infraestructura física de distribución como el suministro final de energía eléctrica a los consumidores.

Aunque el Proyecto no corresponde directamente a infraestructura de distribución, su operación fortalecerá indirectamente las condiciones de confiabilidad y continuidad del suministro eléctrico regional mediante el robustecimiento de la red de transmisión que alimenta a las subestaciones de distribución locales.

III.2 Leyes y Reglamentos Federales

III.2.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988 y sus posteriores reformas, constituye el principal ordenamiento jurídico federal en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico, protección al ambiente y regulación de las obras y actividades susceptibles de generar impactos ambientales en el territorio nacional.

Asimismo, la LGEEPA reglamenta las disposiciones constitucionales relativas al derecho humano a un medio ambiente sano y establece las bases normativas para la evaluación del impacto ambiental, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección de los ecosistemas.

Debido a la naturaleza del Proyecto, al tratarse de obras relacionadas con la industria eléctrica, éste se encuentra sujeto al procedimiento de evaluación del impacto ambiental previsto en el **artículo 28** de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, particularmente en las **fracciones II y VII**, que establecen lo siguiente:

> *"Articulo 28. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente…"*

> *"… II. Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica; …"*

> *VII. Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas; …"*

El Proyecto corresponde a infraestructura de la industria eléctrica asociada a la transmisión y maniobra de energía eléctrica en alta tensión, actividad expresamente prevista dentro de las obras y actividades sujetas al procedimiento de evaluación del impacto ambiental.

Para la construcción de las obras proyectadas se prevé la remoción de cobertura vegetal correspondiente a Vegetación Secundaria Arbórea derivada de Selva Mediana Caducifolia, necesaria para la habilitación de plataformas, cimentaciones, vialidades internas y demás obras asociadas. La ejecución del Proyecto deberá sujetarse al cumplimiento de las disposiciones ambientales aplicables y a las determinaciones que, en el ámbito de sus atribuciones, emitan las autoridades competentes.

En virtud de lo anterior, el Proyecto se encuentra sujeto a la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, así como al cumplimiento de las disposiciones ambientales aplicables durante sus etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

El contenido del presente estudio obedece a lo indicado en el **Artículo 30** de esta Ley que indica lo siguiente:

> *"Artículo 30. Para obtener la autorización a que se refiere el Artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o*

actividad que se trate, considerando el conjunto de elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. … "

La vinculación del Proyecto con dicho artículo se materializa mediante la elaboración y presentación de la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular, como instrumento técnico mediante el cual se identifican, describen y evalúan los posibles impactos ambientales derivados de las distintas etapas del Proyecto.

Asimismo, el presente estudio integra la descripción técnica de las obras y actividades proyectadas, la caracterización ambiental del área de influencia, la identificación y evaluación de impactos ambientales, así como las medidas de prevención, mitigación, compensación y seguimiento ambiental propuestas para evitar o reducir los efectos adversos sobre los ecosistemas y los recursos naturales presentes en el sitio. En este sentido, el contenido de la presente Manifestación de Impacto Ambiental atiende los elementos y criterios establecidos en el **artículo 30** de la LGEEPA para la obtención de la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental.

De igual forma, con la finalidad de preservar y conservar las especies de flora y fauna silvestres que se distribuyen de manera natural en el sitio del Proyecto, se acatará lo dispuesto en las fracciones I y III del **Artículo 79**, las cuales se enuncian a continuación:

"Artículo 79. Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, se considerarán los siguientes criterios:

I. La presentación y conservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y fauna que se encuentran en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción; …"

III. La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial; …"

Debido a que el desarrollo de Proyecto implica la remoción parcial de Vegetación Secundaria derivada de Selva Mediana Caducifolia y la modificación localizada de hábitat para especies de flora y fauna silvestres presentes en el área de influencia.

En atención a dichos criterios de preservación y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad, el Proyecto contempla la implementación de medidas orientadas a prevenir, minimizar y controlar las afectaciones a la flora y fauna silvestres, incluyendo la delimitación de las áreas de trabajo, la reducción de afectaciones innecesarias a la cobertura vegetal, la aplicación de programas de rescate y reubicación de flora y fauna, así como la conservación de áreas no intervenidas cuando resulte técnica y ambientalmente viable.

Asimismo, durante las diferentes etapas del Proyecto se aplicarán medidas de manejo ambiental encaminadas a favorecer la conservación del hábitat y reducir la perturbación de las especies presentes en el área de influencia, en congruencia con los principios de preservación de la biodiversidad establecidos en la LGEEPA.

III.2.2 Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) constituye el instrumento jurídico que reglamenta las disposiciones de la LGEEPA relativas al procedimiento de evaluación del impacto ambiental, estableciendo las obras y actividades sujetas a autorización federal, así como los requisitos técnicos, administrativos y jurídicos aplicables para la presentación, evaluación y resolución de las Manifestaciones de Impacto Ambiental.

Debido a la naturaleza del Proyecto, existe vinculación directa con diversas disposiciones contenidas en el REIA, aplicables a la industria eléctrica y a la evaluación de los impactos ambientales derivados de la construcción y operación de infraestructura eléctrica.

En su **Artículo 5,** establece las obras y actividades cuya evaluación y autorización en materia de impacto ambiental corresponde a la Federación. En particular, el **inciso K** señala lo siguiente:

> *"Artículo 5º. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:*
>
> *… Inciso K) Industria Eléctrica:*
>
> *III. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica; y…*

El Proyecto se vincula con dicho artículo debido a que contempla la construcción y operación de una subestación eléctrica asociada a la transmisión y maniobra de energía eléctrica en alta tensión. En consecuencia, corresponde a una obra de la industria eléctrica cuya evaluación y autorización en materia de impacto ambiental es competencia de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Asimismo, el **artículo 14** del REIA establece que cuando una obra o actividad sujeta al procedimiento de evaluación del impacto ambiental involucre adicionalmente otras autorizaciones ambientales previstas en la legislación aplicable, la autoridad competente podrá requerir la información correspondiente para su adecuada evaluación. En este sentido, la presente Manifestación de Impacto Ambiental integra la información técnica y ambiental necesaria para valorar los posibles efectos derivados de la ejecución del Proyecto sobre los componentes físicos, biológicos y socioeconómicos del área de estudio.

Con respecto al artículo 17 del REIA este establece lo siguiente:

> *"Articulo 17° .El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando:*
>
> *I. La manifestación de impacto ambiental;*
>
> *II. Un resumen del contenido...*
>
> *III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.*
>
> *Cuando se trate de actividades altamente riesgosas en los términos de la Ley, deberá incluirse un estudio de riesgo…"*

Para la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular, acompañada del Resumen Ejecutivo y de la información técnica, ambiental y jurídica requerida para la evaluación integral de las obras y actividades proyectadas.

Asimismo, se realizó el análisis de las características técnicas y operativas de la infraestructura propuesta, incluyendo los equipos eléctricos y las sustancias asociadas a su funcionamiento, con la finalidad de determinar la aplicabilidad de otros instrumentos de evaluación ambiental previstos en la legislación vigente.

La subestación contempla la instalación de interruptores de potencia tipo tanque vivo que emplean gas **hexafluoruro de azufre (SF_6)** como medio dieléctrico y de extinción de arco eléctrico, así como transformadores de corriente, transformadores de potencial y equipos auxiliares asociados a los sistemas de protección, medición y maniobra eléctrica.

No obstante, conforme a las características de diseño previstas para el Proyecto, las cantidades de sustancias dieléctricas a utilizar no rebasan los umbrales establecidos en los listados federales aplicables para Actividades Altamente Riesgosas. Asimismo, los equipos proyectados corresponderán a tecnologías modernas libres de Bifenilos Policlorados (BPC's); por lo tanto, de acuerdo con las condiciones actualmente consideradas para el Proyecto y la normatividad vigente, no se actualizan los supuestos que obliguen a la presentación de un Estudio de Riesgo Ambiental, sin perjuicio de las determinaciones que, en su caso, emita la autoridad competente durante el procedimiento de evaluación.

Por otra parte, el **artículo 47** del REIA establece lo siguiente:

> *"Artículo 47°. La ejecución de la obra o la realización de la actividad de que se trate deberá sujetarse a lo previsto en la resolución respectiva, en las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan y en las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables. En todo caso, el promovente podrá solicitar que se integren a la resolución los demás permisos, licencias y autorizaciones que sean necesarios para llevar a cabo la obra o actividad..."*

El desarrollo del Proyecto se sujetará al cumplimiento de las disposiciones, medidas preventivas, condicionantes y términos que, en su caso, determine la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos

Naturales durante el procedimiento de evaluación correspondiente. Asimismo, el Proyecto observará el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables en materia ambiental, eléctrica, seguridad industrial y protección ambiental.

III.2.3 Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 25 de noviembre de 1988, con reformas posteriores, y tiene por objeto regular la prevención, control y reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera provenientes de fuentes fijas y móviles susceptibles de generar desequilibrios ambientales o afectaciones a la salud pública.

El presente Proyecto se vincula con dicho ordenamiento debido a que durante las etapas de preparación del sitio y construcción se generarán emisiones temporales a la atmósfera derivadas principalmente de operación de maquinaria pesada; tránsito de vehículos; actividades de excavación y terracerías; movimiento de materiales; y generación de partículas suspendidas fugitivas.

Asimismo, durante la etapa de operación podrán presentarse emisiones atmosféricas de carácter no continuo asociadas al funcionamiento eventual de la planta diésel de emergencia y al tránsito esporádico de vehículos de mantenimiento.

En particular, el Proyecto se vincula con el **artículo 28** del citado Reglamento, el cual establece que las emisiones de olores, gases, partículas sólidas y líquidas provenientes de fuentes móviles no deberán exceder los límites máximos permisibles establecidos en las disposiciones normativas aplicables.

En atención a ello, durante el desarrollo del Proyecto se implementarán medidas preventivas y de control ambiental orientadas a minimizar la generación de emisiones atmosféricas, entre las que destacan:

- riego periódico de superficies expuestas;
- control de velocidad de vehículos;
- mantenimiento preventivo de maquinaria;
- cobertura temporal de materiales susceptibles de dispersión;
- y supervisión de condiciones operativas de equipos de combustión interna.

Asimismo, la maquinaria y vehículos utilizados deberán operar en condiciones adecuadas de mantenimiento mecánico, con la finalidad de reducir emisiones de contaminantes criterio, humos visibles y material particulado. Debido a la naturaleza operativa del Proyecto, no se contemplan procesos industriales de combustión continua, transformación química o generación permanente de emisiones atmosféricas, por lo que las emisiones previstas serán principalmente temporales, dispersas y de baja magnitud, asociadas fundamentalmente a actividades constructivas y de mantenimiento.

III.2.4 Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido

El Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 06 de diciembre de 1982 y tiene por objeto establecer las disposiciones para la prevención y control de la contaminación ambiental generada por la emisión de ruido que pueda ocasionar molestias, desequilibrios ecológicos o afectaciones a la salud humana.

El **artículo 8** del Reglamento establece lo siguiente:

> *"Artículo 8.- Los responsables de las fuentes emisoras de ruido deberán proporcionar a la Secretaría la información que ésta les requiera para verificar el cumplimiento de las disposiciones previstas en el presente Reglamento."*

Se dará cumplimiento a las disposiciones ambientales aplicables en materia de prevención y control de ruido, proporcionando a la autoridad competente, en caso de ser requerido, la información técnica relacionada con las fuentes emisoras de ruido asociadas a las distintas etapas del Proyecto. Asimismo, durante la ejecución de las obras se implementarán acciones de supervisión ambiental y control operativo orientadas a verificar el adecuado funcionamiento de maquinaria, vehículos y equipos utilizados durante las actividades constructivas y de mantenimiento.

El **artículo 11** del citado Reglamento establece lo siguiente:

> *"Artículo 11.- -El nivel de emisión de ruido máximo permisible en fuentes fijas es de 68 dB (A) de las seis a las veintidós horas, y de 65 dB de las veintidós a las seis horas…"*

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se generarán emisiones temporales de ruido derivadas principalmente de la operación de maquinaria, equipo de construcción, vehículos de transporte y actividades de montaje de infraestructura. Asimismo, durante la etapa de operación podrán presentarse emisiones sonoras asociadas al funcionamiento normal de los equipos eléctricos y a las actividades periódicas de mantenimiento.

En atención a lo dispuesto en el artículo 11, el Proyecto implementará medidas orientadas a prevenir y reducir la generación de ruido ambiental, incluyendo el mantenimiento preventivo de maquinaria y equipos, la programación de actividades constructivas en horarios apropiados y la aplicación de buenas prácticas operativas, procurando el cumplimiento de los límites y disposiciones aplicables en materia de contaminación por ruido.

El **artículo 29** del Reglamento establece lo siguiente:

> *"Artículo 29.- Para efectos de prevenir y controlar la contaminación ambiental originada por la emisión de ruido, ocasionada por automóviles, camiones, autobuses, tracto-camiones y similares..."*

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se requerirá el tránsito temporal de camiones de carga, maquinaria pesada y vehículos de apoyo para el transporte de materiales, equipos y personal. Por tal motivo, se aplicarán medidas de control orientadas a reducir las emisiones sonoras generadas por fuentes móviles, incluyendo el mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria, el control operativo de las actividades de obra y la supervisión de las condiciones de funcionamiento de los equipos utilizados, en cumplimiento de la normatividad aplicable en materia de contaminación por ruido.

III.2.5 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable fue publicada en el DOF el 5 de junio de 2018 y su última reforma el 26 de abril del 2021, y tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país, así como promover el desarrollo forestal sustentable.

La vinculación del Proyecto con este ordenamiento deriva de la presencia de cobertura vegetal en el área donde se pretende desarrollar la infraestructura proyectada, por lo que durante su ejecución deberán observarse las disposiciones legales y administrativas aplicables en materia forestal, de conformidad con las atribuciones de las autoridades competentes.

La presente Manifestación de Impacto Ambiental incorpora la caracterización de la vegetación existente en el sitio del Proyecto y la evaluación de los impactos ambientales asociados a su remoción, con la finalidad de proporcionar los elementos técnicos necesarios para la valoración ambiental integral de la obra.

III.2.6 Ley de Aguas Nacionales (LAN)

El 01 de diciembre de 1992 se publicó en el DOF la Ley de Aguas Nacionales, y su última reforma el 24 de marzo de 2016. Dicha Ley tiene por objeto regular la explotación, uso, aprovechamiento, distribución, control y preservación de las aguas nacionales, así como de los bienes públicos inherentes a las mismas.

El Proyecto es congruente con las disposiciones de la Ley de Aguas Nacionales, toda vez que no contempla la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales, ni la construcción de obras dentro de cauces, vasos, zonas federales o cualquier otro bien nacional administrado por la Comisión Nacional del Agua.
Asimismo, durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento no se prevé la modificación, desvío, obstrucción o afectación de escurrimientos superficiales naturales, cuerpos de agua o infraestructura hidráulica existente.
De igual forma, se implementarán medidas de prevención y control ambiental para evitar el arrastre de materiales, residuos o sustancias contaminantes hacia el suelo o cuerpos de agua cercanos, contribuyendo a la protección de la calidad del recurso hídrico y al cumplimiento de las disposiciones establecidas en la legislación aplicable.

III.2.7 Ley General de la Vida Silvestre (LGVS)

La LGVS se publicó en el DOF con fecha del 03 de julio de 2000, de igual modo se reformó el 19 de diciembre de 2016, Es un instrumento legal que tiene por objeto establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de las entidades federativas, los municipios y las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México en materia de conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat.
El Proyecto guarda congruencia con las disposiciones de dicha Ley, toda vez que durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento se implementarán medidas destinadas a prevenir, minimizar y mitigar los impactos sobre la flora y fauna silvestres presentes en el área de influencia.

En cumplimiento de lo establecido en el **artículo 58** de la LGVS, durante la elaboración del estudio ambiental se realizará la identificación de las especies de flora y fauna presentes en el sitio, verificando su posible inclusión en alguna categoría de riesgo establecida en la normatividad ambiental vigente. En caso de registrarse ejemplares sujetos a protección especial, amenazados o en peligro de extinción, se aplicarán las medidas de manejo, protección y conservación correspondientes.
Asimismo, el Proyecto contempla la ejecución de programas y medidas de prevención, rescate y reubicación de ejemplares de flora y fauna silvestres que pudieran resultar afectados por las actividades constructivas, con el fin de reducir los impactos sobre las poblaciones presentes en el área.

De igual forma, se determinó que el sitio del Proyecto no se localiza dentro de hábitats críticos para la conservación de la vida silvestre ni en áreas que requieran protección especial conforme a lo previsto en el **artículo 63** de la LGVS. Por lo anterior, se considera que el desarrollo del Proyecto es compatible con los objetivos de conservación y protección de la vida silvestre establecidos en la legislación aplicable.

III.2.8 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre (RLGVS)

El Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2006 y reformado por última vez el 9 de mayo de 2014, tiene por objeto regular las disposiciones de la Ley General de Vida Silvestre en materia de conservación, protección y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat.

En este sentido, el Proyecto es congruente con lo establecido en el **artículo 70** del citado Reglamento, toda vez que el sitio seleccionado para su desarrollo no se localiza dentro de áreas identificadas como hábitat crítico para la conservación de la vida silvestre. Por lo anterior, no se prevé la afectación de zonas que requieran medidas especiales de protección para la permanencia y conservación de especies silvestres.

III.2.9 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003 y reformada por última vez el 19 de enero del 2026, establece las bases para la prevención de la generación, valorización y manejo integral de los residuos en el territorio nacional.

En atención a lo dispuesto en los **artículos 18, 19 y 20** de dicho ordenamiento, durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto se implementarán medidas para la adecuada separación, clasificación, almacenamiento temporal y disposición de los residuos generados. Entre éstos se consideran residuos sólidos urbanos, tales como restos vegetales, papel, cartón, plásticos, vidrio, metales y otros materiales de características similares, los cuales serán manejados conforme a su clasificación y canalizados a los sitios o prestadores de servicio autorizados para su aprovechamiento o disposición final.

Asimismo, las actividades asociadas al mantenimiento de maquinaria, equipos y vehículos podrán generar residuos sujetos a manejo especial y residuos peligrosos, entre ellos aceites lubricantes usados, filtros, estopas y materiales impregnados con hidrocarburos. Por tal motivo, su manejo se realizará de conformidad con la legislación aplicable, a fin de prevenir riesgos al ambiente y a la salud de la población.

Para la gestión de estos residuos se considerarán aspectos relacionados con su volumen de generación, características de peligrosidad, persistencia en el ambiente, potencial de movilidad, capacidad de bioacumulación y posibles vías de exposición para los seres vivos, en concordancia con los criterios establecidos en el **artículo 21** de la LGPGIR.

En consecuencia, las obras y actividades del Proyecto se desarrollarán observando las disposiciones contenidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables en la materia, garantizando un manejo ambientalmente adecuado de los residuos generados durante todas las etapas del Proyecto.

III.2.10 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (RLGPGIR)

El Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2006 y su última reforma fue el 31 de octubre de 2014; dicho reglamento tiene por objeto regular las disposiciones de la Ley en materia de prevención, valorización y manejo integral de residuos.

Para el desarrollo del Proyecto, se dará cumplimiento a las disposiciones establecidas en los **artículos 35 al 41** del RLGPGIR, relativas a la identificación y clasificación de los residuos peligrosos que pudieran generarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. Lo anterior permitirá determinar las características de peligrosidad de los residuos generados y establecer las

medidas necesarias para su manejo, almacenamiento temporal, transporte y disposición final conforme a la normatividad aplicable.

Asimismo, en caso de generarse residuos peligrosos derivados de actividades de mantenimiento de maquinaria, equipos o vehículos, se observarán las disposiciones contenidas en los **artículos 42, 43, 44, 45 y 47** del citado Reglamento, referentes a la determinación de la categoría del generador y, en su caso, a las obligaciones relacionadas con el registro correspondiente ante la Secretaría.

En consecuencia, se implementará las acciones necesarias para garantizar que la gestión de los residuos peligrosos se realice de manera ambientalmente adecuada, minimizando riesgos para la salud humana y los ecosistemas, y asegurando el cumplimiento de las obligaciones establecidas en el RLGPGIR y demás disposiciones jurídicas aplicables.

III.2.11 Ley General del Cambio Climático (LGCC)

La Ley General de Cambio Climático, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012 y su última reforma el 01 de abril de 2024, tiene por objeto regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático, así como promover el desarrollo sustentable mediante la reducción de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero.

El Proyecto se vincula con lo dispuesto en el **artículo 2, fracciones I, II y V** de la LGCC, las cuales establecen lo siguiente:

> *"Artículo 2o. Esta Ley tiene por objeto:*
>
> > *I. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero;*
> >
> > *II. Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para que México contribuya a lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático considerando, en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma;…*
> >
> > *V. Fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático;…"*

La vinculación del Proyecto con las disposiciones antes citadas radica en que contempla la implementación de medidas de prevención, mitigación y, en su caso, compensación ambiental orientadas a minimizar los

impactos derivados de las actividades previstas durante sus distintas etapas de desarrollo. Dichas acciones contribuirán a la protección del medio ambiente, al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y al mantenimiento de las condiciones ecológicas del área de influencia.

De igual manera, el Proyecto se relaciona con lo establecido en el **artículo 7, fracción VI**, de la citada Ley, que faculta a la Federación para establecer e instrumentar acciones de mitigación y adaptación al cambio climático en diversos sectores productivos. En este sentido, el promovente adoptará medidas de prevención y manejo ambiental que permitan disminuir la generación de emisiones asociadas al uso de maquinaria, vehículos y equipos durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Asimismo, el **artículo 32 de** la LGCC establece que la política nacional de mitigación deberá promover la reducción de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, así como el fortalecimiento de capacidades para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. En congruencia con dicho precepto, el Proyecto considera la aplicación de medidas de manejo ambiental, control de residuos, protección de la vegetación y restauración de las áreas que pudieran resultar afectadas temporalmente por las obras, favoreciendo la conservación de los servicios ecosistémicos y la capacidad de resiliencia del entorno.

Adicionalmente, las acciones de rescate y reubicación de flora y fauna, restauración ambiental y vigilancia del cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas en el presente estudio contribuirán a mantener el equilibrio ecológico del área del Proyecto y a reducir los efectos ambientales asociados a su desarrollo, observando los principios de prevención, sustentabilidad y responsabilidad ambiental previstos en la LGCC.

Por lo anterior, se considera que el Proyecto es congruente con los objetivos y disposiciones de la Ley General de Cambio Climático, al incorporar medidas orientadas a prevenir, minimizar y compensar los impactos ambientales, contribuyendo al desarrollo sustentable y a la protección de los recursos naturales.

III.2.12 Ley de la Industria Eléctrica (LIE)

La Ley de la Industria Eléctrica, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de agosto de 2014 y sus reformas vigentes, tiene por objeto regular la planeación y el desarrollo de la industria eléctrica, promoviendo su operación continua, eficiente, segura y sustentable, así como el cumplimiento de las obligaciones de servicio público, el aprovechamiento de energías limpias y la reducción de emisiones contaminantes.

El Proyecto se vincula con lo establecido en los **artículos 1, 2, 4 y 6** de la citada Ley, al formar parte de la infraestructura destinada a la transmisión y distribución de energía eléctrica, actividades consideradas de utilidad pública y sujetas a criterios de eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad. En este sentido, la construcción y operación de la Subestación Eléctrica de Maniobras

contribuirá al fortalecimiento de la infraestructura eléctrica regional, favoreciendo la confiabilidad y continuidad del suministro de energía.
Asimismo, el Proyecto es congruente con lo previsto en el **artículo 14**, que establece que la planeación y ampliación de la Red Nacional de Transmisión deberá atender criterios de eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad, aspectos considerados en el diseño, construcción y operación de la infraestructura proyectada.

De igual forma, resulta aplicable lo dispuesto en los **artículos 33 y 40**, en virtud de que las instalaciones eléctricas deberán cumplir las especificaciones técnicas, operativas y de seguridad que resulten procedentes para su construcción y funcionamiento, garantizando la protección de las personas, los bienes y el medio ambiente.

En virtud de lo anterior, se considera que el Proyecto es congruente con los principios y disposiciones establecidos en la Ley de la Industria Eléctrica, al contribuir al fortalecimiento de la infraestructura eléctrica bajo criterios de seguridad, confiabilidad, eficiencia y sustentabilidad, incorporando medidas de prevención y mitigación ambiental durante sus distintas etapas de desarrollo.

III.2.13 Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica (RLIE)

El 31 de octubre de 2014 se publicó en el DOF el Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica, mismo que tiene por objeto establecer las disposiciones que regulan la planeación y control operativo del Sistema Eléctrico Nacional, así como las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de la industria eléctrica; procurar el cumplimiento de las obligaciones de Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica y de servicio universal que propicien la operación continua, eficiente y segura de la Industria Eléctrica.

De acuerdo con la naturaleza del Proyecto este deberá dar cumplimiento a lo dispuesto en los artículos 33 y 40 de la Ley de la Industria Eléctrica, así como a los artículos 86 y 87 de su Reglamento, relativos a las especificaciones técnicas, operativas y de seguridad aplicables a las instalaciones eléctricas, garantizando que la infraestructura proyectada se desarrolle bajo condiciones adecuadas para la protección de las personas, los bienes y el medio ambiente, así como para la prestación eficiente y confiable del servicio eléctrico.

III.3 Normas Oficiales Mexicanas

En el presente apartado se identifican y analizan los Lineamientos del Banco Mundial y las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que resultan aplicables a las distintas etapas del Proyecto, considerando la naturaleza de las obras y actividades previstas. Lo anterior incluye aspectos relacionados con la protección y conservación de la flora y fauna silvestres, la prevención y control de emisiones a la atmósfera y ruido ambiental, el manejo integral de residuos, la protección del suelo y del agua, así como las medidas de seguridad y control ambiental aplicables durante las etapas del Proyecto.

III.3.1 Normas Materia de Aguas Residuales

Durante las etapas de construcción y operación del Proyecto se generarán aguas residuales de origen sanitario asociadas a las actividades del personal. Por tal motivo, se analizaron las Normas Oficiales Mexicanas aplicables en materia de aguas residuales, con la finalidad de determinar su campo de aplicación y la vinculación correspondiente con las obras y actividades previstas para el desarrollo del Proyecto.

TABLA 23 NORMAS OFICIALES MEXICANAS EN MATERIA DE AGUAS RESIDUALES

Norma Oficial Mexicana	Objetivo	Fecha de publicación	Campo de aplicación	Vinculación
NOM-001-SEMARNAT-2021	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la Nación.	11/03/2022 D.O.F.	La Norma es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Esta NOM no se aplica a las descargas de aguas provenientes de drenajes separados de aguas pluviales.	El Proyecto no contempla descargas de aguas residuales a cuerpos receptores propiedad de la Nación, toda vez que las aguas residuales sanitarias generadas en la caseta de control serán conducidas a un sistema de tratamiento y disposición conformado por fosa séptica y pozo de absorción.
NOM-002-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	3/06/1998 D.O.F.	La Norma es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Esta Norma no se aplica a la descarga de las aguas residuales domésticas, pluviales, ni a las generadas por la industria, que sean distintas a las aguas residuales de proceso y conducidas por drenaje separado.	El Proyecto no contempla la descarga de aguas residuales al sistema de alcantarillado urbano o municipal, debido a que contará con infraestructura sanitaria propia integrada por fosa séptica y pozo de absorción.
NOM-003-SEMARNAT-1997	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.	21/09/1998 D.O.F	La Norma es de observancia obligatoria para las entidades públicas responsables de su tratamiento y reúso.	El Proyecto no contempla el tratamiento y reúso de aguas residuales para servicios al público, por lo que no se actualizan los supuestos de aplicación de esta Norma.

III.3.2 Normas en Materia de Protección de Flora y Fauna

Las actividades previstas para el desarrollo del Proyecto implican la remoción de vegetación y la modificación temporal de las condiciones del sitio, por lo que se analizaron las Normas Oficiales Mexicanas aplicables en materia de protección de flora y fauna silvestres, con la finalidad de identificar su campo de aplicación y la vinculación correspondiente con las obras y actividades proyectadas.

TABLA 24 NORMAS OFICIALES MEXICANAS EN MATERIA DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA

Norma Oficial Mexicana	Objetivo	Fecha de publicación	Campo de aplicación	Vinculación
NOM-059-SEMARNAT-2010	Protección ambiental–Especies nativas de México de flora y fauna silvestres–Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio–Lista de especies en riesgo.	30/12/2010 D.O.F.	Es de observancia obligatoria para la identificación y protección de especies de flora y fauna silvestres sujetas a alguna categoría de riesgo.	Durante la caracterización biológica del sitio se identificaron las especies de flora y fauna presentes en el área de influencia, verificando su posible inclusión en alguna categoría de riesgo. Asimismo, previo al inicio de las actividades de desmonte y despalme se implementarán medidas de protección, rescate y reubicación de ejemplares de flora y fauna silvestres que pudieran resultar afectados por la ejecución de las obras.

III.3.3 Normas en Materia de Medición de Concentraciones, Emisión de fuentes fijas y Emisión de fuentes móviles.

Las actividades previstas para el desarrollo del Proyecto involucran el uso temporal de maquinaria, equipos y vehículos que pueden generar emisiones atmosféricas durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación. Por ello, se analizaron las Normas Oficiales Mexicanas aplicables en materia de emisiones a la atmósfera, con el fin de identificar su campo de aplicación y la vinculación correspondiente con las actividades del Proyecto.

TABLA 25 NORMAS EN MATERIA DE MATERIA DE MEDICIÓN DE CONCENTRACIONES, EMISIÓN DE FUENTES FIJAS Y EMISIÓN DE FUENTES MÓVILES.

Norma Oficial Mexicana	Objetivo	Fecha de publicación	Campo de aplicación	Vinculación
NOM-045-SEMARNAT-2017	Protección ambiental - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	8/3/2018 D.O.F.	Vehículos automotores que utilizan diésel como combustible.	Durante las etapas del Proyecto se empleará maquinaria pesada, camiones de carga y equipos que utilizan diésel como combustible, por lo que se procurará su mantenimiento preventivo para minimizar emisiones contaminantes.

III.3.4 Normas en Materia de Contaminación por Ruido

Las actividades previstas para el desarrollo del Proyecto involucran el uso temporal de maquinaria, equipos y vehículos que pueden generar emisiones sonoras durante las etapas de preparación del sitio, construcción y mantenimiento. Por tal motivo, se analizaron las Normas Oficiales Mexicanas aplicables en materia de contaminación por ruido, a fin de identificar su campo de aplicación y la vinculación correspondiente con las actividades proyectadas.

TABLA 26 NORMAS EN MATERIA DE MATERIA DE CONTAMINACIÓN POR RUIDO

Norma Oficial Mexicana	Objetivo	Fecha de publicación	Campo de aplicación	Vinculación
NOM-080-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	13/01/1995 D.O.F.	Es de observancia obligatoria para los vehículos automotores en circulación.	Durante las operaciones del Proyecto se empleará temporalmente de camiones, vehículos de transporte y unidades de apoyo durante las etapas de preparación del sitio, construcción y mantenimiento del Proyecto.
NOM-081-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	13/01/1995 D.O.F.	Es de observancia obligatoria para los responsables de fuentes fijas que generen emisiones de ruido al ambiente.	Durante las etapas el Proyecto se utilizará maquinaria pesada, equipos de construcción y vehículos de transporte que generarán emisiones sonoras temporales. Por tal motivo, se implementarán medidas de control orientadas a minimizar la generación de ruido y prevenir afectaciones al entorno.

III.3.5 Normas en Materia de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial

Las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto generarán residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial derivados de la presencia de personal, el uso de materiales de construcción, las actividades de mantenimiento y la operación de las instalaciones. Por tal motivo, se analizaron las Normas Oficiales Mexicanas aplicables en materia de residuos, con la finalidad de identificar su campo de aplicación y la vinculación correspondiente con las actividades previstas para el desarrollo del Proyecto.

TABLA 27 NORMAS EN MATERIA DE MATERIA DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS Y DE MANEJO ESPECIAL

Norma Oficial Mexicana	Objetivo	Fecha de publicación	Campo de aplicación	Vinculación
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.	20/10/2004 D.O.F.	Es de observancia obligatoria para los responsables de la disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	El Proyecto no contempla la construcción de sitios para el manejo de este tipo de residuos, sin embargo, aquellos residuos generados durante las etapas del Proyecto serán entregados a prestadores de servicio o trasladados a sitios autorizados conforme a la normatividad aplicable.
NOM-161-SEMARNAT-2011	Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.	01/02/2013 D.O.F.	Es de observancia obligatoria para los generadores de residuos de manejo especial y para quienes formulen planes de manejo de dichos residuos.	Aplica debido a la generación de residuos de manejo especial asociados a las actividades de construcción, mantenimiento y operación del Proyecto.

III.3.6 Normas en Materia de Residuos Peligrosos

Durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto podrán generarse residuos peligrosos asociados principalmente al mantenimiento de maquinaria, vehículos y equipos, así como al manejo de lubricantes, combustibles y otros materiales auxiliares. Por tal motivo, se analizaron las Normas Oficiales Mexicanas aplicables en materia de residuos peligrosos, con la finalidad de identificar su campo de aplicación y la vinculación correspondiente con las actividades previstas para el desarrollo del Proyecto.

TABLA 28 NORMAS OFICIALES MEXICANAS EN MATERIA DE RESIDUOS PELIGROSOS

Norma Oficial Mexicana	Objetivo	Fecha de publicación	Campo de aplicación	Vinculación
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	23/06/2006 D.O.F.	Es de observancia obligatoria para la identificación y clasificación de los residuos peligrosos generados en territorio nacional.	Aplica debido a la posible generación de residuos peligrosos derivados del mantenimiento de maquinaria, vehículos y equipos utilizados durante las distintas etapas del Proyecto.
NOM-054-SEMARNAT-1993	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como	22/10/1993 D.O.F.	Es de observancia obligatoria para determinar la incompatibilidad entre residuos peligrosos.	Aplica al manejo y almacenamiento temporal de residuos peligrosos que pudieran generarse durante las actividades de construcción,

	peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005.			operación y mantenimiento del Proyecto.

III.3.7 Normas en Materia de Seguridad e Higiene

Las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto implican la ejecución de trabajos civiles, electromecánicos y de mantenimiento que requieren la aplicación de medidas orientadas a la protección de la integridad física del personal y a la prevención de riesgos laborales. Por tal motivo, se analizaron las Normas Oficiales Mexicanas aplicables en materia de seguridad e higiene en el trabajo, con la finalidad de identificar su campo de aplicación y la vinculación correspondiente con las actividades previstas para el desarrollo del Proyecto.

TABLA 29 NORMAS OFICIALES MEXICANAS EN MATERIA DE SEGURIDAD E HIGIENE

Norma Oficial Mexicana	Objetivo	Fecha de publicación	Campo de aplicación	Vinculación
NOM-001-STPS-2008	Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo. Condiciones de seguridad.	24/11/2008 D.O.F.	Establece condiciones de seguridad en centros de trabajo.	Aplica a las instalaciones temporales y permanentes asociadas a las actividades del Proyecto.
NOM-002-STPS-2010	Condiciones de seguridad. Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.	09/12/2010 D.O.F.	Establece medidas para la prevención y protección contra incendios.	Aplica debido a la presencia de equipos eléctricos, combustibles y materiales susceptibles de generar riesgos de incendio.
NOM-011-STPS-2001	Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.	17/04/2002 D.O.F.	Es de observancia obligatoria en los centros de trabajo donde exista exposición de los trabajadores a ruido.	Aplica debido a la exposición temporal del personal al ruido generado por maquinaria, equipos de construcción y actividades de mantenimiento durante las distintas etapas del Proyecto.
NOM-017-STPS-2008	Equipo de protección personal. Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.	09/12/2008 D.O.F.	Establece los requisitos para la selección y uso de equipo de protección personal.	Aplica durante las actividades de construcción, operación y mantenimiento del Proyecto.
NOM-026-STPS-2008	Colores y señales de seguridad e higiene e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.	25/11/2008 D.O.F.	Establece criterios para señalización e identificación de riesgos.	Aplica para la señalización de áreas de trabajo, equipos e infraestructura asociada al Proyecto.
NOM-029-STPS-2011	Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo. Condiciones de seguridad.	29/12/2011 D.O.F.	Establece condiciones de seguridad para trabajos en instalaciones eléctricas.	Aplica debido a la naturaleza eléctrica del Proyecto y a las actividades de operación y mantenimiento de la subestación.

III.4 Instrumentos de Política Ambiental

Los instrumentos de política ambiental constituyen mecanismos de planeación y regulación orientados a promover el uso sustentable del territorio, la conservación de los recursos naturales y la compatibilidad entre las actividades productivas y las características ambientales de cada región. En este sentido, permiten establecer criterios, lineamientos y estrategias para orientar el desarrollo de obras y actividades, considerando las condiciones ecológicas, sociales y económicas del territorio.

De conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), el ordenamiento ecológico del territorio es un instrumento de política ambiental cuyo propósito es regular o inducir los usos del suelo y las actividades productivas, con el fin de proteger el medio ambiente, preservar los ecosistemas y promover el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Por lo anterior, se analizó la congruencia del Proyecto con los instrumentos de planeación y ordenamiento territorial aplicables al área de estudio, incluyendo los programas de ordenamiento ecológico de los distintos ámbitos de gobierno, los instrumentos de conservación ambiental, los programas de desarrollo urbano y las disposiciones municipales vigentes, con la finalidad de verificar la compatibilidad de las obras y actividades proyectadas con las políticas, criterios y lineamientos establecidos para la zona donde se pretende desarrollar el Proyecto.

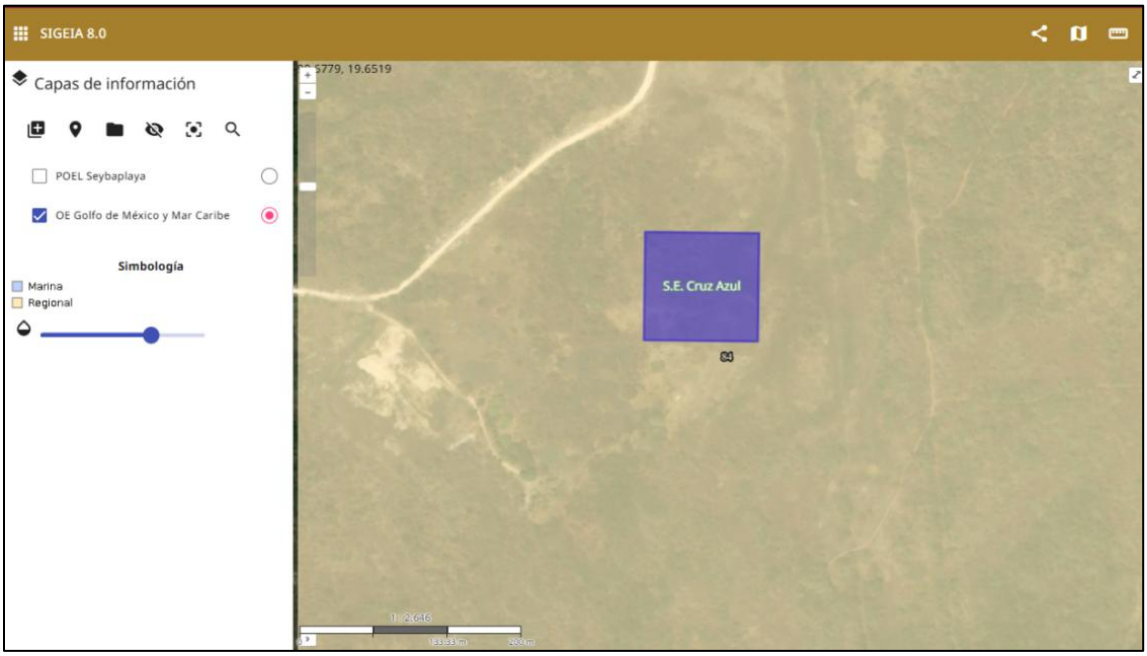
III.4.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMRGMCM)

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMRGMCM), publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012, constituye el instrumento de política ambiental que regula el uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en la región marina y costera del Golfo de México y Mar Caribe, mediante el establecimiento de unidades de gestión ambiental, lineamientos, estrategias y criterios ecológicos orientados a la protección de los ecosistemas y al desarrollo ordenado de las actividades productivas.

Dentro de este instrumento se reconoce la **Zona Costera Inmediata de la Sonda de Campeche**, la cual comprende la franja marina adyacente al litoral campechano y constituye un área de relevancia ecológica y económica debido a la presencia de actividades pesqueras, portuarias, turísticas y de aprovechamiento de hidrocarburos. Para esta zona se establecen criterios y acciones específicas orientadas a la conservación de los ecosistemas marinos y costeros, así como al aprovechamiento sustentable de sus recursos.

De acuerdo al Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA) versión 8.0. El área donde se pretende desarrollar el Proyecto se ubica dentro de la **Unidad de Gestión Ambiental Regional (UGA) 84**, localizada en el estado de Campeche e incluida dentro de la **Zona Costera Inmediata de la Sonda de Campeche**, definida por el POEMRGMCM.

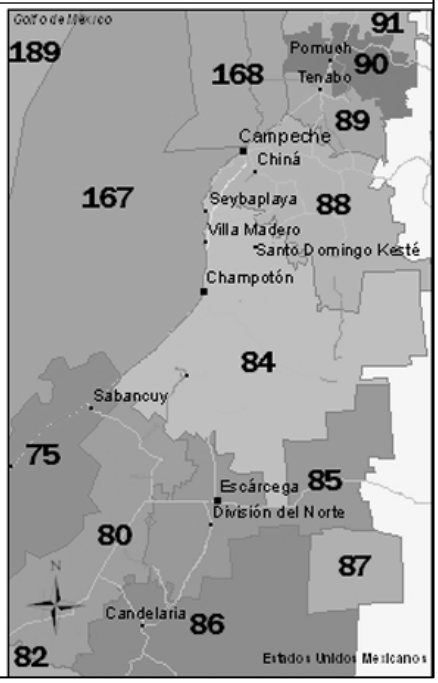
FIGURA 6 UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO



Fuente: SIGEIA 8.0

En virtud de ello, se analizaron los criterios ecológicos y estrategias aplicables a dicha unidad con la finalidad de evaluar la compatibilidad de las obras y actividades proyectadas con las políticas de ordenamiento ambiental establecidas para la región.

Unidad de Gestión Ambiental #:84		
Tipo de UGA	Regional	**Mapa**
Nombre:	Champotón	
Municipio:	Champotón	
Estado:	Campeche	
Población:	75,364 Habitantes	
Superficie:	686,835.282 Ha.	
Subregión:	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Sonda de Campeche	
Islas:		
Puerto Turístico		
Puerto Comercial		
Puerto Pesquero		
Nota:		



Asimismo, al ubicarse el Proyecto dentro de la **Zona Costera Inmediata de la Sonda de Campeche**, le resultan aplicables los criterios de regulación ecológica establecidos para dicha zona, los cuales fueron analizados con la finalidad de evaluar la compatibilidad de las obras y actividades proyectadas con los objetivos de conservación y aprovechamiento sustentable previstos en el POEMRGMCM.

TABLA 30 CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA PARA LA ZONA COSTERA INMEDIATA DE LA SONDA DE CAMPECHE Y SU VINCULACIÓN CON EL PROYECTO.

Clave	Criterios de regulación ecológica	Vinculación con el Proyecto
ZSC-01	Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en las áreas ocupadas por dichas formaciones.	El Proyecto se localiza en un predio terrestre y no contempla obras en ambientes arrecifales ni en ecosistemas marinos.
ZSC-02	Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o Proyecto. En todo caso, los estudios de impacto ambiental de obras y actividades en esta zona, deberán considerar estudios que demuestren la no afectación y pérdida de estos ecosistemas.	**E**l Proyecto se desarrolla fuera de ecosistemas marinos y no contempla actividades que impliquen afectación a pastos marinos.
ZSC-03	Sólo se permitirá la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y en las demás disposiciones jurídicas aplicables.	El Proyecto no contempla captura o aprovechamiento de fauna silvestre. En caso de requerirse rescate o reubicación de ejemplares durante las actividades de preparación del sitio, dichas acciones se realizarán conforme a la normatividad aplicable y bajo criterios técnicos especializados.
ZSC-04	Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de posibles puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite.	El Proyecto no contempla infraestructura marítima ni puntos de anclaje.
ZSC-05	La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otros ecosistemas representativos, sólo podrá llevarse a cabo bajo las disposiciones aplicables de la Ley General de Vida Silvestre y demás normatividad aplicable.	No se realizarán actividades en arrecifes o ecosistemas marinos.
ZSC-06	La construcción de estructuras promotoras de playas deberá estar avaladas por las autoridades competentes y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera para este fin.	**No aplica.** El Proyecto no contempla obras de protección, recuperación o modificación de playas.
ZSC-07	Como una medida preventiva para evitar contaminación marina debe evitarse el vertimiento de hidrocarburos y otros residuos peligrosos en los cuerpos de agua.	El Proyecto implementará medidas para el manejo adecuado de combustibles, lubricantes y residuos peligrosos, así como acciones preventivas para evitar derrames y la contaminación de cuerpos de agua superficiales o subterráneos.

ZSC-08	En las obras o actividades relacionadas con muelles de gran tamaño se deberá evitar la afectación de los procesos de transporte litoral, de calidad del agua marina y de las comunidades marinas biológicas y considerar el efecto de las actividades en tierra de este tipo de infraestructura sobre las características cársticas de la zona.	El Proyecto no contempla muelles, instalaciones portuarias ni infraestructura marítima.
ZSC-09	Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.	El Proyecto se ubica fuera de zonas arrecifales y no contempla actividades en ecosistemas marinos.
ZSC-10	Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.	El Proyecto no contempla actividades pesqueras ni utilización de embarcaciones.
ZSC-11	Se requerirá que, en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.	El Proyecto no considera obras de dragado, canalización o modificación de cuerpos de agua.
ZSC-12	Los Proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500TRB [Toneladas de Registro Bruto] y/o 49 pies de eslora), deberán evitar la afectación de los procesos de transporte litoral, la calidad del agua marina y de las comunidades marinas presentes en la zona.	El Proyecto no contempla infraestructura portuaria o marítima.
ZSC-13	Por las características de los efluentes de los sistemas asociados a la zona limítrofe entre la Península de Yucatán y el sistema deltaico de Tabasco todos ellos ricos en nutrientes de origen terrígeno, se recomienda en las UGA Regionales correspondientes (UGA:84, y UGA:88) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Golfo de México.	Aunque el Proyecto se localiza en una UGA incluida en la Zona Costera Inmediata de la Sonda de Campeche, su desarrollo incorpora medidas de prevención, mitigación y control ambiental orientadas a proteger los recursos naturales, minimizar la afectación a los ecosistemas y mantener la funcionalidad ambiental del territorio.

Por otra parte, considerando la amplitud de acciones generales y acciones específicas aplicables a la **UGA 84** dentro del POEMRGMCM, se seleccionaron aquellos que guardan relación directa con la naturaleza, ubicación y alcance del Proyecto. **(Ver Tablas 31 y 32)**.

En consecuencia, el siguiente análisis se centra en las disposiciones relacionadas con la protección de los recursos hídricos, la conservación de la biodiversidad, el manejo integral de residuos, la prevención de la contaminación, la gestión de riesgos, el cambio de uso de suelo, el desarrollo de infraestructura y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, excluyendo aquellas asociadas exclusivamente a actividades pesqueras, acuícolas, portuarias, turísticas o marinas que no forman parte de las obras y actividades propuestas.

TABLA 31 VINCULACIÓN CON LAS ACCIONES GENERALES DE LA UGA 84

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el Proyecto
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	El Proyecto contempla medidas para el manejo eficiente del recurso hídrico mediante el control de escurrimientos superficiales, la infiltración de aguas pluviales y el adecuado manejo de las aguas residuales sanitarias generadas durante su operación.
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	El Proyecto contempla la implementación de medidas de protección, rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, así como supervisión ambiental durante las actividades de preparación del sitio y construcción.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	Durante las distintas etapas del Proyecto se implementarán medidas para reducir emisiones atmosféricas asociadas al uso de maquinaria y vehículos, promoviendo además el uso eficiente de la energía.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	La infraestructura se desarrollará sobre una superficie previamente delimitada, procurando minimizar la remoción de vegetación y las afectaciones a la conectividad ecológica del entorno.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	El Proyecto no contempla la introducción de especies exóticas o invasoras y mantendrá medidas de control ambiental para proteger la vegetación nativa presente en el área de influencia.
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	Se contemplan medidas de restauración ambiental y restauración vegetal de áreas temporalmente afectadas, conforme a las disposiciones que determine la autoridad competente.
G028	Promover el uso de energías renovables.	El Proyecto forma parte de la infraestructura eléctrica regional y considera el empleo de equipos modernos y eficientes para su operación.
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	

G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	El Proyecto contempla medidas de seguridad, procedimientos de atención a emergencias y acciones preventivas para la atención de contingencias naturales y operativas.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	Se implementará un programa de manejo integral de residuos que incluirá separación, almacenamiento temporal y disposición final conforme a la normatividad aplicable.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	Los residuos peligrosos que eventualmente se generen serán manejados, almacenados y dispuestos conforme a la LGPGIR y demás disposiciones aplicables.
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	El diseño del Proyecto considera las características kársticas e hidrológicas del sitio, implementando medidas para evitar alteraciones significativas a la dinámica natural del agua.

TABLA 32 VINCULACIÓN DE LAS ACCIONES ESPECÍFICAS DE LA UGA 84

Clave	Acciones Específicas	Vinculación con el Prpyecto
A004	Promover acciones para el mantenimiento del flujo hidrológico a nivel de cuencas y microcuencas, para evitar el azolve y las inundaciones en las partes bajas.	El Proyecto considera medidas para el manejo de escurrimientos y la conservación de las condiciones hidrológicas naturales del sitio.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	El diseño del Proyecto favorece la infiltración natural de las aguas pluviales dentro del predio, contribuyendo a la recarga local del subsuelo.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	Se prevén medidas de restauración y restauración vegetal de áreas temporalmente afectadas por las obras.
A018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	El Proyecto contempla medidas de rescate y protección de flora y fauna silvestre, así como procedimientos de actuación en caso de identificar especies sujetas a protección.
A021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.	Se implementarán medidas de control de emisiones atmosféricas, manejo de residuos y prevención de contaminación del suelo y agua.
A023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	El Proyecto considera medidas de prevención de derrames, manejo adecuado de residuos y protección del suelo durante todas sus etapas.
A024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de	Se procurará el mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos para reducir emisiones contaminantes.

	la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.	
A025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	Los residuos peligrosos serán manejados conforme a los procedimientos y disposiciones ambientales aplicables.
A026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	El Proyecto contempla el uso de equipos y tecnologías modernas que favorecen una operación eficiente y segura.
A037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	Aunque el Proyecto no corresponde a una instalación de generación solar, forma parte de la infraestructura eléctrica que contribuye al fortalecimiento del sistema eléctrico regional.
A057	Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.	La selección del sitio consideró las condiciones físicas y ambientales del terreno para minimizar riesgos asociados a su desarrollo.
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	El Proyecto contempla procedimientos de seguridad y atención a contingencias durante las etapas de construcción y operación.
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	Se implementarán medidas para el manejo integral de residuos conforme a la normatividad aplicable.
A068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	El Proyecto contará con procedimientos para la separación, almacenamiento temporal y disposición final de residuos.
A069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	
A075	La construcción, modernización y ampliación de la infraestructura carretera deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre éstos: flujos hidrológicos, conectividad de ecosistemas, especies en riesgo, recarga de acuíferos y hábitats críticos.	El diseño y ejecución del Proyecto consideran medidas para minimizar afectaciones a la vegetación, fauna, suelo, recursos hídricos y conectividad ecológica.
A100	Todas las obras de infraestructura de comunicaciones, desarrollos productivos y turísticos a realizarse en los municipios de Carmen, Candelaria, Escárcega, Campeche, Champotón, Tenabo, Hecelchakán y Calkiní, deberán apegarse a la normatividad aplicable, incluyendo la LGEEPA, la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, y la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Campeche para garantizar que no se afectará el flujo y régimen hídrico o laminar y subterráneo de la zona de influencia del Proyecto, a fin de evitar afectaciones a centros de población, áreas productivas, servicios	El Proyecto incorpora medidas de protección ambiental orientadas a conservar la dinámica hidrológica y minimizar afectaciones a los ecosistemas presentes en el área de influencia.

	ambientales, la conectividad genética y cambios en la estructura y composición de flora y fauna asociada a sistemas acuáticos.	

III.4.2 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012, constituye el instrumento de política ambiental de observancia obligatoria en el ámbito federal que orienta la incorporación de criterios ambientales en la planeación y ejecución de programas, Proyectos y acciones de la Administración Pública Federal. Su finalidad es promover la protección del medio ambiente, la conservación de los recursos naturales y el aprovechamiento sustentable del territorio mediante la definición de políticas, lineamientos y estrategias ecológicas aplicables a las distintas regiones del país.

Para su implementación, el territorio nacional se organiza en Regiones Ecológicas integradas por Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), las cuales representan unidades territoriales con características homogéneas de clima, relieve, suelo, vegetación y procesos ecológicos. A cada UAB se le asignan políticas ambientales, lineamientos y estrategias ecológicas que sirven de referencia para orientar el desarrollo sustentable de las actividades productivas y de infraestructura.

Con base en el análisis cartográfico realizado, el Proyecto se ubica dentro de la Región Ecológica 5.32 y de la **Unidad Ambiental Biofísica 137** denominada **“Karst y Lomeríos de Campeche”**, para la cual el POEGT establece las políticas ambientales de **Preservación, Aprovechamiento Sustentable y Restauración**, con un nivel de atención alto. Asimismo, para dicha unidad resultan aplicables las estrategias ecológicas **1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 14, 15, 15 Bis, 21, 22, 23, 24, 38 y 44.**

La UAB 137 se caracteriza por la presencia de sistemas kársticos, lomeríos de baja elevación y ecosistemas tropicales que contribuyen al mantenimiento de la biodiversidad y de los procesos ecológicos regionales. En este contexto, la vinculación del Proyecto con el POEGT se sustenta en la incorporación de medidas de prevención, mitigación y control ambiental orientadas a reducir las afectaciones sobre los recursos naturales presentes en el área de influencia.

Entre las acciones consideradas destacan la delimitación de las áreas de intervención, el rescate y reubicación de flora y fauna silvestres, el control de procesos erosivos y escurrimientos superficiales, la estabilización de taludes, el manejo integral de residuos y la restauración de áreas temporalmente afectadas. Asimismo, las obras se desarrollarán dentro de una superficie previamente definida, evitando la expansión innecesaria de las áreas sujetas a remoción de vegetación.

FIGURA 7 UNIDAD AMBIENTAL BIOFÍSICA DEL PROYECTO



Fuente: SIGEIA 8.0

TABLA 33. ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS APLICABLES AL PROYECTO UAB 137

Concepto	Descripción
Clave de Región	5.32
Unidad Ambiental Biofísica (UAB)	137 - Karst y Lomeríos de Campeche
Política ambiental	Preservación, Aprovechamiento Sustentable y Restauración
Nivel de atención	Alta
Sectores rectores del desarrollo	Preservación de la Flora y Fauna
Sectores coadyuvantes del desarrollo	Forestal
Sectores asociados del desarrollo	Ganadería; Turismo
Otros sectores de interés	Minería; Pueblos indígenas
Estrategias aplicables UAB 137	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
A) Preservación	**1.** Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad. **2.** Recuperación de especies en riesgo. **3.** Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.
Vinculación: El Proyecto contempla medidas orientadas a la conservación de los recursos naturales presentes en el área de influencia, incluyendo delimitación de áreas de trabajo, rescate y reubicación de flora y fauna silvestres, supervisión ambiental durante las actividades de desmonte y aplicación de medidas preventivas para minimizar	

afectaciones a la biodiversidad. Asimismo, se realizaron estudios ambientales para caracterizar los componentes biológicos del sitio y evaluar los posibles impactos asociados al desarrollo de la infraestructura.	
B) Aprovechamiento sustentable	**4.** Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. **5.** Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. **6.** Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. **7.** Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. **8.**Valoración de los servicios ambientales.
Vinculación: El Proyecto corresponde a infraestructura estratégica del sector eléctrico y se desarrollará dentro de un área previamente definida, incorporando medidas de manejo ambiental orientadas a minimizar la afectación de los recursos naturales. Entre éstas destacan las acciones para la conservación del suelo, control de erosión, estabilización de taludes y manejo de escurrimientos superficiales, las cuales contribuyen a mantener la estabilidad física del terreno y reducir los impactos sobre la vegetación y los procesos ecológicos del área de influencia.	
C) Protección de los recursos naturales	**12**. Protección de Ecosistemas
D) Dirigidas a la Restauración	**14**. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
Vinculación: El Proyecto incorpora medidas de prevención, mitigación y restauración ambiental dirigidas a proteger los recursos naturales presentes en el sitio. Entre ellas destacan el control de procesos erosivos, la estabilización de superficies expuestas, el manejo adecuado de residuos, la restauración de áreas temporalmente afectadas y la protección de áreas no sujetas a intervención.	
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	**15**. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. **15 bis**. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. **21.** Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. **22**. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. **23**. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).
Vinculación: El Proyecto no involucra actividades mineras, turísticas ni el aprovechamiento de recursos naturales no renovables; sin embargo, considera el uso racional de materiales de construcción y la observancia de la normatividad ambiental aplicable durante todas sus etapas de desarrollo. Adicionalmente, su construcción y operación fortalecerán la infraestructura eléctrica regional, contribuyendo a mejorar la confiabilidad y continuidad del suministro de energía requerido para el desarrollo económico y social de la zona.	
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
A) Suelo Urbano y Vivienda	**24**. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.
E) Desarrollo Social 3	**38**. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.

Vinculación: La ejecución del Proyecto generará empleos temporales durante la etapa de construcción y requerirá la contratación de bienes y servicios locales, contribuyendo al desarrollo económico regional y al fortalecimiento de las capacidades productivas de la población del área de influencia.	
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	**44**. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.
Vinculación: El Proyecto se desarrolla en congruencia con los instrumentos de planeación territorial y ambiental aplicables, incluyendo el POEGT, los programas de ordenamiento ecológico estatal y municipal, así como la normatividad ambiental vigente, promoviendo una ocupación ordenada del territorio y la coordinación entre los distintos niveles de gobierno.	

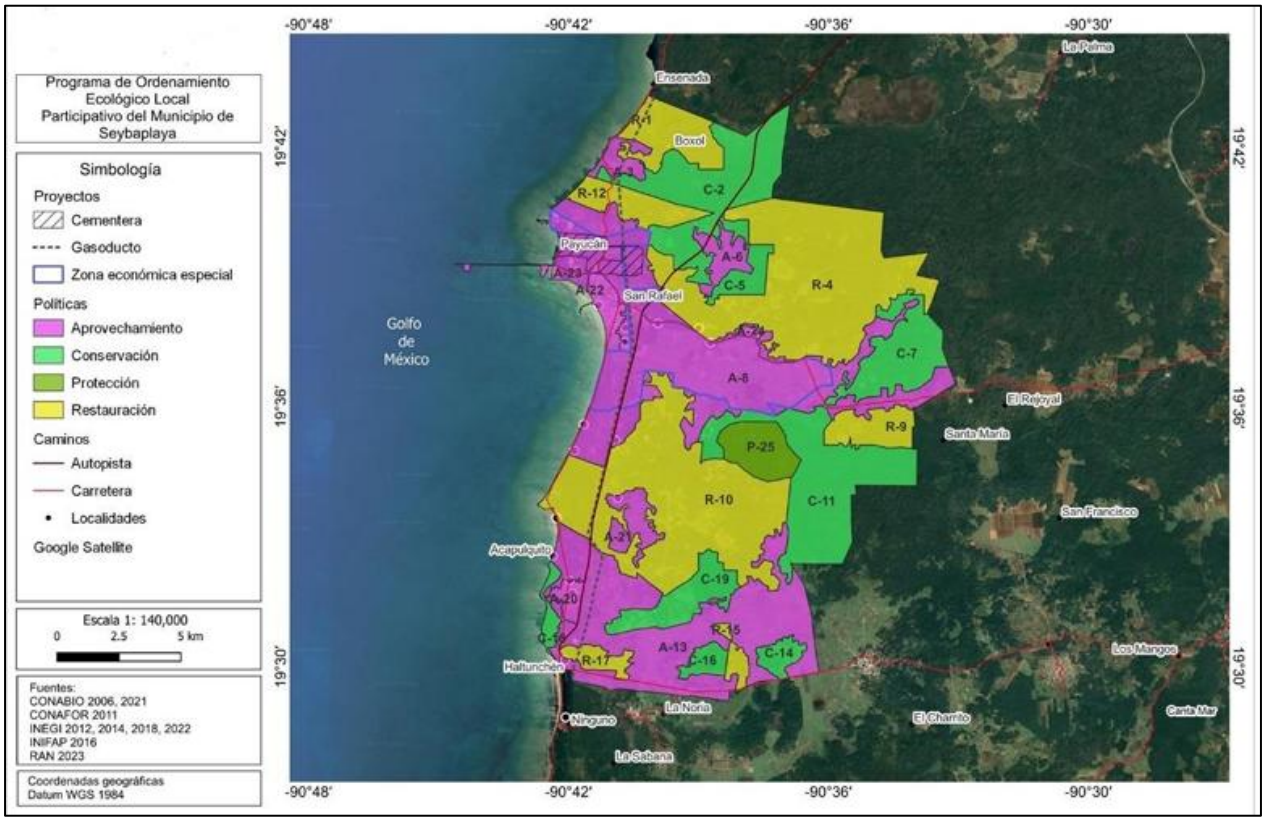
Por lo anterior, se considera que el Proyecto es compatible con las políticas ambientales establecidas para la UAB 137, al incorporar medidas orientadas a la preservación de los recursos naturales, el aprovechamiento sustentable del territorio y la restauración de los componentes ambientales que pudieran resultar afectados durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

III.4.3 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Seybaplaya.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Seybaplaya (POEL), publicado el 08 de agosto de 2024 en el Diario Oficial de la Federación, constituye el instrumento de política ambiental que regula el uso del territorio municipal mediante la definición de políticas, lineamientos, criterios ecológicos y estrategias orientadas a la conservación de los recursos naturales, el aprovechamiento sustentable del territorio y la prevención de conflictos ambientales derivados de las actividades humanas.

Para su aplicación, el POEL divide el territorio municipal en Unidades de Gestión Ambiental (UGA), las cuales corresponden a áreas con características ambientales y socioeconómicas homogéneas a las que se asignan políticas ambientales, usos del suelo y criterios específicos para orientar el desarrollo de las actividades productivas y de infraestructura.

FIGURA 8 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DE SEYBAPLAYA



De acuerdo con el análisis cartográfico realizado, el área donde se pretende desarrollar el Proyecto se localiza dentro de la **UGA A-8**, cuya política ambiental corresponde a **Aprovechamiento**. Para esta unidad se establece como uso propuesto la agricultura de conservación con cultivo de caña de azúcar y como uso compatible condicionado la **infraestructura vial e industrial**, categoría dentro de la cual se integra la infraestructura eléctrica proyectada. Asimismo, la UGA cuenta con criterios ecológicos y estrategias orientadas al manejo sustentable del agua, la conservación de la biodiversidad, la gestión integral de residuos, la prevención de riesgos, la restauración ambiental y el fortalecimiento de las actividades productivas del municipio.

En este contexto, se evaluó la compatibilidad de las obras y actividades asociadas al Proyecto con los criterios ecológicos y estrategias aplicables a la **UGA A-8**, considerando las medidas de prevención, mitigación, restauración y manejo ambiental previstas para las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. El análisis de vinculación correspondiente se presenta a continuación.

TABLA 34 ESTRATEGIAS APLICABLES AL PROYECTO UGA A-8

Concepto	Descripción
Unidad de Gestión Ambiental (UGA)	A-8
Política	Aprovechamiento
Uso propuesto	Agricultura de conservación-cultivo de caña (corte en fresco)
Uso compatible (condicionado)	Industrial, infraestructura vial. No se permite ninguna actividad dentro del derecho de vía del gasoducto (10 metros a cada lado del ducto).
Criterios ecológicos	Agua (A) 3, 4; Área Natural (AN) 2; Agricultura (AG) 1, 2, 3, 4, 5; Biodiversidad (BD) 3, 4, 5, 6, 7; Industrial (IND) 1, 2, 3, 4; S 1, 2; Turismo (TUR) 2, 3, 4
Responsables	**MUNICIPIO**: DP, DOPDUSP-DU, DOPDUSP-OP, DOPDUSP-PC, DDSyE, CDE, CT, CMA, CECD, CSP. **ESTADO**: SEDUMOP, SEDECO, SDA, SB, SEMABICCE, SECTUR, SEPROCI, CAPAE PROAGUA-Organismos operadores, API, INAPESCA. **FEDERACIÓN**: SEMARNAT ZOFEMAT, CONAGUA, CONAFOR
Estrategias aplicables / Líneas de acción UGA A-8	
Estrategia 1. Manejo integral y sustentable del agua	**1.2** MA. Manejo integral de Agua en zonas urbanas rurales y agrícolas **1.5**. Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas, rurales y turísticas.
Vinculación: El Proyecto considera medidas para el manejo sustentable del recurso hídrico, incluyendo el control de escurrimientos superficiales, la prevención de procesos erosivos y el manejo adecuado de aguas residuales sanitarias mediante fosa séptica y pozo de absorción. Asimismo, favorece la infiltración natural de las aguas pluviales, contribuyendo a la conservación de las condiciones hidrológicas del sitio.	
Estrategia 2. Restauración y conservación de suelos	**2.3** Establecer programas de reforestación como soporte a los planes de manejo
Vinculación: El Proyecto contempla la implementación de medidas de restauración ambiental en las áreas que resulten temporalmente afectadas durante su ejecución, así como acciones de restauración vegetal y reforestación conforme a las disposiciones que, en su caso, determine la autoridad competente, contribuyendo a la conservación del suelo y a la recuperación de la cobertura vegetal.	
Estrategia 5. Manejo de ecosistemas costeros	**5.1** Promover la conservación y restauración de los ecosistemas costeros, como los manglares y petenes, mediante la participación de los tres órdenes de gobierno, las asociaciones civiles y las comunidades locales. **5.2** Realizar un programa de limpieza, integral y permanente, del malecón y playas para mejorar la imagen ecológica del municipio.
Vinculación: El Proyecto no se localiza ni contempla intervenciones en ecosistemas costeros, manglares, petenes o playas; sin embargo, incorpora medidas de manejo ambiental orientadas a prevenir afectaciones a los ecosistemas y recursos naturales del área de influencia.	
Estrategia 6. Manejo forestal sustentable	**6.1** Impulso a los sistemas agroforestales, silvopastoriles, apicultura, Turismo comunitario y de naturaleza, acuacultura y ganadería diversificada.
Vinculación: El Proyecto no involucra actividades productivas forestales o agropecuarias; sin embargo, incorpora medidas para minimizar la afectación de la cobertura vegetal y favorecer la conservación de los recursos naturales presentes en el sitio.	

Estrategia 7. Prevención y manejo de incendios	**7.1** Coordinar a las diversas instituciones de los tres órdenes de gobierno para implementar el programa estatal de manejo del fuego. **7.2** Promover, en conjunto con los tres órdenes de gobierno, una cultura del uso y manejo responsable del fuego en las actividades agropecuarias. Que sean amigables con el medio ambiente.
Vinculación: El Proyecto contempla la implementación de medidas de prevención de incendios durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, incluyendo la restricción de quemas, el manejo adecuado de residuos, el control de fuentes de ignición y la capacitación del personal en materia de seguridad ambiental, contribuyendo a reducir el riesgo de incendios y a la protección de la vegetación presente en el área de influencia.	
Estrategia 9. Manejo y gestión de residuos sólidos	**9.1** Promover el diseño de criterios ecológicos particulares, así como certificaciones ecológicas ligadas a los programas de ordenamiento ecológico local para mejorar la gestión integral de residuos. **9.3** Implementar un programa integral de manejo de los residuos.
Vinculación: El Proyecto contempla la implementación de medidas para el manejo integral de los residuos generados durante las distintas etapas de desarrollo, incluyendo su clasificación, almacenamiento temporal, recolección y disposición final conforme a la normatividad aplicable. Asimismo, se promoverán prácticas orientadas a minimizar la generación de residuos y prevenir afectaciones al suelo, agua y demás componentes ambientales.	
Estrategia 10. Gestión y prevención de riesgos	**10.1** Delimitar la zona urbana para evitar su crecimiento en cuanto a asentamientos (regulares e irregulares) sobre zonas sujetas a inundaciones, deslaves o algún tipo de riesgo. **10.2** Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo por huracanes. **10.3** Diseñar e implementar sistemas de alerta temprana (a nivel local y regional) que prevengan a la población en épocas de alto riesgo (como huracanes) y ayuden en la precaución para minimizar los daños humanos, materiales e infraestructura. Promover dictámenes de análisis de peligros y Atlas Municipal de riesgos para inundaciones que incluya Programa de construcción de bordos para protección de las actividades productivas. **10.4** Realizar campañas de información y difusión para la prevención de riesgos. **10.5** Promover la creación de brigadas de prevención y atención a desastres.
Vinculación: El Proyecto considera criterios de seguridad y prevención de riesgos desde su etapa de diseño, tomando en cuenta las condiciones físicas y ambientales del sitio. Asimismo, contempla la implementación de medidas de seguridad, planes de atención a emergencias y procedimientos operativos orientados a reducir riesgos para el personal, la infraestructura y el entorno, así como a fortalecer la capacidad de respuesta ante contingencias naturales o antrópicas que pudieran presentarse durante las etapas de construcción y operación.	
Estrategia 12. Educación y Responsabilidad Ambiental	**12.5** Promover talleres de separación de residuos
Vinculación: Se fomentará la separación y manejo adecuado de los residuos generados durante las etapas de construcción y operación, promoviendo entre el personal prácticas orientadas a la protección ambiental y al cumplimiento de la normatividad aplicable.	
Estrategia 14. Planeación ambiental de los asentamientos humanos	**14.2** Vinculación con el Estado y la Federación para introducir paneles solares en los centros de bombeo de agua de las comunidades para reducir los costos económicos de energía eléctrica
Vinculación: Aunque el Proyecto no contempla la instalación de sistemas de bombeo de agua ni infraestructura de generación fotovoltaica, su construcción contribuirá al fortalecimiento y confiabilidad de la red eléctrica regional, favoreciendo la disponibilidad de energía requerida para el desarrollo de infraestructura, servicios y actividades productivas en el municipio.	

Estrategia 16. Fomento y consolidación de Proyecto económicos productivos	**16.9** Estimular la diversificación productiva con tecnología menos contaminante y con otros rubros promisorios que no dependan de cantidades excesivas de insumos y que cuenten con mercados. **16.10** Facilitar y agilizar los procesos de acceso a programas institucionales productivos.
Vinculación: El Proyecto fortalecerá la infraestructura eléctrica regional, contribuyendo a la disponibilidad y confiabilidad del suministro de energía requerido para el desarrollo de actividades productivas y la incorporación de tecnologías más eficientes y sustentables	
Estrategia 17. Desarrollo y fortalecimiento agropecuario sustentable	**17.1** Promover y fomentar la asistencia técnica, extensionismo y transferencia de tecnología. **17.2** Construir, equipar y rehabilitar Infraestructura productiva agropecuaria con énfasis en sistemas y unidades de riego. **17.3** Impulsar el equipamiento de las unidades de producción agropecuarias. 1**7.4** Impulsar y fortalecer el desarrollo agroindustrial de las cadenas productivas bajo esquemas de certificación. **17.5** Generar infraestructura agropecuaria para impulsar el desarrollo del sector rural.. **17.6** Apoyo a los productores agropecuarios en el municipio. **17.7** Gestionar ante el Estado y la Federación obras y acciones que beneficien el sector agropecuario. **17.8** Promover la rotación de cultivos para optimizar la calidad de los suelos aptos para cultivo. **17.9** Promover el uso de fertilizantes y pesticidas orgánicos. **17.10** Implementar un programa de construcción y rehabilitación de caminos cosecheros. **17.11** Desarrollar Proyectos para impulsar el sector pecuario. **17.12** Promover esquemas de apoyo para productores agrícolas. **17.14** Prevenir, controlar, confinar y erradicar las plagas y enfermedades fitozoosanitarias **17.15** Promover la transición agroecológica y buenas prácticas de sanidad e inocuidad agropecuaria con énfasis en el control biológico. **17.16** Establecer programas de fumigación anual a nivel regional, para las principales plagas, priorizando controles biológicos y pesticidas de bajo efecto residual. 1**7.17** Orientar las inversiones de programas institucionales a la atención de plagas. 1**7.18** Promover y fomentar el desarrollo de cultivos anuales y perennes con énfasis en la horticultura.
Vinculación: El Proyecto no involucra actividades agropecuarias; sin embargo, fortalecerá la infraestructura eléctrica regional, contribuyendo a la disponibilidad y continuidad del suministro de energía necesario para el desarrollo de las actividades productivas del municipio.	
Estrategia 18. Ordenamiento y fortalecimiento pesquero y acuícola	1**8.1** Generar, gestionar y estructurar, los mecanismos adecuados para identificar fuentes de financiamiento y atraer inversión pública y privada, nacional y extranjera para Proyectos pesqueros y acuícolas en el estado. **18.2** Gestionar ante el Estado y la Federación la vigilancia y la protección del área de pesca del municipio. **18.4** Aprovechar los recursos pesqueros con la aplicación de buenas.

	18.5 Plantear y regular el aprovechamiento de los recursos pesqueros y acuícolas en medios o ambientes seleccionados, controlados, naturales, acondicionados o artificiales. **18.6** Impulsar la creación e instalación de órganos colegiados con instancias facultadas para tomar acciones en materia de inspección y vigilancia. 1**8.7** Fomentar la conservación y reproducción de especies nativas para la recuperación de los ecosistemas marinos y dulceacuícolas. **18.8** Impulsar la actualización, difusión y aplicación de los Planes de Manejo de los productos pesqueros y acuícola. 1**8.9** Fomentar y difundir los periodos de veda de las diferentes especies marinas y cuando sea el caso denunciar
Vinculación: Aunque el Proyecto no contempla actividades pesqueras o acuícolas, contribuirá al fortalecimiento de la infraestructura eléctrica regional, favoreciendo la disponibilidad y confiabilidad del suministro de energía requerido para el desarrollo de las actividades productivas del municipio, incluyendo aquellas vinculadas con los sectores pesquero y acuícola.	

III.5 Instrumentos de conservación

III.5.1 Áreas Naturales Protegidas

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) constituyen uno de los principales instrumentos de conservación previstos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, cuyo propósito es preservar ecosistemas representativos, la biodiversidad y los procesos ecológicos esenciales mediante el establecimiento de distintas categorías de protección y manejo.

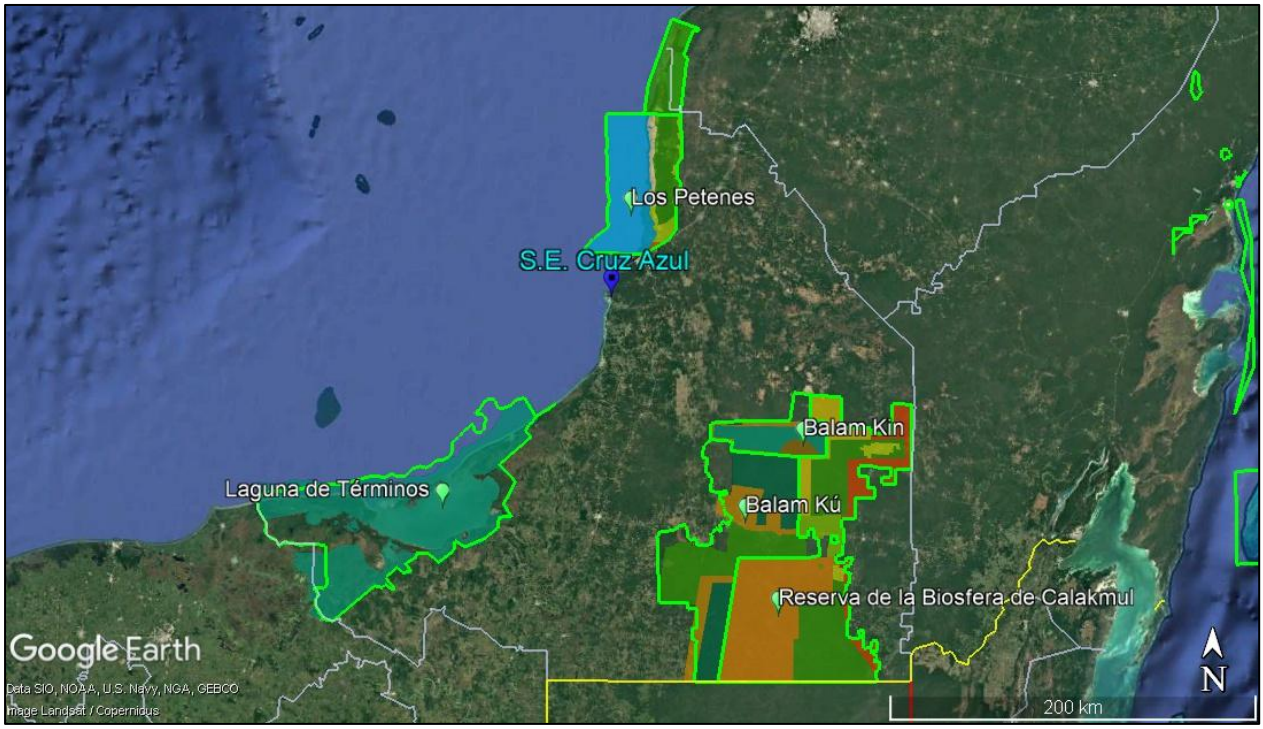
Con la finalidad de determinar la relación del Proyecto con estos instrumentos de conservación, se realizó la consulta cartográfica de las Áreas Naturales Protegidas federales, estatales y municipales presentes en el estado de Campeche. Como resultado, se identificó que el predio donde se pretende desarrollar el Proyecto no se localiza dentro de ninguna Área Natural Protegida ni dentro de sus zonas de amortiguamiento.

TABLA 35 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS MÁS CERCANAS AL PROYECTO.

Área Natural Protegida	Categoría	Competencia	Distancia aproximada respecto al Proyecto
Los Petenes	Reserva de la Biosfera (RB)	Federal	27 km al Norte
Laguna de Términos	Área de Protección de Flora y Fauna (APFF)	Federal	73 km al Suroeste
Balam-Kin	Área de Protección de Flora y Fauna (APFF)	Federal	89 km al Sureste
Balam-Kú	Reserva de la Biosfera (RB)	Federal	93 km al Sureste
Calakmul	Reserva de la Biosfera (RB)	Federal	154 km al Sur
Salto Grande	Parque Ecológico	Municipal	330 km. Al Sur

Considerando la distancia existente entre el Proyecto y las Áreas Naturales Protegidas identificadas, así como la naturaleza y alcance de las obras propuestas, no se prevé la generación de impactos directos sobre los ecosistemas, hábitats, especies o procesos ecológicos que motivaron su establecimiento. Asimismo, el Proyecto contempla medidas de prevención, mitigación y manejo ambiental orientadas a minimizar las afectaciones sobre los recursos naturales presentes en el área de influencia, por lo que se considera compatible con los objetivos de conservación de dichas áreas.

FIGURA 9 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS MÁS CERCANAS AL PROYECTO



III.5.2 Regiones Prioritarias de Conservación

Las Regiones Prioritarias para la Conservación constituyen instrumentos técnicos desarrollados por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) para identificar áreas de alta relevancia biológica, ecológica y ambiental que requieren atención especial para su conservación y manejo sustentable. Estas regiones permiten reconocer zonas que albergan ecosistemas representativos, hábitats relevantes para especies de flora y fauna silvestre, así como áreas sujetas a presiones o amenazas ambientales que podrían comprometer su integridad ecológica.

III.5.2.1 Regiones Marinas Prioritarias (RMP)

Con la finalidad de determinar la relación del Proyecto con las RMP, se realizó la consulta la consulta efectuada en el Sistema Geográfico para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), el Proyecto se ubica

dentro de la RMP **No. 60** denominada **"Champotón-El Palmar"** con una superficie de 1,366,904.55 ha, localizada en la Provincia Marina Plataforma de Yucatán. Esta región fue identificada por la CONABIO como un área prioritaria debido a la presencia de ecosistemas costeros y marinos de relevancia ecológica, así como por la biodiversidad que alberga y las presiones ambientales derivadas de diversas actividades productivas.

La Región Marina Prioritaria Champotón-El Palmar comprende ecosistemas costeros y marinos característicos de la Plataforma de Yucatán, incluyendo humedales, dunas costeras, Petenes, pastos marinos, lagunas costeras y otros ambientes de importancia para la conservación de la biodiversidad. Entre las principales amenazas identificadas para esta región se encuentran la modificación de los ecosistemas naturales, la contaminación y las presiones derivadas de las actividades humanas.

Si bien el Proyecto se localiza dentro de los límites de esta región prioritaria, las obras y actividades propuestas corresponden a infraestructura eléctrica terrestre y no contemplan intervenciones sobre ecosistemas marinos, costeros, humedales, petenes, pastos marinos o cuerpos de agua. Asimismo, se implementarán medidas de prevención, mitigación y manejo ambiental orientadas a minimizar las afectaciones sobre la vegetación, fauna silvestre, suelo y recursos hídricos presentes en el área de influencia. En consecuencia, se considera que el Proyecto es compatible con los objetivos de conservación asociados a la Región Marina Prioritaria Champotón-El Palmar.

FIGURA 10 REGIONES MARINAS PRIORITARIAS CERCANAS AL PROYECTO

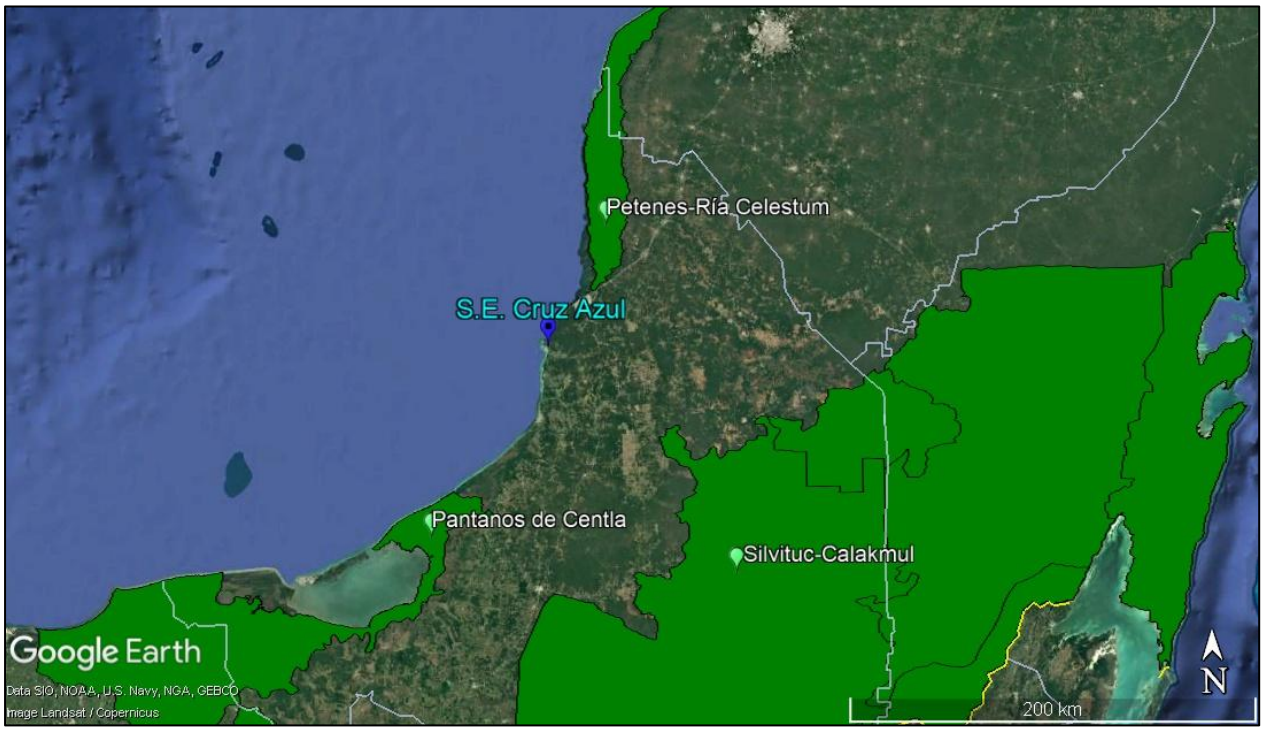


III.5.2.2 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) son áreas identificadas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) que presentan alta riqueza biológica, endemismos, procesos ecológicos relevantes o ecosistemas representativos que requieren acciones de conservación y manejo sustentable. Con la finalidad de determinar la relación del Proyecto con estos instrumentos de conservación, se realizó la consulta cartográfica correspondiente, identificándose que el área donde se pretende desarrollar el Proyecto no se localiza dentro de ninguna Región Terrestre Prioritaria.

Las RTP más cercanas al sitio del Proyecto corresponden a **Ría Celestún (RTP-145)**, **Pantanos de Centla (RTP-151)** y **Silvituc-Calakmul (RTP-144)**; sin embargo, ninguna de ellas presenta superposición o incidencia directa con el área de influencia del Proyecto. En virtud de lo anterior, y considerando que las obras y actividades proyectadas se desarrollarán fuera de los límites de las Regiones Terrestres Prioritarias identificadas, no se prevén afectaciones directas a los ecosistemas, hábitats o procesos ecológicos que motivaron su establecimiento, por lo que el Proyecto se considera compatible con los objetivos de conservación asociados a dichas regiones.

FIGURA 11 REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS CERCANAS AL PROYECTO

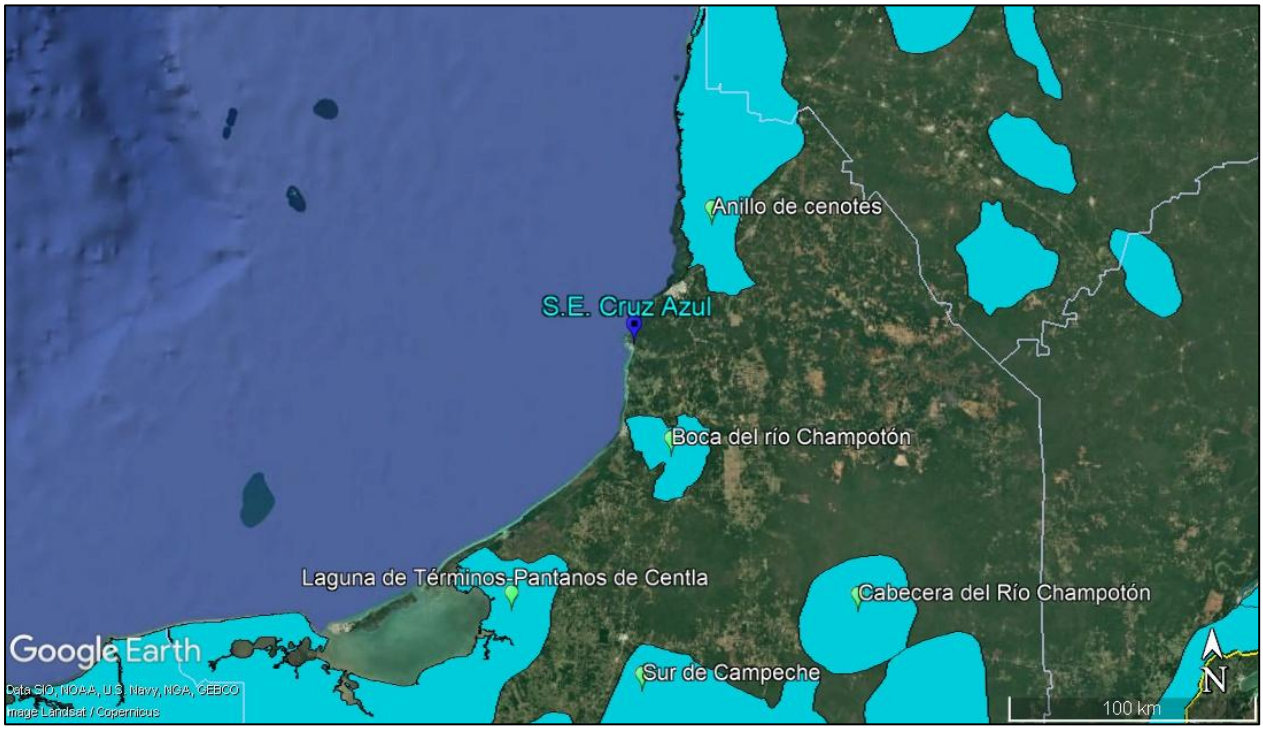


III.5.2.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

Las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) son áreas identificadas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) que presentan características hidrológicas relevantes para la conservación de la biodiversidad, el mantenimiento de los procesos ecológicos y la provisión de servicios ambientales asociados a los recursos hídricos.
Con el propósito de determinar la relación del Proyecto con estos instrumentos de conservación, se realizó la consulta cartográfica correspondiente, identificándose que el área donde se pretende desarrollar el Proyecto no se localiza dentro de ninguna Región Hidrológica Prioritaria.

Las RHP más cercanas al sitio del Proyecto corresponden a **Boca del Río Champotón (RHP-98)**, **Cabecera del Río Champotón (RHP-97)**, **Laguna de Términos-Pantanos de Centla (RHP-90)** y **Anillo de Cenotes (RHP-102)**; sin embargo, ninguna de ellas presenta superposición con el área del Proyecto.
En consecuencia, considerando que las obras y actividades proyectadas se desarrollarán fuera de los límites de las Regiones Hidrológicas Prioritarias identificadas, no se prevén afectaciones directas a los sistemas hidrológicos, ecosistemas asociados o procesos ecológicos que motivaron su establecimiento, por lo que el Proyecto se considera compatible con los objetivos de conservación de dichas regiones.

FIGURA 12 REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS CERCANAS AL PROYECTO



III.5.3 Planeación Territorial y Desarrollo Urbano

Los instrumentos de planeación territorial y desarrollo urbano constituyen herramientas de política pública orientadas a promover el desarrollo ordenado del territorio, el fortalecimiento de la infraestructura, el crecimiento económico y la protección del medio ambiente. En este sentido, se analizó la congruencia del Proyecto con los planes, programas y disposiciones aplicables en los ámbitos federal, estatal y municipal, a fin de verificar su compatibilidad con los objetivos y estrategias de desarrollo establecidos para la región.

III.5.3.1 Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2025-2030

El Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 constituye el instrumento rector de la planeación nacional, en el cual se establecen los objetivos, estrategias y prioridades que orientan la actuación de la Administración Pública Federal para promover el desarrollo integral y sustentable del país.

Entre sus ejes de atención se encuentra el Desarrollo Sustentable, el cual incorpora acciones orientadas al fortalecimiento de la seguridad y soberanía energética, la modernización de la infraestructura eléctrica, la transición hacia fuentes de energía más limpias y la reducción de los impactos ambientales asociados al desarrollo económico.

En materia energética, el Plan contempla estrategias encaminadas a fortalecer la planeación del sector eléctrico, ampliar y modernizar la infraestructura del Sistema Eléctrico Nacional, garantizar el acceso confiable a la energía y promover el desarrollo de Proyectos que contribuyan a la transición energética y a la sustentabilidad ambiental.

En este contexto, el Proyecto es congruente con los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, toda vez que consiste en infraestructura estratégica del sector eléctrico destinada a fortalecer la confiabilidad, continuidad y eficiencia del suministro de energía en la región. Asimismo, su desarrollo contempla la implementación de medidas de prevención, mitigación y manejo ambiental orientadas a minimizar las afectaciones sobre los recursos naturales, contribuyendo al desarrollo sustentable y al fortalecimiento de la infraestructura energética nacional.

TABLA 36 COMPATIBILIDAD DEL PROYECTO CON LOS EJES ESTRATÉGICOS DEL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2025-2030.

Eje	Objetivo	Vinculación con el Proyecto
Eje 2: Desarrollo con bienestar y humanismo	Impulsar el desarrollo equilibrado de las regiones del país mediante el fortalecimiento de la infraestructura estratégica y el acceso a servicios que contribuyan al bienestar de la población.	El Proyecto consiste en infraestructura estratégica del sector eléctrico que contribuirá a fortalecer la confiabilidad y continuidad del suministro de energía en la región, favoreciendo el desarrollo económico y social de las comunidades y actividades productivas asociadas.
Eje 3: Economía Moral y Trabajo	Fortalecer las capacidades productivas del país mediante infraestructura que favorezca la competitividad, la inversión y el desarrollo de actividades económicas.	La construcción y operación de la subestación eléctrica permitirá mejorar las condiciones de suministro energético requeridas para el desarrollo de actividades industriales, comerciales y de servicios, contribuyendo al crecimiento económico regional.
Eje 4: Sustentabilidad ambiental	Fortalecer la seguridad y soberanía energética mediante la modernización, ampliación y mantenimiento de la infraestructura del Sistema Eléctrico Nacional.	El Proyecto forma parte de la infraestructura eléctrica necesaria para fortalecer la capacidad operativa y la confiabilidad del sistema eléctrico regional, contribuyendo a los objetivos nacionales de seguridad energética.
	Impulsar acciones para la mitigación de impactos ambientales y la conservación de los ecosistemas.	El Proyecto contempla programas de manejo de residuos, rescate y protección de flora y fauna, control de erosión, restauración de áreas afectadas y demás medidas ambientales establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.
	Promover la eficiencia energética y la modernización de la infraestructura nacional.	La infraestructura proyectada permitirá optimizar la operación del sistema eléctrico y fortalecer la capacidad de atención a la demanda energética regional, contribuyendo al aprovechamiento eficiente de la energía.

III.5.3.2 Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Campeche 2024-2027

El Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Campeche 2024-2027 constituye el instrumento rector de la planeación estatal mediante el cual se establecen las prioridades, objetivos y estrategias que orientan las acciones gubernamentales para promover el desarrollo económico, social y ambiental de la entidad. Para su implementación, el Plan se estructura en cinco Misiones estratégicas orientadas al fortalecimiento institucional, la seguridad, el bienestar social, el desarrollo económico y la sostenibilidad ambiental.

Por la naturaleza del Proyecto, consistente en infraestructura estratégica del sector eléctrico, su vinculación se relaciona principalmente con la **Misión 4 "Desarrollo Económico con Visión al Futuro"** y la **Misión 5 "Un Estado Naturalmente Sostenible"**, las cuales promueven el fortalecimiento de la infraestructura productiva, la competitividad económica, el desarrollo territorial ordenado, la conservación de los recursos naturales y la ampliación de la cobertura y confiabilidad de los servicios energéticos.

TABLA 37 VINCULACIÓN DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO CON LA MISIÓN 4 DEL PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DE CAMPECHE 2024-2027.

Objetivo	Estrategia / Línea de acción	Vinculación con el Proyecto
Objetivo 1. Generar una política industrial sostenible que permita contribuir al Producto Interno Bruto del Estado.	Estrategia 1. Fomentar la industrialización del Estado de Campeche para elevar la competitividad de los sectores productivos.	El Proyecto contribuirá al fortalecimiento de la infraestructura estratégica del sector eléctrico, proporcionando condiciones adecuadas para el desarrollo y operación de actividades productivas en la región.
	4.1.1.1 Elevar la competitividad de los sectores productivos mediante innovación tecnológica y fortalecimiento de cadenas industriales, comerciales y de servicios.	La disponibilidad de infraestructura eléctrica confiable constituye un elemento indispensable para el desarrollo y competitividad de las actividades industriales, comerciales y de servicios presentes y futuras en la región.
	4.1.1.2 Fomentar el desarrollo de clústeres estratégicos e integración logística de la producción y el comercio.	El Proyecto fortalecerá la infraestructura eléctrica requerida para el crecimiento de actividades productivas y logísticas asociadas al desarrollo económico regional.
	Estrategia 2. Fomentar la inversión privada local, nacional y extranjera mediante la promoción de las ventajas competitivas del Estado.	La ampliación y fortalecimiento de la infraestructura eléctrica regional incrementa las condiciones de certidumbre y competitividad para el establecimiento de nuevas inversiones productivas.
	4.1.2.1 Promover las ventajas comparativas y competitivas del Estado para la atracción de inversiones estratégicas.	El Proyecto contribuirá al fortalecimiento de la infraestructura básica necesaria para impulsar la atracción de inversiones y el desarrollo económico en el estado.
	Estrategia 3. Gestionar infraestructura que propicie la instalación de empresas que favorezcan el crecimiento económico del Estado.	La subestación eléctrica forma parte de la infraestructura estratégica necesaria para garantizar el suministro de energía requerido por las actividades económicas de la región.
	4.1.3.1 Promover infraestructura para la instalación de empresas generadoras de empleo.	El fortalecimiento de la red eléctrica regional favorece las condiciones para el establecimiento y operación de empresas generadoras de empleo.
	4.1.3.2 Generar nueva infraestructura productiva para la instalación de empresas.	El Proyecto constituye infraestructura estratégica que contribuirá al desarrollo productivo y económico del estado mediante el fortalecimiento del sistema eléctrico regional.
Objetivo 6. Contribuir al crecimiento económico y al mejoramiento de la calidad de vida de la población conforme a principios de sostenibilidad.	Estrategia 1. Promover un crecimiento económico sostenible e incluyente.	El Proyecto contribuirá al fortalecimiento de la infraestructura energética regional bajo criterios de sustentabilidad ambiental, favoreciendo el desarrollo económico y social de la región.
	Líneas de acción relacionadas con el fortalecimiento de la infraestructura y el desarrollo sostenible.	Durante todas las etapas del Proyecto se implementarán medidas de prevención, mitigación y manejo ambiental orientadas a minimizar los impactos sobre el entorno y promover un desarrollo compatible con los principios de sostenibilidad establecidos en el Plan Estatal de Desarrollo.

TABLA 38 VINCULACIÓN DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO CON LA MISIÓN 5 DEL PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DE CAMPECHE 2024-2027.

Objetivo	Estrategia / Línea de acción	Vinculación con el Proyecto
Objetivo 1. Garantizar el acceso a la justicia ambiental, el cumplimiento de la normatividad y el respeto a los derechos ambientales de las y los ciudadanos.	5.1.1.4 Evaluar, revisar y dictaminar la viabilidad de Proyectos ambientales en materia de impacto ambiental.	El Proyecto se somete al procedimiento de evaluación de Impacto Ambiental en Materia Federal, dando cumplimiento a la legislación ambiental aplicable.
	5.1.2.3 Promover la gestión y manejo integral de residuos sólidos en el sector público y privado.	Durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento se implementará un programa para el manejo integral de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y residuos peligrosos, conforme a la normatividad ambiental vigente.
Objetivo 2. Conservar y restaurar los ecosistemas naturales del Estado y sus especies nativas, así como los servicios ambientales que generan.	5.2.2.1 Coadyuvar en la vigilancia, monitoreo, protección, rescate y rehabilitación de la vida silvestre.	El Proyecto contempla la ejecución de programas de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, así como medidas de protección durante las etapas de preparación del sitio y construcción.
	5.2.3.4 Promover la reforestación y restauración de ecosistemas naturales.	Como parte de las medidas de mitigación y compensación ambiental se contemplan acciones orientadas a la restauración y recuperación de la cobertura vegetal en las áreas que determine la autoridad competente.
Objetivo 3. Brindar protección al medio ambiente como derecho humano a un ambiente sano y seguro.	5.3.3.1 Desarrollar acciones en materia de cambio climático para la mitigación de impactos y adaptación.	El Proyecto incorpora medidas de prevención, mitigación y control ambiental destinadas a reducir los impactos sobre los recursos naturales y contribuir a un desarrollo compatible con los principios de sostenibilidad ambiental.
	5.3.4.5 Promover la inclusión de Proyectos de generación de energías renovables y no renovables en los procesos de evaluación y autorización.	El Proyecto forma parte de la infraestructura estratégica del sector eléctrico, contribuyendo al fortalecimiento y modernización de la red eléctrica regional bajo criterios de sustentabilidad y cumplimiento normativo.
Objetivo 4. Establecer una gestión, ocupación y aprovechamiento integral, participativo, inclusivo y sustentable del territorio.	5.4.1.1 Promover la estrategia de ordenamiento territorial y ecológico para la regulación del uso de suelo y actividades productivas.	La ubicación y desarrollo del Proyecto fueron analizados conforme a los instrumentos de ordenamiento ecológico y territorial aplicables, verificándose su compatibilidad con las políticas y estrategias ambientales vigentes.
Objetivo 5. Promover una gestión territorial participativa y consciente para fomentar el desarrollo sostenible del Estado.	5.5.1.1 Coadyuvar en la elaboración y seguimiento de instrumentos de planeación urbana y ordenamiento territorial.	El Proyecto es congruente con los instrumentos de planeación territorial aplicables al municipio de Seybaplaya y al estado de Campeche, contribuyendo al desarrollo ordenado de la infraestructura regional.
Objetivo 6. Democratizar la gestión de servicios públicos esenciales, infraestructura y equipamiento.	5.6.2.1 Impulsar Proyectos para ampliar la infraestructura eléctrica en todo el territorio estatal.	El Proyecto consiste en la construcción y operación de infraestructura eléctrica que contribuirá al fortalecimiento de la capacidad y confiabilidad del sistema eléctrico regional.
	5.6.2.2 Gestionar e impulsar acciones para que el suministro eléctrico sea confiable y de calidad.	La infraestructura proyectada permitirá mejorar las condiciones de operación de la red eléctrica y contribuirá a la continuidad y calidad del suministro de energía en la región.

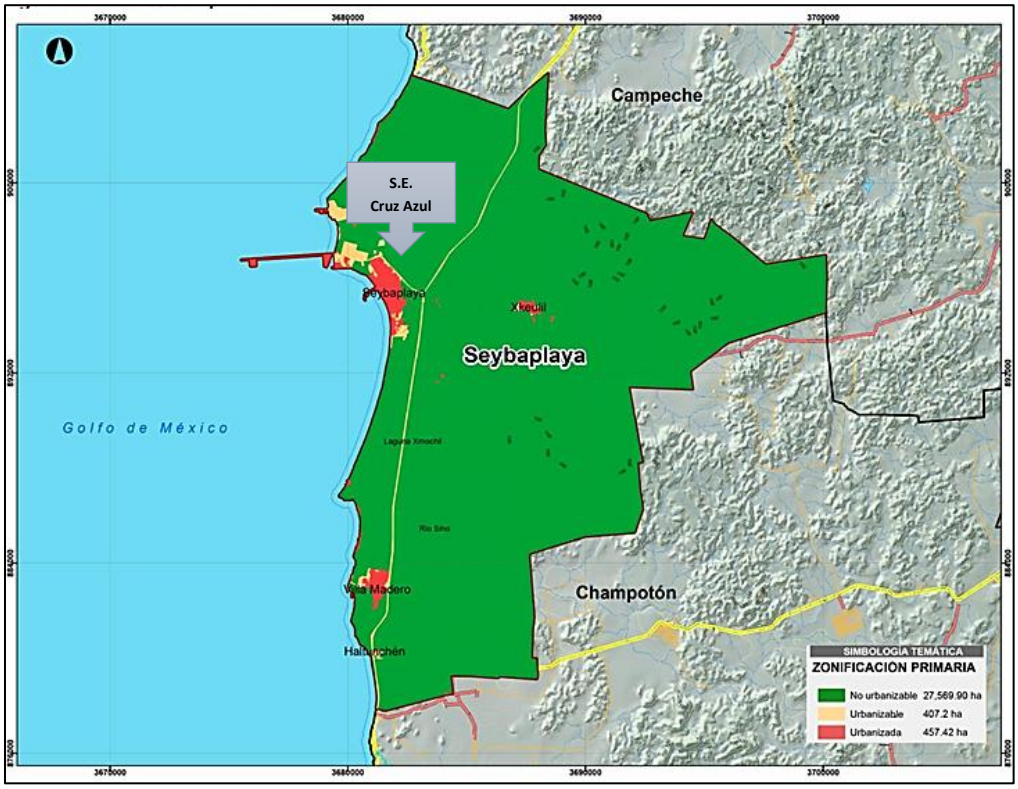
III.5.3.3 Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Seybaplaya

El Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Seybaplaya (PMDU) fue publicado en el Periódico Oficial del Estado de Campeche el 1 de abril de 2024, y constituye el instrumento rector para la planeación, ordenamiento y regulación del crecimiento urbano del municipio.

De acuerdo con dicho instrumento, el territorio municipal se organiza mediante una zonificación primaria y una zonificación secundaria. La zonificación primaria establece la visión de desarrollo urbano a corto, mediano y largo plazo, considerando las características físico-ambientales del territorio, su grado de vulnerabilidad y las dinámicas sociales y económicas existentes. Esta clasificación delimita tres categorías territoriales: Área Urbana, Área Urbanizable y Área No Urbanizable.

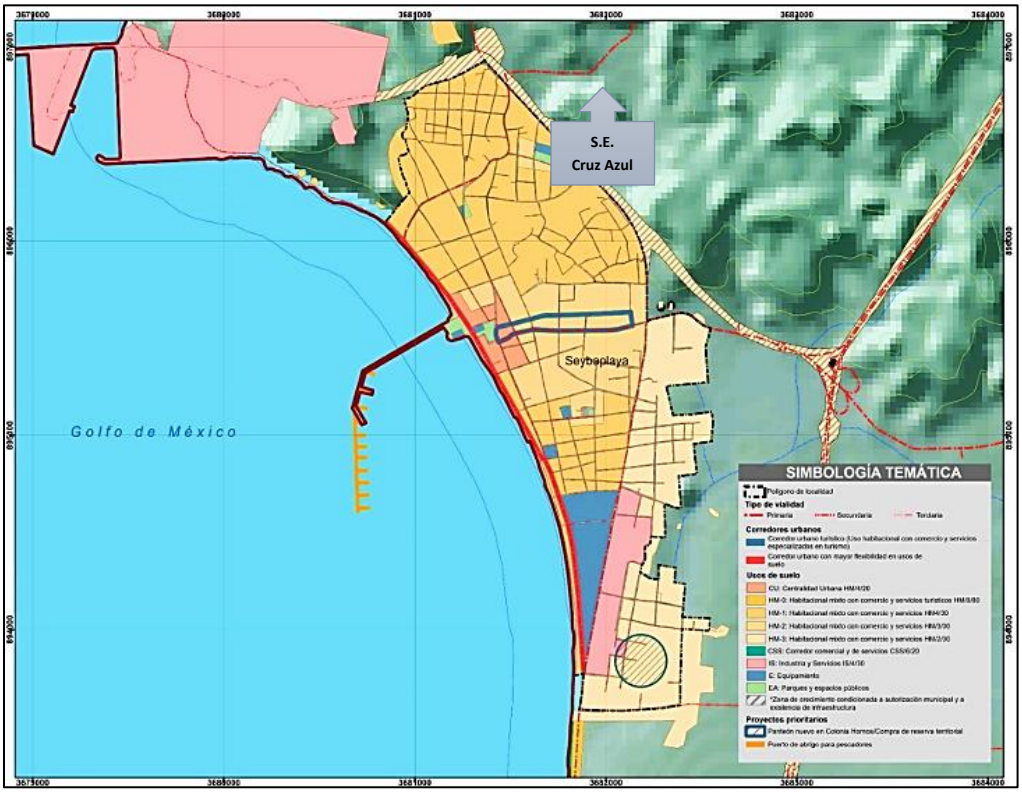
El Área Urbana corresponde al territorio ocupado por los asentamientos humanos que cuentan con infraestructura, equipamiento y servicios; el Área Urbanizable comprende las zonas destinadas al crecimiento de los centros de población, ya sea al interior de las áreas urbanas o de manera contigua a sus límites; mientras que el Área No Urbanizable está integrada por superficies que, debido a sus características físico-naturales, valor ambiental o cultural, condiciones de riesgo o vocación productiva agrícola, ganadera, forestal o de otra actividad sustentable, no son susceptibles de urbanización. Con base en la cartografía de zonificación primaria del PMDU de Seybaplaya, el sitio donde se pretende desarrollar el Proyecto se localiza dentro de un **Área No Urbanizable.**

FIGURA 13 ZONIFICACIÓN PRIMARIA PMDU SEYBAPLAYA



Por otra parte, la zonificación secundaria tiene como finalidad asignar usos específicos del suelo y regular las formas de ocupación y aprovechamiento de la propiedad pública y privada dentro del territorio municipal. Conforme a esta clasificación, el predio del Proyecto se ubica en una zona identificada como de **crecimiento condicionada a autorización**, por lo que cualquier intervención o desarrollo deberá sujetarse a las disposiciones, criterios y autorizaciones que resulten aplicables por parte de las autoridades competentes (**Ver figura 14**). Derivado de lo anterior, se considera que el Proyecto deberá ajustarse a los criterios de regulación territorial establecidos en el PMDU de Seybaplaya, observando las restricciones y condicionantes aplicables al área donde se localiza el predio.

FIGURA 14 ZONIFICACIÓN SECUNDARIA Y USOS DE SUELO EN LA CABECERA MUNICIPAL DE SEYBAPLAYA



Con fundamento en la zonificación y normatividad de ordenación establecidas en el PMDU de Seybaplaya, se realizó el análisis de los criterios aplicables al área donde se pretende desarrollar el Proyecto, con la finalidad de verificar su compatibilidad con las disposiciones de desarrollo urbano y ordenamiento territorial vigentes.

Se seleccionaron aquellas que presentan relación directa con la naturaleza, ubicación y alcance del Proyecto. En consecuencia, el análisis de vinculación se enfoca en las disposiciones relacionadas con infraestructura, protección de recursos hídricos, conservación de la cobertura vegetal, manejo de residuos, protección de flora y fauna, conservación de áreas de recarga de acuíferos, prevención de riesgos y protección de cauces y escurrimientos, excluyendo aquellas orientadas específicamente a desarrollos

habitacionales, comerciales o urbanos que no corresponden a las características de la infraestructura proyectada.

En la siguiente Tabla se presenta la vinculación del Proyecto con las normas de ordenación del PMDU de Seybaplaya que resultan aplicables.

TABLA 39 VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA NORMATIVIDAD DE ORDENACIÓN DEL PMDU DE SEYBAPLAYA

Norma de Ordenación	Descripción	Vinculación con el Proyecto
2.3 Zonas federales y derechos de vía	Las zonas federales y derechos de vía deberán mantenerse totalmente libres de construcción y estar delimitadas físicamente. La autoridad municipal en el ámbito de su competencia vigilará que se cumpla con los artículos 27 y 28 de la Ley General de Asentamientos Humanos así como otros ordenamientos locales, y en su caso, aplicará las medidas conducentes.	El Proyecto respetará los derechos de vía existentes y las restricciones establecidas por la normatividad aplicable, evitando la ocupación de áreas sujetas a servidumbres o restricciones legales.
2.4 Infraestructura	La instalación de infraestructura deberá observar las disposiciones aplicables para la protección de cuerpos de agua, cauces y escurrimientos.	El Proyecto contempla medidas para prevenir afectaciones a escurrimientos naturales y garantizar el adecuado manejo de aguas pluviales durante las etapas de construcción y operación.
3.1 Suelo de preservación ecológica	Las instalaciones autorizadas deberán aplicar medidas de conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.	El Proyecto incorpora programas de rescate de flora y fauna, manejo ambiental, restauración de áreas afectadas y medidas de mitigación orientadas a reducir la afectación de los recursos naturales.
3.2 Área libre de recarga de acuíferos	Se promueve la conservación de áreas permeables y la infiltración natural del agua al subsuelo.	El diseño del Proyecto considera la conservación de áreas libres de construcción y la implementación de obras que permitan mantener las condiciones de infiltración y drenaje natural del terreno.
4.1 Cobertura vegetal primaria	La cobertura vegetal deberá conservarse hasta el inicio autorizado de las obras.	La remoción de vegetación se realizará únicamente en las superficies estrictamente necesarias para la construcción del Proyecto y una vez obtenidas las autorizaciones correspondientes.
4.2 Manejo de residuos sólidos	Establece criterios para la gestión integral de residuos y prohíbe su disposición inadecuada.	Durante todas las etapas del Proyecto se implementará un programa de manejo integral de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, conforme a la legislación ambiental vigente.
4.7 Áreas de protección de flora y fauna	Las áreas protegidas deberán sujetarse a la legislación ambiental aplicable.	El Proyecto no se localiza dentro de áreas naturales protegidas; sin embargo, contempla medidas para la protección de la flora y fauna silvestre presentes en el área de influencia.
4.10 Zonas sujetas a conservación ecológica	Los Proyectos deberán respetar la hidrodinámica natural del territorio.	Las obras se diseñarán considerando las condiciones topográficas y de drenaje natural existentes, evitando alteraciones significativas a los patrones de escurrimiento superficial.

5.2 Conservación de cuerpos de agua	Establece la protección de cuerpos de agua y zonas asociadas.	El Proyecto no contempla obras dentro de cuerpos de agua; adicionalmente, se implementarán medidas preventivas para evitar contaminación o afectaciones a los recursos hídricos cercanos.
5.3 Protección a cauces y escurrimientos	Establece medidas de protección para cauces naturales y escurrimientos.	El Proyecto respetará los escurrimientos naturales existentes y aplicará medidas de control de erosión y manejo de aguas pluviales.
5.7 Áreas directas de protección al acuífero	Busca proteger las zonas de recarga y la calidad del agua subterránea.	Se evitará el vertimiento de sustancias contaminantes al suelo y se aplicarán medidas para prevenir afectaciones a los acuíferos de la región.
6.2 Infraestructura en zonas vulnerables	La infraestructura deberá considerar estudios y medidas para reducir riesgos.	El Proyecto contempla medidas de seguridad, protección civil y diseño constructivo acordes con las condiciones ambientales y de riesgo identificadas para el sitio.
7.3 Regulación General de los usos del suelo	Establece restricciones y distancias mínimas respecto a infraestructura existente.	La localización y diseño del Proyecto consideran las restricciones territoriales y servidumbres aplicables, verificando su compatibilidad con la infraestructura existente en la zona.
7.5 Infraestructura de agua y drenaje	Establece medidas para evitar la contaminación de cuerpos de agua.	El Proyecto implementará medidas para el manejo adecuado de aguas residuales sanitarias y residuos, evitando descargas directas al medio natural.
7.6 Infraestructura	Promueve medidas de adaptación y resiliencia ante eventos hidrometeorológicos.	El diseño y operación del Proyecto consideran criterios de seguridad y resiliencia que permiten reducir la vulnerabilidad ante fenómenos meteorológicos extremos.

IV DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Para dar cumplimiento a lo establecido en la fracción IV del artículo 12 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), en el presente capítulo se describe el Sistema Ambiental (SA), el Área de Influencia (AI) y el Sitio del Proyecto (SP), mediante la caracterización integral de los componentes bióticos, abióticos, perceptuales y socioeconómicos presentes en el área de estudio.

Para ello, se analizan los elementos bióticos, representados por la flora y fauna; los componentes abióticos, que incluyen clima, geología, geomorfología, edafología e hidrología superficial y subterránea; los aspectos perceptuales asociados al paisaje; así como los factores socioeconómicos relacionados con el entorno donde se desarrollará el Proyecto. Lo anterior permite identificar las condiciones ambientales existentes, así como las tendencias de conservación, transformación o deterioro que caracterizan al sistema ambiental de la zona.

IV.1 Delimitación del área de estudio

Con la finalidad de delimitar el Sistema Ambiental (SA) del Proyecto, se consideraron los criterios establecidos en la Guía para la Elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular (MIA-P) para el Sector Eléctrico, elaborada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la cual define al Sistema Ambiental como la interacción entre los componentes bióticos y abióticos del ecosistema y el subsistema socioeconómico, incluyendo los aspectos culturales, presentes en la región donde se pretende desarrollar un Proyecto. En este sentido, la delimitación del área de estudio se realizó tomando como base la ubicación, dimensiones y características de las obras proyectadas, así como el alcance de las interacciones potenciales con los componentes ambientales del entorno.

Como criterio inicial de análisis se consideró la regionalización establecida en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Seybaplaya, publicado el 8 de agosto de 2024 en el Periódico Oficial del Estado de Campeche. Mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la superposición cartográfica del polígono del Proyecto con la cartografía oficial del ordenamiento ecológico, se determinó que el sitio se localiza íntegramente dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (**UGA) A-8**, la cual posee una superficie aproximada de 5,261.09 ha y una política ambiental de Aprovechamiento.

No obstante, considerando que el predio destinado al Proyecto ocupa una superficie aproximada de **10,000 m² (1 ha),** significativamente menor respecto a la extensión total de la UGA, se determinó que los impactos ambientales potenciales derivados de las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento tendrán una influencia predominantemente local. Por tal motivo, la UGA A-8

se utilizó como referencia para la caracterización ambiental regional; sin embargo, no fue adoptada como límite del Sistema Ambiental, el cual se definió a partir de la distribución y alcance de los componentes ambientales susceptibles de interacción con las obras y actividades proyectadas.

Asimismo, para la delimitación del área de estudio se consideraron los rasgos geomorfológicos, edafológicos e hidrológicos presentes en el entorno, destacando la presencia de lomeríos bajos desarrollados sobre materiales calcáreos, condiciones kársticas y Vegetación Secundaria Arbórea derivada de Selva Mediana Caducifolia. De igual forma, se tomó en cuenta la regionalización ambiental correspondiente a la **Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 137 "Karst y Lomeríos de Campeche**", definida por el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), así como la **Unidad de Gestión Ambiental Regional (UGA) 84** del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMRGMCM).

Adicionalmente, se consideraron los criterios de planeación territorial y uso de suelo establecidos en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Seybaplaya, de acuerdo con el cual el predio se localiza dentro de un **Área No Urbanizable** y en una **zona de crecimiento condicionada a autorización.**

Con base en el análisis de las características ambientales y territoriales del sitio, se identificó que el área donde podrían manifestarse los impactos directos e indirectos del Proyecto se encuentra delimitada en gran medida por la red de caminos de terracería existentes alrededor del predio, los cuales constituyen elementos físicos que favorecen la diferenciación del área de influencia respecto de las zonas circundantes.

En consecuencia, el área de estudio se definió considerando al predio del Proyecto como área de influencia directa y a su entorno inmediato como área de influencia indirecta, permitiendo evaluar de manera integral los componentes ambientales susceptibles de ser modificados por las obras y actividades proyectadas, así como identificar la problemática ambiental existente y las tendencias de conservación o transformación del sistema ambiental.

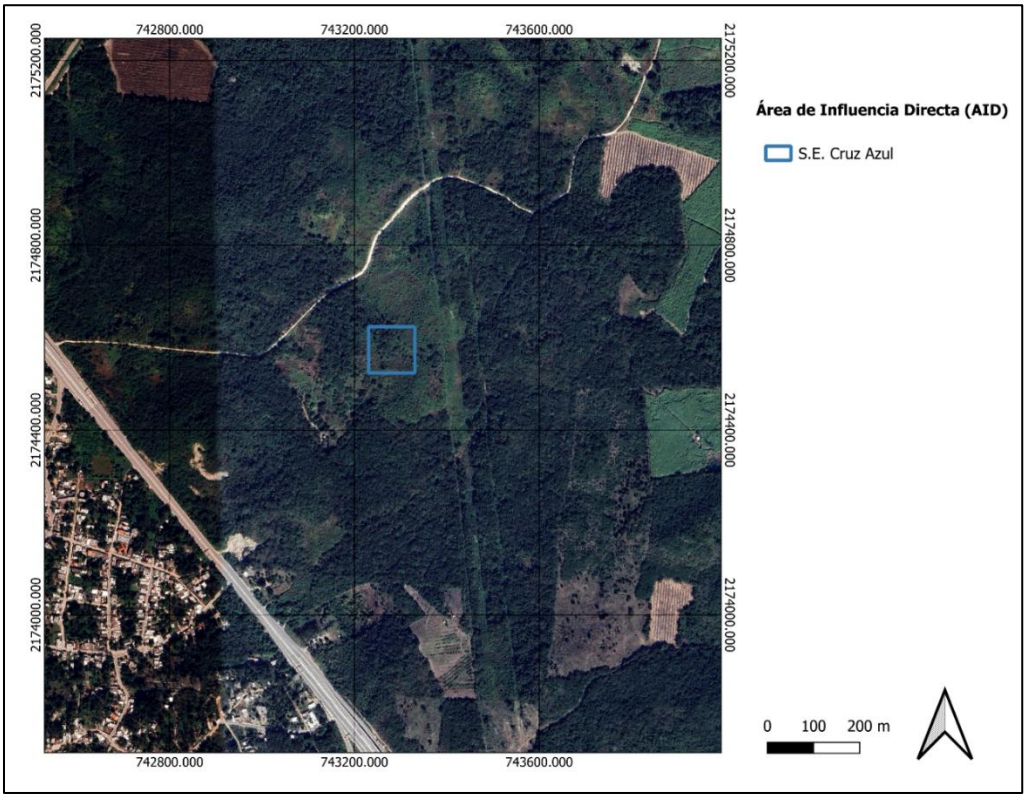
IV.1.1 Área de Influencia Directa (AID)

El Área de Influencia Directa (AID) corresponde a la superficie donde se llevarán a cabo de manera directa las obras y actividades del Proyecto, incluyendo las labores de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de la "**Subestación Eléctrica de Maniobras Cruz Azul".**

Esta área comprende el polígono total del Proyecto, con una superficie aproximada de 10,000 m² , dentro de la cual se presentarán las modificaciones físicas más significativas sobre los componentes ambientales, derivadas de la remoción de vegetación, adecuación del terreno, construcción de infraestructura, tránsito de maquinaria y operación de las instalaciones eléctricas.

En consecuencia, el AID constituye la zona donde se concentrarán los impactos ambientales directos sobre el suelo, la vegetación, la fauna de baja movilidad, el paisaje y demás componentes ambientales presentes en el sitio.

FIGURA 15 ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID)



IV.1.2 Área de Influencia Indirecta (AII)

El Área de Influencia Indirecta (AII) corresponde al entorno inmediato del Proyecto donde podrían manifestarse impactos ambientales secundarios derivados de las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, sin que ello implique una ocupación física permanente del terreno.

Para su delimitación se consideraron las características ambientales y territoriales presentes en el área, particularmente la continuidad de la cobertura vegetal, la presencia de caminos de terracería, áreas previamente intervenidas y otros elementos del paisaje que actúan como límites físicos y funcionales para la dispersión de los impactos potenciales.

Bajo este criterio, el AII comprende el fragmento de vegetación secundaria y las áreas asociadas que rodean al predio del Proyecto, dentro del cual podrían presentarse efectos temporales relacionados con el desplazamiento de fauna silvestre, la generación de ruido y polvo durante la etapa constructiva, así como modificaciones puntuales en la calidad visual del paisaje.

En virtud de la naturaleza, dimensiones y alcance de las obras proyectadas, se estima que los efectos indirectos permanecerán confinados al entorno inmediato del Proyecto, sin generar alteraciones significativas sobre unidades ambientales de mayor escala ni afectar procesos ecológicos regionales.

Con base en lo anterior, el Área de Influencia Indirecta comprende una superficie aproximada de **459,452.10 m² (45.95 ha**), delimitada mediante la integración de criterios ambientales y territoriales, incluyendo la continuidad de la vegetación secundaria circundante, la conectividad ecológica del entorno inmediato, la presencia de caminos existentes y la extensión espacial estimada de los posibles efectos indirectos asociados al Proyecto. Esta superficie representa el ámbito dentro del cual podrían manifestarse de manera temporal efectos relacionados con la generación de ruido, emisiones fugitivas de polvo, desplazamiento de fauna y modificaciones locales del paisaje, sin que se prevean alteraciones significativas sobre procesos ecológicos de escala regional.

FIGURA 16 ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA (AII)

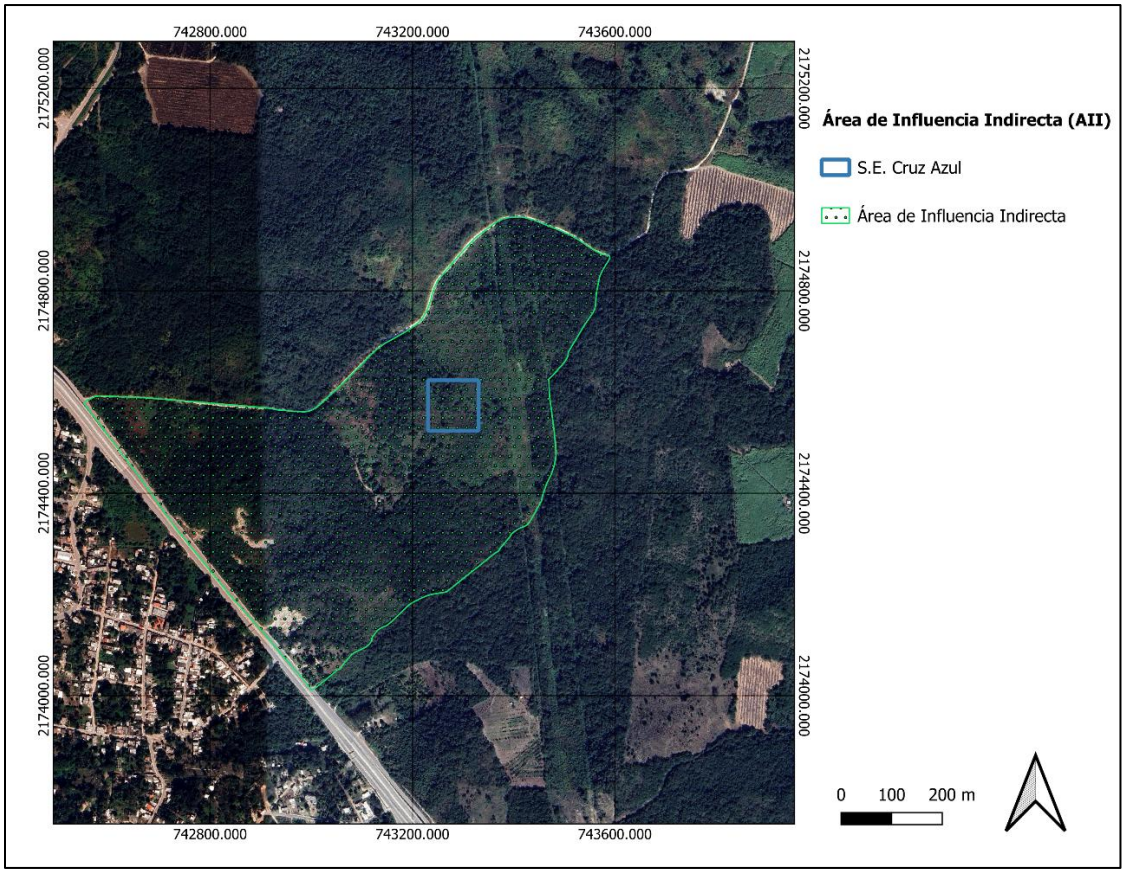


TABLA 40 SUPERFICIE Y CRITERIOS DE DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y ÁREAS DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

Área	Superficie aproximada	Criterio de delimitación
Área de Influencia Directa (AID)	10,000 m² (1.00 ha)	Polígono del Proyecto donde se realizarán las obras y actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.
Área de Influencia Indirecta (AII)	459,452.10 m² (45.95 ha)	Fragmento ambiental circundante delimitado por la continuidad de la cobertura vegetal, caminos de terracería y áreas previamente intervenidas, dentro del cual podrían manifestarse impactos indirectos temporales asociados al Proyecto.
Sistema Ambiental (SA)	469,452.10 m² (46.95 ha)	Unidad ambiental definida con base en las características ecológicas, territoriales y funcionales del entorno del Proyecto.

IV.2 Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental

En los siguientes puntos, son descritos los factores bióticos, abióticos, perceptuales y socioeconómicos que caracterizan el sistema ambiental del Proyecto, con base en ello, se presenta el análisis de las condiciones actuales de los mencionados anteriormente con la finalidad de identificar cual es el grado de conservación, el cual nos ayudara a determinar la calidad del medio en el que se encuentran los ecosistemas en el sitio del Proyecto.

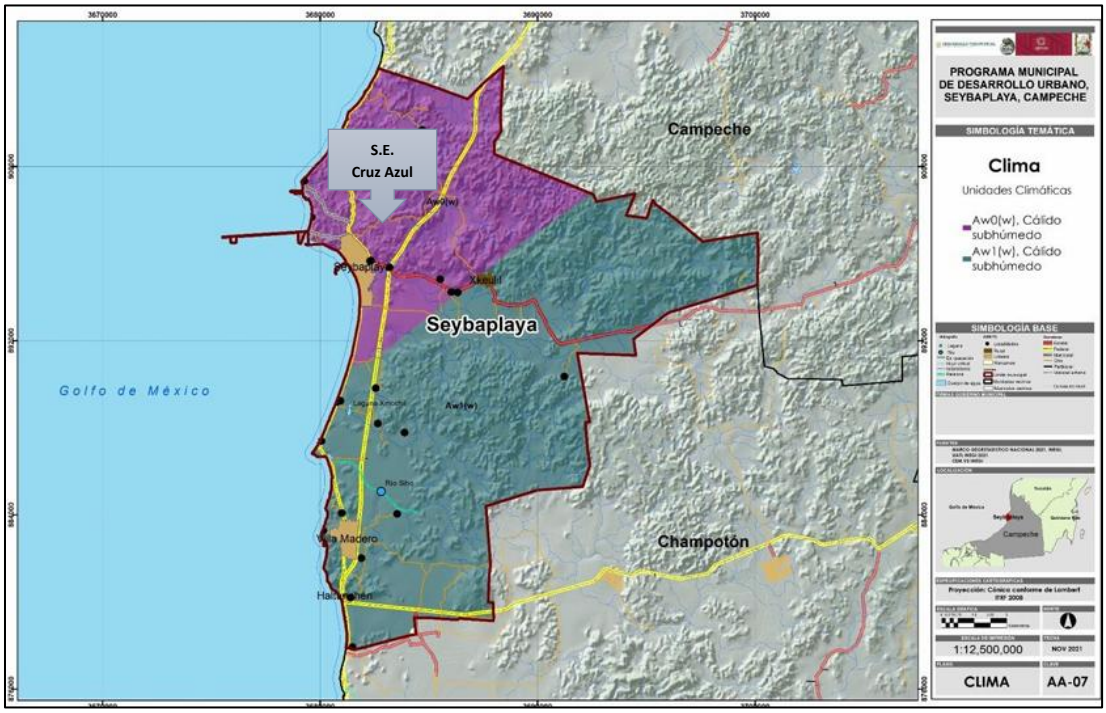
IV.2.1 Aspectos Abióticos

IV.2.1.1 Clima

De acuerdo con la clasificación de Köppen (modificado por García, 1981), el estado de Campeche presenta predominancia de climas cálidos, principalmente del tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw), seguido por variantes más húmedas (Am) y, en menor proporción, climas semisecos (Bs).

Particularmente, el sitio donde se realizará el Proyecto, se ubica dentro de la región climática **Aw0(w) y Aw1(W)**, ambos correspondientes a un clima cálido subhúmedo intermedio con lluvias en verano y bajo porcentaje de precipitación invernal. Este tipo de clima se caracteriza por temperaturas elevadas durante la mayor parte del año, alta humedad relativa y una marcada estacionalidad de las precipitaciones.

FIGURA 17. TIPO DE CLIMA EN EL SITIO DEL PROYECTO



Fuente: Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Seybaplaya, Campeche, 2024

IV.2.1.1.1 Temperatura promedio

Las condiciones térmicas del municipio de Seybaplaya están influenciadas principalmente por su baja altitud, la cercanía al Golfo de México y las características climáticas propias de la Península de Yucatán. En términos generales, la temperatura media anual en la región oscila entre 26 °C y 28 °C, registrándose los valores más elevados durante los meses de abril a julio, mientras que diciembre y enero corresponden a los meses relativamente más frescos del año.

Para la caracterización climática específica del área del Proyecto se empleó la información de la estación climatológica **04072 "Siho Chac"** del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), localizada aproximadamente a 19 km al sureste del sitio de estudio. De acuerdo con las Normales Climatológicas 1991-2020, la temperatura media anual registrada en esta estación es de **27.5 °C**, con una temperatura máxima normal anual de **33.9 °C** y una temperatura mínima normal anual de **21.2 °C**.

La temperatura media mensual presenta una variación moderada a lo largo del año, con valores máximos durante mayo (**30.3 °C**) y mínimos durante enero (**24.3 °C**), lo que confirma el carácter cálido predominante de la región. Por su parte, las temperaturas máximas normales alcanzan sus valores más elevados durante abril y mayo, mientras que las mínimas normales se registran principalmente entre diciembre y febrero.

TABLA 41 TEMPERATURA NORMAL MENSUAL REGISTRADA EN LA ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA SIHO CHAC (1991-2020).

Temperatura (°C)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Máxima normal	30.7	32.7	34.9	37.0	37.3	35.6	35.3	34.8	34.1	32.6	31.3	30.6	33.9
Mínima normal	17.9	19.2	20.2	22.3	23.2	23.1	22.7	22.8	22.6	21.9	19.8	18.6	21.2
Media normal	24.3	25.9	27.6	29.6	30.3	29.3	29.0	28.8	28.3	27.2	25.5	24.6	27.5

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CONAGUA), Normales Climatológicas 1991-2020, estación 04072 "Siho Chac".

IV.2.1.1.2 Precipitación Promedio

La precipitación en el área de estudio presenta una marcada estacionalidad, característica del clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. De acuerdo con la información climatológica regional, la precipitación anual se concentra principalmente entre los meses de junio y octubre, periodo durante el cual ocurre la mayor parte de las lluvias asociadas a sistemas convectivos, ondas tropicales y ciclones tropicales que influyen en la región.

El periodo de estiaje se presenta generalmente de enero a mayo, registrándose los menores volúmenes de precipitación durante febrero, marzo y abril. A partir de mayo se observa un incremento gradual de las lluvias, alcanzando sus valores máximos entre junio y septiembre. Posteriormente, durante octubre comienza una disminución progresiva de la precipitación, la cual continúa durante noviembre y diciembre hasta dar inicio nuevamente al periodo seco.

Para la caracterización climática del área del Proyecto se utilizaron los registros de la estación climatológica 04072 "Siho Chac" del Servicio Meteorológico Nacional. De acuerdo con las Normales Climatológicas 1991-2020, la precipitación normal anual registrada en dicha estación es de **1,348.8 mm**.

Los mayores volúmenes de precipitación mensual se presentan durante los meses de junio (**247.9 mm**), agosto (**242.2 mm**) y septiembre (**234.8 mm**), mientras que los valores más bajos corresponden a marzo (**16.6 mm**), abril (**20.3 mm**) y febrero (**20.9 mm**), reflejando la marcada estacionalidad del régimen pluvial de la región.
La precipitación constituye uno de los principales mecanismos de recarga del acuífero regional y un factor determinante para el desarrollo de la vegetación local. Debido a las características kársticas predominantes en el estado de Campeche, gran parte del agua precipitada se infiltra hacia el subsuelo, favoreciendo la recarga de los sistemas acuíferos y reduciendo la presencia de corrientes superficiales permanentes.

TABLA 42 PRECIPITACIÓN NORMAL MENSUAL REGISTRADA (PERIODO 1991-2020)

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Precipitación normal (mm)	26.1	20.9	16.6	20.3	69.3	247.9	203.5	242.2	234.8	166.8	64.9	35.5	1,348.8

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CONAGUA), Normales Climatológicas 1991-2020, estación 04072 "Siho Chac".

TABLA 43 EVAPORACIÓN NORMAL MENSUAL REGISTRADA (PERIODO 1991-2020)

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Evaporación (mm)	97.6	98.5	121.9	133.6	141.9	122.4	130.3	130.3	122.2	116.4	100.4	96.8	1,412.3

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CONAGUA), Normales Climatológicas 1991-2020, estación 04072 "Siho Chac".

TABLA 44 NÚMERO PROMEDIO DE DÍAS CON LLUVIA REGISTRADOS (PERIODO 1991-2020)

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Días con lluvia	2.7	2.1	1.3	1.8	4.5	12.4	12.9	14.6	13.8	10.3	4.2	3.1	83.7

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CONAGUA), Normales Climatológicas 1991-2020, estación 04072 "Siho Chac".

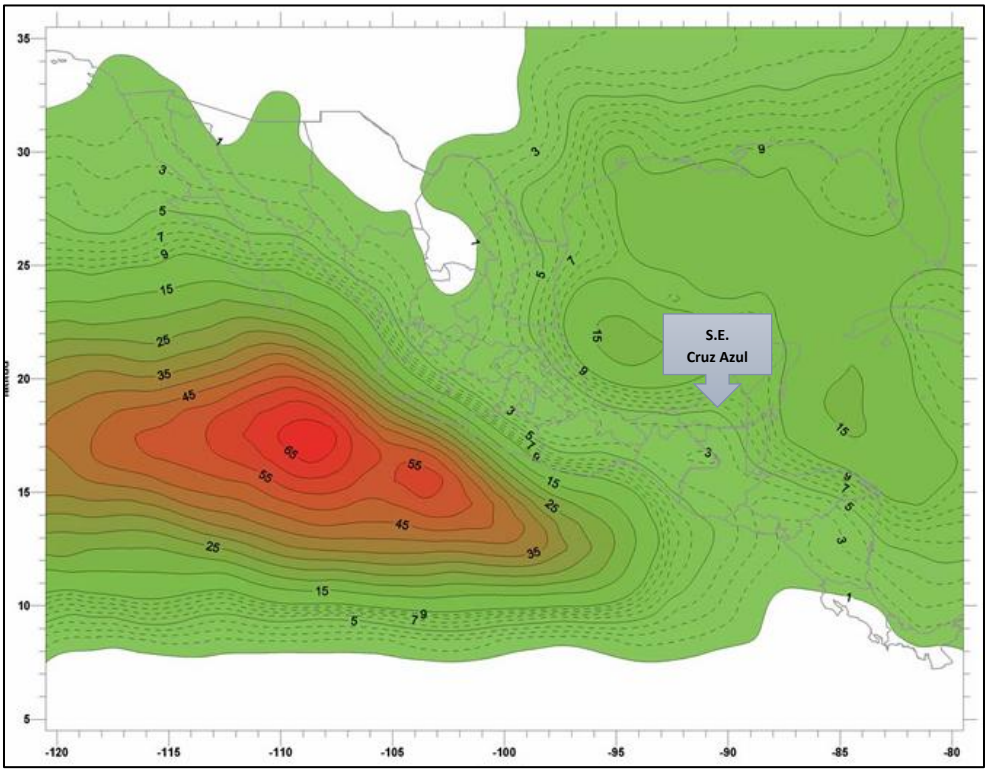
IV.2.1.1.3 Intemperismos severos

Los principales fenómenos meteorológicos que inciden en el área de estudio corresponden a frentes fríos o “Nortes”, tormentas eléctricas y ciclones tropicales, los cuales forman parte de la dinámica climática característica de la región costera del estado de Campeche. Debido a las condiciones cálidas predominantes durante todo el año, no se registran eventos significativos de heladas, nevadas o granizadas.

Los eventos de “Norte” se presentan principalmente entre los meses de noviembre y marzo, asociados al ingreso de masas de aire frío provenientes de Norteamérica hacia el Golfo de México. Estos sistemas ocasionan incrementos temporales en la velocidad del viento, descenso moderado de la temperatura y precipitaciones de intensidad variable, cuyos efectos son perceptibles en la zona costera de Seybaplaya.

Por otra parte, debido a su ubicación geográfica en el litoral del Golfo de México, el municipio se encuentra expuesto a la influencia de ciclones tropicales, incluyendo depresiones tropicales, tormentas tropicales y huracanes, principalmente durante la temporada comprendida entre junio y noviembre. Históricamente, el estado de Campeche ha sido afectado por diversos sistemas ciclónicos de relevancia, entre los que destacan los huracanes Gilberto (1988), Roxanne (1995), Keith (2000), Isidore (2002), Emily (2005) y Dean (2007).

FIGURA 18 DISTRIBUCIÓN DEL NÚMERO DE HURACANES DE 1949 A 2000.



Fuente: Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México.

De acuerdo con los registros de la estación climatológica 04072 "Siho Chac", las tormentas eléctricas presentan una mayor frecuencia durante la temporada de lluvias, particularmente entre junio y septiembre, asociadas al desarrollo de sistemas convectivos propios de la época húmeda. En contraste, la ocurrencia de niebla es esporádica y de baja frecuencia, mientras que no se reportan registros significativos de granizo para la zona.

TABLA 45 INCIDENCIA MENSUAL DE INTEMPERISMOS REGISTRADOS CAMPECHE

Mes	Niebla	Granizo	Tormentas eléctricas
Enero	0.1	0.0	0.0
Febrero	0.2	0.0	0.0
Marzo	0.1	0.0	0.0
Abril	0.0	0.0	0.0
Mayo	0.0	0.0	0.4
Junio	0.0	0.0	1.6
Julio	0.2	0.0	1.9
Agosto	0.0	0.0	2.4
Septiembre	0.5	0.0	1.5
Octubre	0.6	0.0	0.4
Noviembre	1.0	0.0	0.3
Diciembre	0.8	0.0	0.2

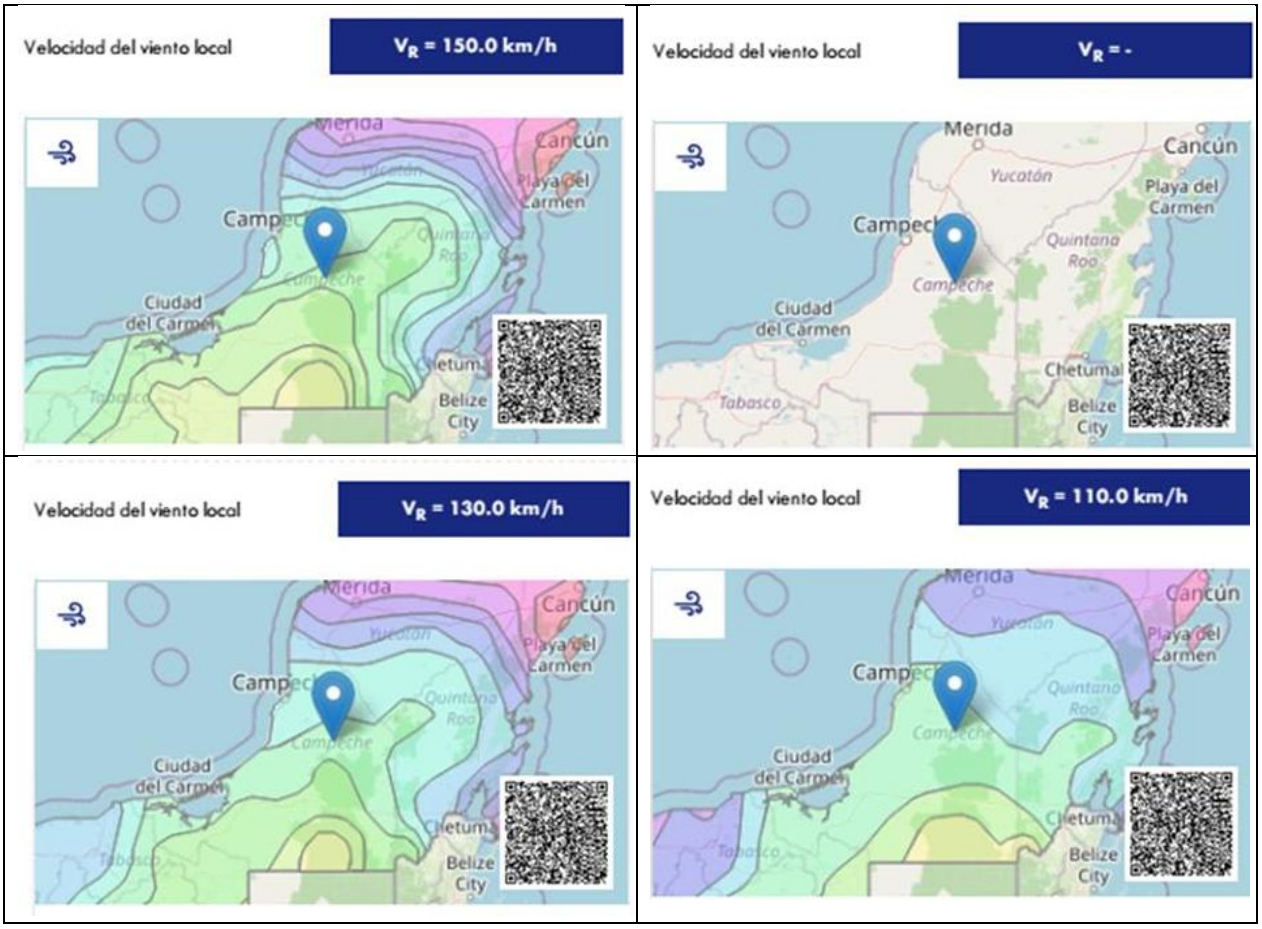
Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CONAGUA), Normales Climatológicas 1991-2020, estación 04072 "Siho Chac".

IV.2.1.1.4 Vientos regionales

La circulación atmosférica regional está influenciada por los vientos alisios provenientes del Golfo de México y el Mar Caribe. En términos generales, predominan vientos con dirección este-sureste durante gran parte del año, aunque durante la temporada de frentes fríos se registran vientos dominantes del norte y noreste asociados a los eventos de "Norte".

La velocidad y dirección de los vientos pueden variar estacionalmente debido a la influencia de sistemas tropicales y frentes fríos; sin embargo, constituyen un factor importante para la dispersión de partículas suspendidas, humedad atmosférica y procesos de evapotranspiración en la región.

FIGURA 19 VELOCIDADES DE VIENTO CAMPECHE



Fuente: dlubal.com

IV.2.1.2 Geología y geomorfología

IV.2.1.2.1 Geología regional

El área de estudio se localiza dentro de la Provincia Fisiográfica Península de Yucatán, una extensa plataforma carbonatada cuya evolución geológica está asociada a la apertura del Golfo de México y al desarrollo de la Plataforma de Yucatán durante el Mesozoico y Cenozoico.

La historia geológica regional se caracteriza por la acumulación de espesas secuencias de rocas sedimentarias carbonatadas depositadas en ambientes marinos someros. Durante el Cretácico y gran parte del Cenozoico predominó la sedimentación de calizas y materiales evaporíticos, que dieron origen a la extensa plataforma calcárea que actualmente conforma la Península de Yucatán. Posteriormente, durante el Cuaternario, las fluctuaciones del nivel del mar favorecieron la acumulación de depósitos costeros y sedimentos recientes en diversas zonas del litoral campechano.

Como resultado de esta evolución geológica, la región presenta condiciones típicamente kársticas asociadas a la disolución de rocas carbonatadas, lo que ha favorecido el desarrollo de dolinas, depresiones cerradas, cavidades y sistemas de drenaje predominantemente subterráneo.

FIGURA 20 TIPO DE ROCA PRESENTE EN EL SITIO DEL PROYECTO



Fuente: SIORE, 202

IV.2.1.2.2 Características litológicas

De acuerdo con la cartografía geológica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y con los resultados del estudio de mecánica de suelos realizado para el Proyecto, el área se encuentra constituida por materiales sedimentarios carbonatados pertenecientes a la Plataforma de Yucatán.

La unidad litológica dominante corresponde a calizas de origen marino, de color crema a blanco, con distintos grados de compactación y cristalización. El estudio geotécnico indica que el subsuelo está conformado por materiales calcáreos de elevada rigidez, característicos de la región de Seybaplaya, donde es común la presencia de una costra calcárea superficial conocida localmente como “laja”, así como horizontes de material calcáreo meteorizado denominado “sascab”.

Asimismo, el estudio identifica condiciones geotécnicas favorables para el desarrollo de obras de infraestructura, observándose estratos de alta capacidad portante y baja deformabilidad, asociados a la presencia de roca caliza competente en profundidad.

IV.2.1.2.3 Geomorfología

El área del Proyecto se localiza dentro de la subprovincia fisiográfica **Karst y Lomeríos de Campeche**, caracterizada por la presencia de **lomeríos bajos** desarrollados sobre materiales carbonatados y por la ocurrencia de procesos de disolución kárstica.
Las unidades geomorfológicas predominantes corresponden a superficies ligeramente onduladas con pendientes suaves, donde predominan procesos de infiltración sobre los de escurrimiento superficial debido a la elevada permeabilidad de las rocas calcáreas.

Durante los trabajos de campo realizados para el estudio geotécnico se observó que el predio presenta desniveles moderados asociados a lomeríos de baja altura, con diferencias topográficas aproximadas de hasta 15 m dentro del terreno, manteniendo en general condiciones estables para el desarrollo del Proyecto.

IV.2.1.2.4 Características del relieve

El relieve del área de estudio corresponde a una zona de lomeríos bajos con pendientes suaves a moderadas. De acuerdo con la información topográfica disponible y las observaciones efectuadas durante los trabajos de exploración geotécnica, el terreno presenta variaciones altimétricas asociadas a la morfología natural del sitio, sin que ello represente limitaciones significativas para la construcción del Proyecto. Las pendientes predominantes favorecen el drenaje superficial local y permiten la implementación de las obras proyectadas mediante actividades convencionales de nivelación y conformación de plataformas.

IV.2.1.2.5 Fallas, fracturas y rasgos kársticos

La revisión de la cartografía geológica regional no identificó fallas geológicas activas ni estructuras tectónicas relevantes que atraviesen directamente el área destinada al Proyecto.

No obstante, debido a la naturaleza carbonatada del subsuelo, la región presenta rasgos asociados al modelado kárstico característico de la Península de Yucatán. A escala regional se han reportado dolinas, depresiones cerradas y otras geoformas originadas por la disolución de calizas.

Durante los recorridos de campo y los trabajos de exploración geotécnica realizados mediante sondeos dentro del predio no se identificaron evidencias de cavernas, dolinas, subsidencias, hundimientos activos o colapsos superficiales que pudieran comprometer la estabilidad del terreno en el área de implantación del Proyecto.

IV.2.1.2.6 Susceptibilidad a fenómenos geológicos

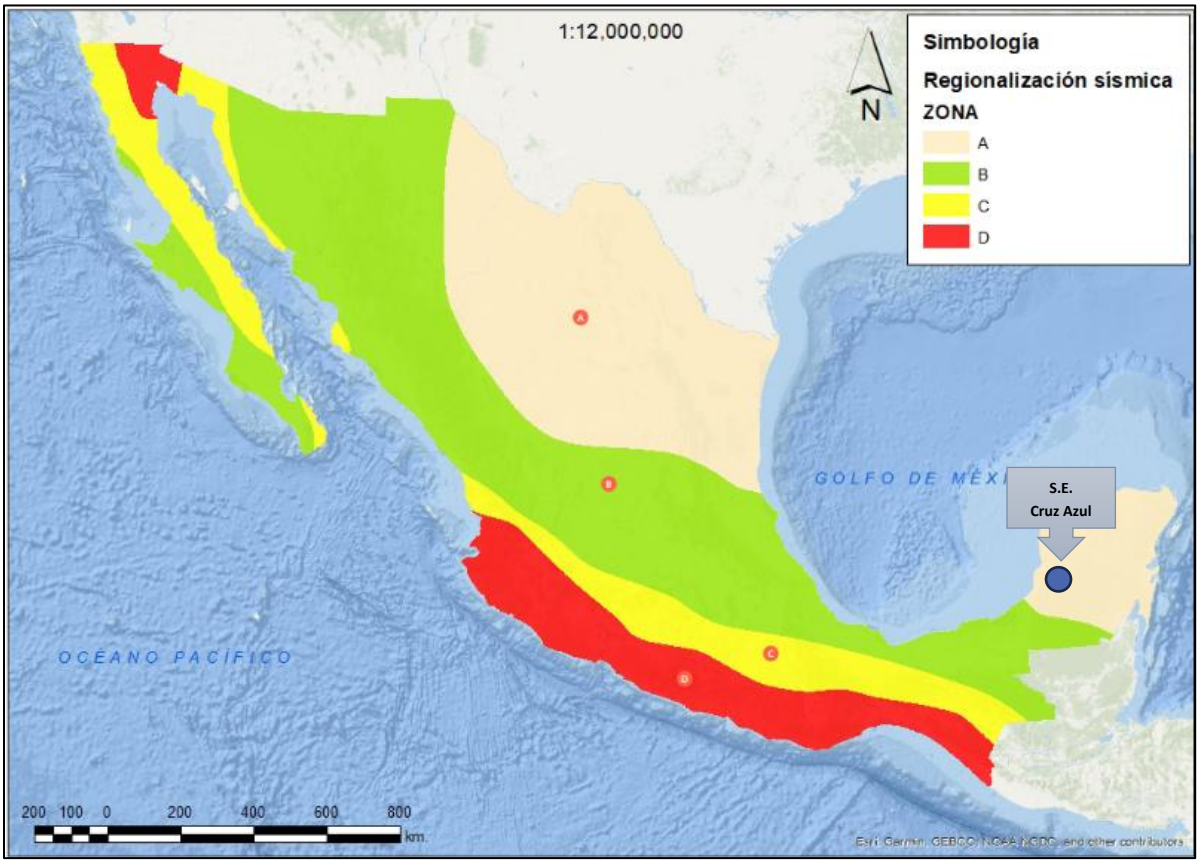
a) Sismicidad

De acuerdo al Servicio Sismológico Nacional y al Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), el país se encuentra dividido en Cuatro zonas de acuerdo al peligro sísmico al que están expuestas las construcciones: A, B, C, y D. Esta clasificación se le conoce como Regionalización Sísmica.

De acuerdo con la regionalización sísmica nacional, el área del Proyecto se localiza dentro de la Zona A, considerada de peligro sísmico muy bajo. La Península de Yucatán constituye una de las regiones con menor actividad sísmica del país debido a su ubicación alejada de los principales límites de placas tectónicas.

Adicionalmente, el estudio geotécnico señala que el sitio presenta condiciones de alta rigidez asociadas a materiales calcáreos competentes, por lo que no se prevén afectaciones significativas derivadas de fenómenos sísmicos regionales.

FIGURA 21 REGIONES SÍSMICAS DE MÉXICO



Fuente: CENAPRED 2026

b) Deslizamientos y derrumbes

La susceptibilidad a deslizamientos y derrumbes se considera baja debido a la ausencia de pendientes pronunciadas, escarpes o laderas inestables dentro del área del Proyecto. Las características geomorfológicas observadas corresponden a lomeríos suaves y superficies estables.

c) Hundimientos y colapsos

La región presenta susceptibilidad natural a procesos kársticos debido a la presencia de materiales calcáreos. Sin embargo, los trabajos de exploración geotécnica efectuados en el sitio no identificaron evidencias de hundimientos, subsidencias, cavidades o colapsos activos dentro del predio.
Asimismo, los resultados del estudio de mecánica de suelos indican que el terreno posee adecuada capacidad portante y que los asentamientos estimados se encuentran dentro de los límites admisibles para las obras proyectadas, por lo que el riesgo de afectaciones geotécnicas se considera bajo.

d) Inundaciones

Las condiciones topográficas del sitio pueden favorecer la acumulación temporal de agua durante eventos extraordinarios de precipitación; sin embargo, el predio no se ubica sobre cauces permanentes ni dentro de zonas federales asociadas a cuerpos de agua superficiales.
La implementación de sistemas de drenaje pluvial durante la etapa de construcción permitirá mantener condiciones adecuadas de escurrimiento superficial.

e) Actividad volcánica

En el área de estudio no existen volcanes activos ni evidencias de actividad volcánica reciente. Debido a la distancia existente respecto a los principales centros volcánicos del país, la susceptibilidad a este tipo de fenómenos se considera prácticamente nula.

IV.2.1.3 Suelos

IV.2.1.3.1 Clasificación de los suelos

Los suelos presentes en el municipio de Seybaplaya son: Regosol, Leptosol, Luvisol, Phaeozem y Vertisol. Los suelos son poco profundos y pedregosos. Estas características enlistan sus principales limitaciones para el desarrollo agrícola.

Los *Phaeozem* son suelos caracterizados por presentar un horizonte superficial oscuro con alto contenido de materia orgánica y una elevada saturación de bases. Generalmente poseen buena fertilidad natural y capacidad de retención de humedad, lo que favorece el establecimiento de la vegetación y el desarrollo de actividades agropecuarias.

El calificativo húmico indica un contenido significativo de carbono orgánico en la fracción fina del suelo, mientras que el calificativo léptico señala la presencia de roca continua o material endurecido a menos de 100 cm de profundidad, condición frecuente en los ambientes kársticos de la Península de Yucatán.

Los *Leptosoles húmicos réndzicos* asociados corresponden a suelos poco profundos desarrollados sobre roca caliza, con elevados contenidos de materia orgánica y una fuerte influencia del material parental carbonatado. Este tipo de suelo es común en la región debido a la escasa profundidad del perfil edáfico y a la presencia cercana del estrato rocoso.

Por su parte, los Vertisoles *endosódicos gléyicos* asociados se caracterizan por presentar altos contenidos de arcilla, condiciones temporales de saturación de humedad y presencia de sodio intercambiable en determinados horizontes.

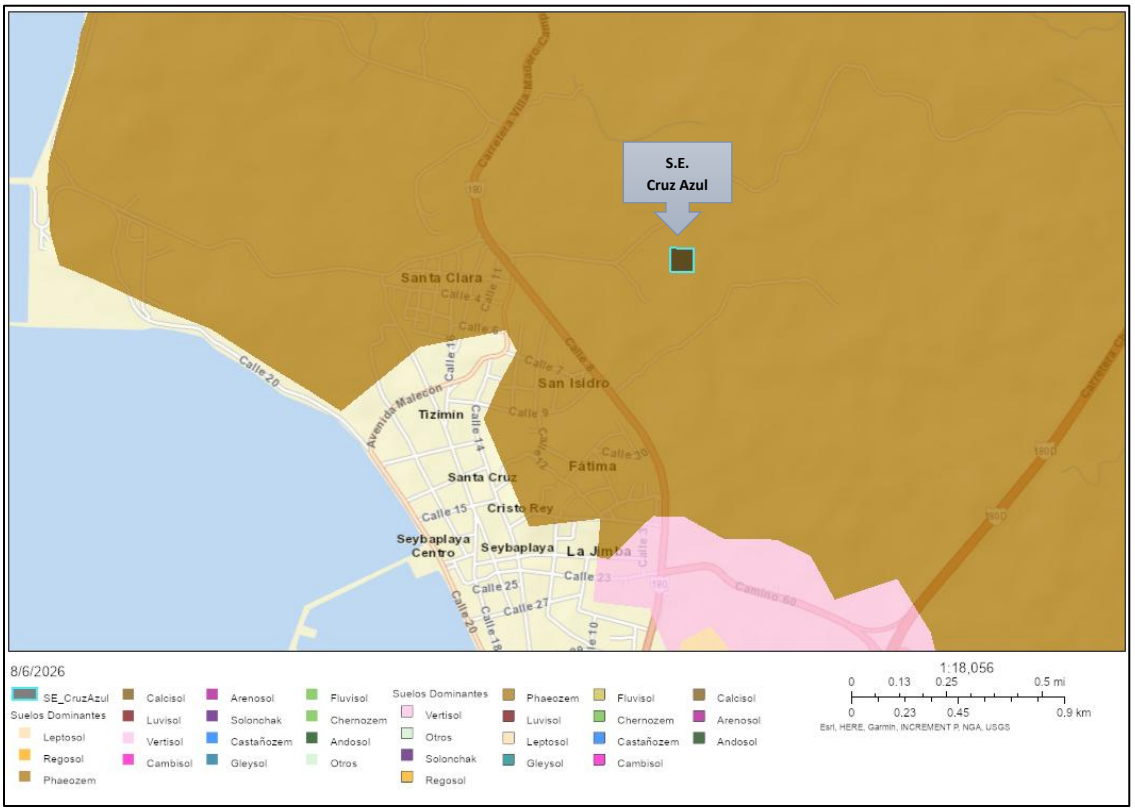
IV.2.1.3.2 Condiciones edáficas y aptitud del suelo

Las características edáficas observadas en el área de estudio son consistentes con el contexto geológico regional dominado por materiales calcáreos. La formación de los suelos ha estado influenciada por procesos de meteorización de las rocas carbonatadas, acumulación de materia orgánica y dinámica de infiltración propia de los sistemas kársticos.

La asociación de suelos presente en el sitio presenta condiciones favorables de fertilidad natural, particularmente por la presencia de ***Phaeozem*** *húmico*, el cual se caracteriza por una elevada saturación de bases y un contenido relativamente alto de materia orgánica. No obstante, la presencia de roca caliza a poca profundidad limita el desarrollo de perfiles edáficos profundos.

Estas condiciones favorecen la infiltración del agua hacia el subsuelo y restringen el desarrollo de escurrimientos superficiales permanentes, comportamiento característico de la región kárstica de la Península de Yucatán. Desde el punto de vista constructivo, los resultados del estudio geotécnico indican que el terreno presenta condiciones adecuadas para la instalación de la infraestructura proyectada, debido a la presencia de estratos calcáreos con buena capacidad portante y estabilidad geomecánica, sin identificarse restricciones significativas para el desarrollo de las obras previstas.

FIGURA 22. TIPO DE SUELO EN EL SITIO DEL PROYECTO



Fuente: SIORE 2026

IV.2.1.3.3 Caracterización estratigráfica del sitio

De acuerdo con el Estudio de Mecánica de Suelos, se realizaron cinco sondeos de exploración mediante los cuales se identificó una secuencia estratigráfica relativamente homogénea en toda el área del Proyecto.

En todos los sondeos se detectó superficialmente una capa de espesor variable entre 0.20 y 0.50 m**,** constituida por boleos calizos pequeños embebidos en una matriz de arcilla de alta plasticidad con contenido de materia orgánica, clasificada como CH de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Este estrato presentó contenidos naturales de humedad comprendidos entre 38.8 % y 42.2 %**,** así como porcentajes de finos entre 18 % y 25 %**.**

Subyaciendo a este material superficial se identificó un estrato continuo de **roca caliza color crema**, cuya consistencia varía de suave a medianamente dura, prolongándose más allá de la profundidad máxima investigada (6.0 m).

Los sondeos M-01, M-02 y M-03 registraron la presencia de roca caliza medianamente dura, mientras que en los sondeos M-04 y M-05 se identificó roca caliza suave de carácter sascaboso. No obstante, la continuidad del estrato calcáreo en todos los puntos explorados evidencia la homogeneidad litológica del subsuelo del predio.

Durante la ejecución de los trabajos no se detectó nivel freático dentro de la profundidad investigada, ni se observaron cavidades, oquedades, hundimientos o evidencias de inestabilidad geotécnica asociadas a procesos kársticos activos. Los resultados obtenidos son congruentes con la geología regional de la Península de Yucatán, caracterizada por la presencia de materiales carbonatados de origen marino y horizontes someros de suelo desarrollados sobre roca caliza.

TABLA 46 RESUMEN DE LA ESTRATIGRAFÍA IDENTIFICADA EN EL PREDIO

Sondeo	Estrato superficial	Espesor (m)	Estrato subyacente
M-01	Boleos calizos con arcilla CH y materia orgánica	0.50	Roca caliza medianamente dura
M-02	Boleos calizos con arcilla CH y materia orgánica	0.25	Roca caliza medianamente dura
M-03	Boleos calizos con arcilla CH y materia orgánica	0.35	Roca caliza medianamente dura
M-04	Boleos calizos con arcilla CH y materia orgánica	0.20	Roca caliza suave sascabosa
M-05	Boleos calizos con arcilla CH y materia orgánica	0.45	Roca caliza suave sascabosa

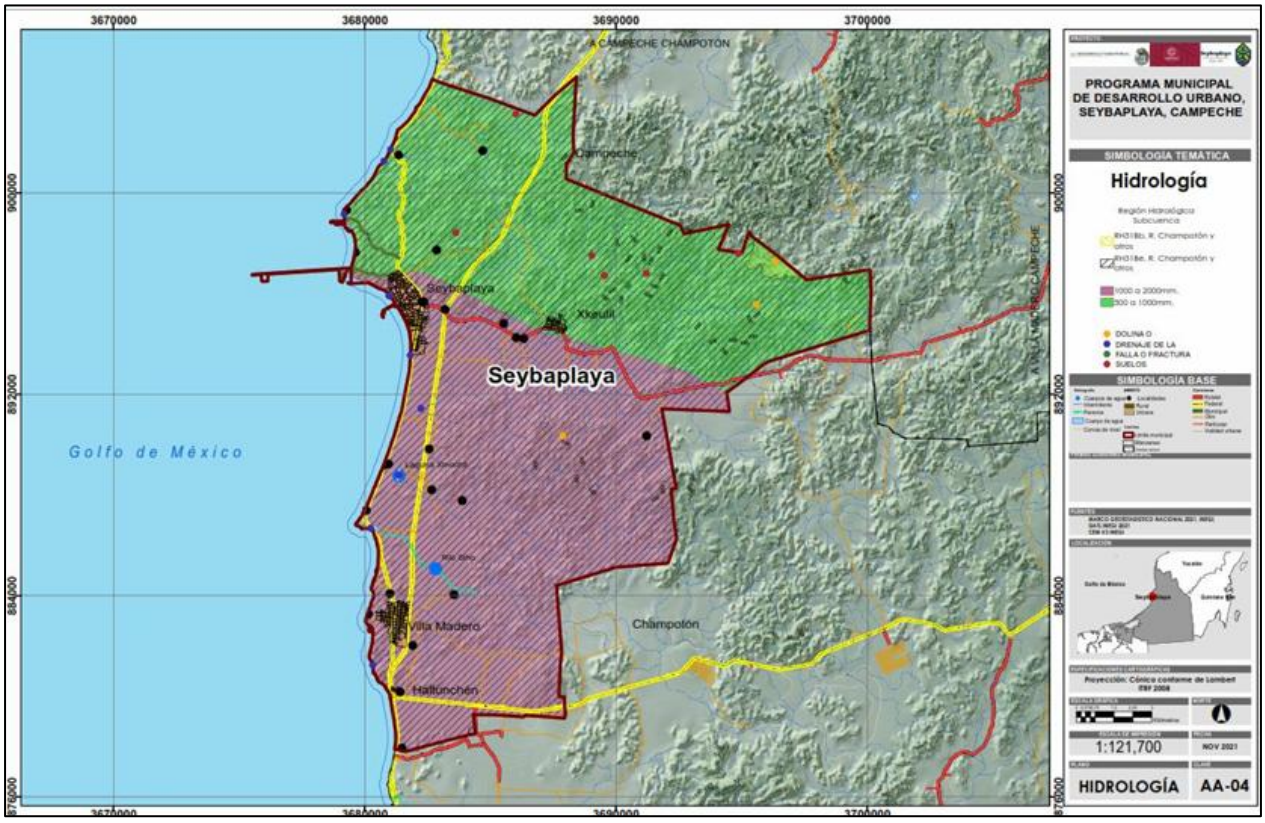
IV.2.1.4 Hidrología superficial y subterránea

IV.2.1.4.1 Hidrología regional

De acuerdo al Estudio Geohidrológico (**Anexo II. Estudio geohidrológico)**, el municipio de Seybaplaya se localiza dentro de la subcuenca Xkeulil, perteneciente a la cuenca Icahao-Sihó de la **Región Hidrológica RH-31 Yucatán Oeste.** Esta subcuenca drena finalmente hacia el Golfo de México y forma parte del sistema hidrológico característico de la Península de Yucatán. Entre las principales corrientes superficiales de la región se encuentran los ríos Icahao, Sihó y Xkeulil.

La dinámica hidrológica regional se encuentra fuertemente influenciada por la naturaleza calcárea del subsuelo y las condiciones kársticas predominantes. La elevada permeabilidad de las rocas carbonatadas favorece la infiltración de la precipitación pluvial, dando origen a sistemas de flujo subterráneo y limitando el desarrollo de corrientes superficiales permanentes. Asimismo, las pendientes suaves que caracterizan la región reducen la generación de escurrimientos superficiales y favorecen el movimiento lento del agua a través del subsuelo.

FIGURA 23 REGIÓN HIDROLÓGICA DEL MUNICIPIO DE SEYBAPLAYA, CAMPECHE



Desde el punto de vista regional, el área de estudio forma parte de una región de carácter **exorreico**, ya que el drenaje final ocurre hacia el Golfo de México. Sin embargo, a escala local predominan condiciones de drenaje **arreico**, debido a que gran parte del agua de lluvia se infiltra rápidamente en el terreno antes de generar corrientes superficiales definidas. Como resultado, el flujo hídrico ocurre principalmente a través de conductos y sistemas subterráneos asociados al medio kárstico.

Debido a estas características, la red hidrográfica superficial es escasa y está conformada principalmente por escurrimientos temporales generados durante eventos de precipitación intensa, así como por depresiones naturales que pueden almacenar agua de manera estacional.

Respecto a la calidad del agua subterránea, los estudios regionales reportan la presencia de aguas clasificadas como dulces, tolerables y salobres, dependiendo de la ubicación y profundidad de aprovechamiento. Asimismo, se registra un pH promedio de 7.8, correspondiente a condiciones ligeramente alcalinas típicas de acuíferos desarrollados sobre materiales calcáreos. Los principales problemas de contaminación identificados en la región son de carácter puntual y se encuentran asociados a centros de población, actividades turísticas y asentamientos rurales.

FIGURA 24 TIPO DE DRENAJE EN EL SITIO DEL PROYECTO



IV.2.1.4.2 Hidrología superficial

La zona donde se desarrollará el Proyecto no presenta corrientes superficiales permanentes dentro del predio ni en su área de influencia inmediata. Esta condición está asociada a las características geológicas e hidrológicas de la región, donde predominan materiales calcáreos altamente permeables que favorecen la infiltración de la precipitación pluvial y limitan la formación de redes de drenaje superficial permanentes.

De acuerdo con la información hidrológica regional, el municipio de Seybaplaya se localiza dentro de una subcuenca que drena hacia el Golfo de México. En esta región se identifican corrientes superficiales de carácter permanente, entre las que destacan los ríos Icahao, Sihó y Xkeulil; asimismo, se registran aproximadamente 262 corrientes intermitentes distribuidas en el territorio municipal, las cuales transportan agua únicamente durante determinadas épocas del año o en respuesta a eventos de precipitación extraordinaria.

Particularmente en el área de estudio no se identificaron ríos, arroyos, lagunas, presas, sistemas lagunares ni otros cuerpos de agua superficiales susceptibles de ser afectados por las obras y actividades proyectadas. Durante la temporada de lluvias pueden presentarse acumulaciones temporales de agua en depresiones naturales del terreno, conocidas regionalmente como aguadas o akalchés; sin embargo, estos cuerpos tienen carácter estacional y desaparecen gradualmente durante la época de estiaje debido a los procesos de infiltración predominantes.

Con base en la revisión de la cartografía hidrológica disponible, así como en los recorridos de campo efectuados, se determinó que el predio no se localiza dentro de cauces naturales, zonas federales o áreas con antecedentes de inundación recurrente. Asimismo, no se identificaron corrientes superficiales que atraviesen el sitio del Proyecto o que pudieran verse modificadas por las actividades previstas.

El cuerpo de agua superficial de mayor relevancia en la región corresponde al Golfo de México, localizado aproximadamente a 115 m del área del Proyecto. No obstante, debido a la naturaleza terrestre de las obras proyectadas, a la ausencia de descargas directas hacia dicho cuerpo receptor y a la implementación de medidas de control ambiental durante las etapas de construcción y operación, no se prevén afectaciones sobre este ecosistema marino.

Considerando que el Proyecto no interactuará de manera directa con cuerpos de agua superficiales ni contempla descargas de aguas residuales hacia éstos, no se considera necesario realizar análisis fisicoquímicos de calidad del agua superficial para la presente evaluación ambiental.

IV.2.1.4.3 Hidrología subterránea

El área de estudio se ubica sobre el Acuífero Península de Yucatán, perteneciente a la **Región Hidrológico-Administrativa XII Península de Yucatán**. Este acuífero constituye una de las reservas de agua subterránea más importantes del país, con una recarga media anual estimada en 25,315.7 hm³, de acuerdo con información de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2020).

El acuífero está conformado principalmente por rocas calizas de alta permeabilidad, cuya capacidad de almacenamiento y conducción ha sido incrementada por procesos de fracturamiento y disolución kárstica desarrollados a lo largo de miles de años. Debido a estas características, el agua subterránea constituye el principal recurso hídrico de la región.

La recarga ocurre principalmente por infiltración directa de la precipitación pluvial, favorecida por la escasa pendiente del terreno y la elevada permeabilidad de los materiales carbonatados superficiales. Como resultado, gran parte del flujo hídrico regional se desarrolla a través de sistemas subterráneos, mientras que los escurrimientos superficiales son limitados. Esta dinámica ha favorecido la formación de diversas geoformas características del paisaje kárstico de la Península de Yucatán, tales como cenotes, dolinas, aguadas y pequeñas lagunas, las cuales se encuentran estrechamente vinculadas al comportamiento hidrogeológico del acuífero.

De acuerdo con la Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas de INEGI y la información geohidrológica regional disponible, el nivel estático en la zona costera de Campeche generalmente se localiza entre 0 y 5 m de profundidad. Asimismo, la familia química dominante del agua subterránea corresponde al tipo sódico-clorurada, característica de los acuíferos costeros influenciados por la proximidad al mar.

La cercanía al litoral favorece la presencia de una cuña salina en profundidad, condición común en los acuíferos costeros de la Península de Yucatán. Por ello, el aprovechamiento del recurso hídrico subterráneo requiere un manejo adecuado para evitar procesos de intrusión salina que pudieran afectar su calidad.

Los estudios geotécnicos realizados para el Proyecto no detectaron nivel freático dentro de la profundidad máxima explorada de 6.0 m. Asimismo, los estudios geoeléctricos efectuados en el sitio identificaron un subsuelo constituido predominantemente por materiales calcáreos de diferente grado de consolidación, sin evidencias de cuerpos de agua subterránea someros dentro del intervalo investigado. Estos resultados son consistentes con las condiciones hidrogeológicas regionales y con la elevada capacidad de infiltración que caracteriza a los terrenos kársticos de la región.

IV.2.1.4.4 Escurrimiento superficial

La dinámica hidrológica del área de estudio está fuertemente influenciada por las características geológicas y topográficas propias de la Península de Yucatán. La presencia de materiales calcáreos altamente permeables, aunada a las pendientes suaves que caracterizan el relieve local, favorece la infiltración del agua de lluvia hacia el subsuelo y limita la formación de escurrimientos superficiales permanentes.

De acuerdo con la información hidrológica regional, el sitio se localiza en una zona con coeficientes de escurrimiento superficial bajos, del orden de 0 a 5 %, por lo que la mayor parte de la precipitación pluvial es incorporada al acuífero mediante procesos de infiltración. Como consecuencia, los escurrimientos superficiales se presentan únicamente de manera temporal durante eventos de lluvia intensa o extraordinaria, desapareciendo rápidamente una vez concluida la precipitación.

Aunque el área forma parte de la Región Hidrológica RH-31 Yucatán Oeste, cuyo drenaje regional desemboca finalmente en el Golfo de México, a escala local predominan condiciones de drenaje arreico asociadas al desarrollo del sistema kárstico. Esta condición explica la escasa presencia de cauces superficiales definidos y el predominio del flujo subterráneo como principal mecanismo de transporte hídrico en la zona.

IV.2.2 Aspectos Bióticos

La caracterización de los aspectos bióticos tiene como finalidad identificar las condiciones ecológicas presentes en el área de estudio, así como determinar la composición general de la flora y fauna, su estado de conservación y la posible presencia de especies sujetas a algún régimen de protección conforme a la legislación ambiental vigente.

Para ello, se realizaron recorridos de reconocimiento en campo dentro del predio y su área de influencia inmediata, complementados con la revisión de información bibliográfica, cartografía temática e información ambiental disponible para la región. La información obtenida permitió describir las comunidades vegetales y faunísticas presentes, así como evaluar de manera general las condiciones ecológicas del sistema ambiental donde se desarrollará el Proyecto.

IV.2.2.1 Flora

IV.2.2.1.1 Vegetación terrestre

La caracterización de la vegetación se realizó mediante recorridos de reconocimiento en la totalidad del predio y su área inmediata de influencia. Durante dichos recorridos se efectuó la identificación visual de las comunidades vegetales presentes y de las especies más representativas observadas en campo,

complementándose la información con la revisión de cartografía temática, imágenes satelitales históricas, bibliografía especializada y estudios ambientales desarrollados previamente para la región.

De acuerdo con la Serie VII de Uso del Suelo y Vegetación del INEGI, el predio se localiza dentro de una unidad clasificada como Vegetación Secundaria Arbórea derivada de Selva Mediana Caducifolia (VSA/SMC). Las condiciones observadas durante los recorridos de campo son consistentes con dicha clasificación, identificándose una cobertura vegetal conformada principalmente por comunidades secundarias en diferentes etapas de regeneración, con presencia de elementos florísticos asociados tanto a selva mediana como a selva baja caducifolia.

Las condiciones actuales de la vegetación reflejan un grado de perturbación derivado de actividades antropogénicas desarrolladas históricamente en el entorno regional, incluyendo apertura de caminos, actividades agropecuarias y modificaciones de la cobertura vegetal. Como consecuencia, se observa una estructura vegetal heterogénea, con predominio de especies secundarias y pioneras características de ambientes sujetos a disturbio.

El predio se localiza en un ambiente exclusivamente terrestre, sin influencia directa de ecosistemas costeros, humedales o cuerpos de agua permanentes, por lo que no se identificó vegetación halófila, manglar ni otras comunidades vegetales asociadas al litoral. La cobertura vegetal se desarrolla sobre terrenos calcáreos someros, con afloramientos rocosos superficiales y suelos de escasa profundidad, condiciones características de la región de Seybaplaya y del sistema kárstico de la Península de Yucatán.
La estructura de la vegetación está conformada por individuos arbóreos y arbustivos dispersos, con un dosel discontinuo y alturas aproximadas entre 6 y 15 m. Asimismo, se observó una importante presencia de vegetación arbustiva, herbácea y trepadora, típica de comunidades secundarias en proceso de regeneración natural.

Durante los recorridos de campo realizados en el área del Proyecto se observó una marcada pérdida de follaje en gran parte de los individuos arbóreos, condición asociada a la época de estiaje en que se efectuó la caracterización. Este comportamiento fenológico es característico de las comunidades vegetales caducifolias del sureste de México y responde a las condiciones climáticas estacionales de la región.

Las principales especies identificadas se describen en la siguiente Tabla:

TABLA 47 ESPECIES DE FLORA IDENTIFICADAS EN EL ÁREA DEL PROYECTO

Nombre común	Nombre científico
Jabín	*Piscidia piscipula*
Pixoy	*Guazuma ulmifolia*
Chaká o palo mulato	*Bursera simaruba*
Tzalam	*Lysiloma bahamense*
tzitlilche	*Gymnopodium floribundum*
Xuul	*Lonchocarpus xuul*

Subin	*Acacia dolichostachya*
Pata de vaca	*Bauhinia sp.*
Tajonal	*Viguiera dentata*
Zacate Kaánchin	*Ichnanthus lanceolatus*

La composición florística observada es congruente con comunidades secundarias desarrolladas sobre sustratos calcáreos y ambientes previamente perturbados, representativas de los ecosistemas tropicales estacionalmente secos presentes en la región centro-occidental del estado de Campeche. Con base en la revisión de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y en las observaciones efectuadas durante los recorridos de campo, no se identificaron especies vegetales incluidas en alguna categoría de riesgo dentro del área destinada al Proyecto.

FIGURA 25 VEGETACIÓN PRESENTE EN EL SITIO DEL PROYECTO



Piscidia piscipula



Bursera simaruba



Viguiera dentata

IV.2.2.2 Fauna

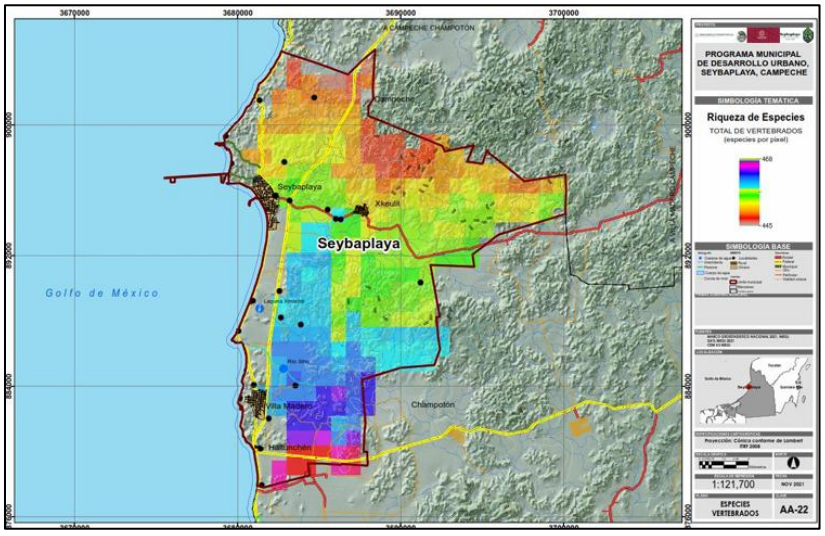
La caracterización faunística del área de estudio se realizó mediante recorridos de reconocimiento dentro del predio y su entorno inmediato, considerando tanto la observación directa de organismos como la identificación de evidencias indirectas de su presencia, tales como huellas, excretas, madrigueras, plumas, nidos, vocalizaciones y otros rastros de actividad biológica. La información obtenida se complementó con la revisión de bibliografía especializada, estudios ambientales desarrollados en la región y registros faunísticos reportados para el municipio de Seybaplaya.

La composición faunística presente en el área de estudio se encuentra influenciada por las condiciones ambientales propias del municipio de Seybaplaya y por el grado de perturbación existente en el entorno inmediato. La proximidad del predio a infraestructura carretera, áreas agropecuarias y asentamientos humanos ha favorecido la presencia de especies generalistas con elevada capacidad de adaptación a ambientes modificados, mientras que especies con mayores requerimientos de conservación tienden a desplazarse hacia áreas con menor presión antropogénica.

De acuerdo con estimaciones regionales basadas en modelos de distribución potencial y registros biológicos disponibles, el municipio de Seybaplaya presenta una riqueza potencial de entre 445 y 468 especies de vertebrados. Las aves constituyen el grupo de mayor diversidad, con una riqueza potencial estimada entre 312 y 334 especies; los mamíferos presentan entre 70 y 74 especies potenciales; los reptiles entre 50 y 54 especies; y los anfibios alrededor de 11 especies distribuidas en el municipio.

Los resultados de los recorridos de campo indican que el predio alberga principalmente especies asociadas a vegetación secundaria y ambientes perturbados. La cobertura vegetal existente proporciona refugio temporal, sitios de alimentación y áreas de desplazamiento para diversas especies de aves, reptiles y pequeños mamíferos que utilizan el sitio como parte de su ámbito de actividad.

FIGURA 26. MAPA DE LA RIQUEZA DE ESPECIES DE ESPECIES EN SEYBAPLAYA, CAMPECHE



a) Aves

Las aves constituyen el grupo faunístico mejor representado en el área de estudio, situación favorecida por la presencia de vegetación secundaria, áreas abiertas y la cercanía relativa a la zona costera. Durante los recorridos de campo se registraron especies de amplia distribución regional y elevada tolerancia a la presencia humana, entre las que destacan la chachalaca (*Ortalis vetula*), paloma ala blanca (*Zenaida asiatica*), tórtola rojiza (*Columbina talpacoti*), zopilote negro (*Coragyps atratus*), cenzontle tropical (*Mimus gilvus*), tapacamino (*Nyctidromus albicollis*), tordo cantor (*Dives dives*), chara yucateca (*Cyanocorax yucatanicus*), zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*), mosquero social (*Myiozetetes similis*), toh o pájaro péndulo (*Eumomota superciliosa)* y pájaro carpintero *(Melanerpes aurifrons*).

b) Reptiles

La presencia de reptiles fue limitada durante los recorridos realizados, registrándose principalmente pequeñas lagartijas del género *Aspidoscelis* . La baja abundancia observada puede estar asociada tanto al grado de perturbación del sitio como a la época del año en que se efectuaron los recorridos, correspondiente a la temporada de estiaje.

c) Mamíferos

Los mamíferos registrados corresponden principalmente a especies oportunistas y de amplia distribución en la Península de Yucatán. Entre las especies observadas destacan el pizote (*Nasua narica*) y el tlacuache común (*Didelphis marsupialis*), organismos frecuentemente asociados a ambientes secundarios y mosaicos de vegetación perturbada. Asimismo, durante los recorridos se observaron ejemplares de perro (Canis lupus familiaris) y gato doméstico (*Felis catus*), especies asociadas a los asentamientos humanos cercanos, por lo que no forman parte de la fauna silvestre característica del sitio.

TABLA 48 INVENTARIO FAUNÍSTICO REGISTRADO DURANTE LOS RECORRIDOS DE CAMPO

Nombre común	Nombre científico
Aves	
Chachalaca	*Ortalis vetula*
Paloma ala blanca	*Zenaida asiatica*
Tórtola rojiza	*Columbina talpacoti*
Zopilote negro	*Coragyps atratus*
Cenzontle tropical	*Mimus gilvus*
Tapacamino	*Nyctidromus albicollis*
Tordo cantor	*Dives dives*
Chara yucateca	*Cyanocorax yucatanicus*
Zanate mexicano	*Quiscalus mexicanus*
Luis gregario (X'tacay)	*Myiozetetes similis*
Toh	*Eumomota superciliosa*
Carpintero cheje	*Melanerpes aurifrons*

Reptiles	
Huico yucateco	*Aspidoscelis angusticeps*
Mamiferos	
Pizote	*Nasua narica*
Tlacuache común	*Didelphis marsupialis*

La composición faunística registrada refleja las condiciones ecológicas actuales del área, caracterizadas por una cobertura vegetal secundaria y un entorno sujeto a influencia antropogénica moderada.

Con base en las observaciones realizadas durante los recorridos de campo y en la revisión de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, no se registraron especies incluidas en alguna categoría de riesgo dentro del área destinada al Proyecto. Asimismo, no se identificaron sitios de anidación, reproducción, refugios permanentes, corredores biológicos relevantes ni áreas críticas para la conservación de fauna silvestre dentro del predio o su entorno inmediato.

FIGURA 27 FAUNA PRESENTE EN EL SITIO DEL PROYECTO



Myiozetetes similis
Fotografía tomada por Viviana Chan Quiñones



Zenaida asiatica
Fotografía tomada por Eusebio Roldán Félix



Aspidoscelis angusticeps
Fotografía tomada por J. Carlos Ku-Mijangos



Quiscalus mexicanus
Fotografía tomada por Lizzi Valeria Martínez

IV.2.3 Paisaje

a) Visibilidad

La visibilidad del área de estudio se encuentra condicionada principalmente por la topografía prácticamente plana del terreno, la presencia de vegetación secundaria arbórea y la infraestructura existente en los alrededores. El predio se localiza sobre una superficie con pendientes suaves, sin elevaciones significativas ni elementos geomorfológicos que generen puntos panorámicos de amplia cobertura visual. La vegetación secundaria presente funciona como una barrera visual parcial, limitando la observación del sitio desde algunos sectores del entorno inmediato.

Los principales puntos de observación corresponden a los caminos de acceso y vialidades cercanas, desde donde el predio puede apreciarse de manera parcial debido a la cobertura vegetal existente. En términos generales, la cuenca visual del Proyecto es reducida y se restringe principalmente al entorno inmediato.

b) Calidad paisajística

La calidad paisajística del área de estudio puede considerarse media. El paisaje está conformado por una combinación de vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana caducifolia, terrenos con cobertura herbácea, afloramientos calcáreos y áreas sujetas a perturbación antrópica. Las características intrínsecas del sitio reflejan un ecosistema terrestre representativo de la región de Seybaplaya; sin embargo, la presencia de caminos, áreas previamente intervenidas y actividades humanas en los predios circundantes disminuyen el grado de naturalidad del paisaje.

No se identificaron elementos escénicos sobresalientes, cuerpos de agua superficiales, formaciones geológicas singulares, monumentos naturales o sitios de interés paisajístico excepcional dentro del predio o su entorno inmediato.

FIGURA 28 PAISAJE GENERAL DEL SITIO DEL PROYECTO



c) Fragilidad visual

La fragilidad visual del paisaje se considera baja a media. Esta valoración se fundamenta en la existencia de cobertura vegetal secundaria, la limitada visibilidad regional del predio y la presencia previa de elementos antrópicos dentro del paisaje circundante. La capacidad de absorción visual del entorno es relativamente favorable debido a que la vegetación existente permite integrar parcialmente nuevas estructuras al paisaje. Asimismo, la ausencia de puntos de observación de alta afluencia turística o recreativa reduce la sensibilidad visual del área frente a modificaciones derivadas del Proyecto.

d) Elementos paisajísticos relevantes

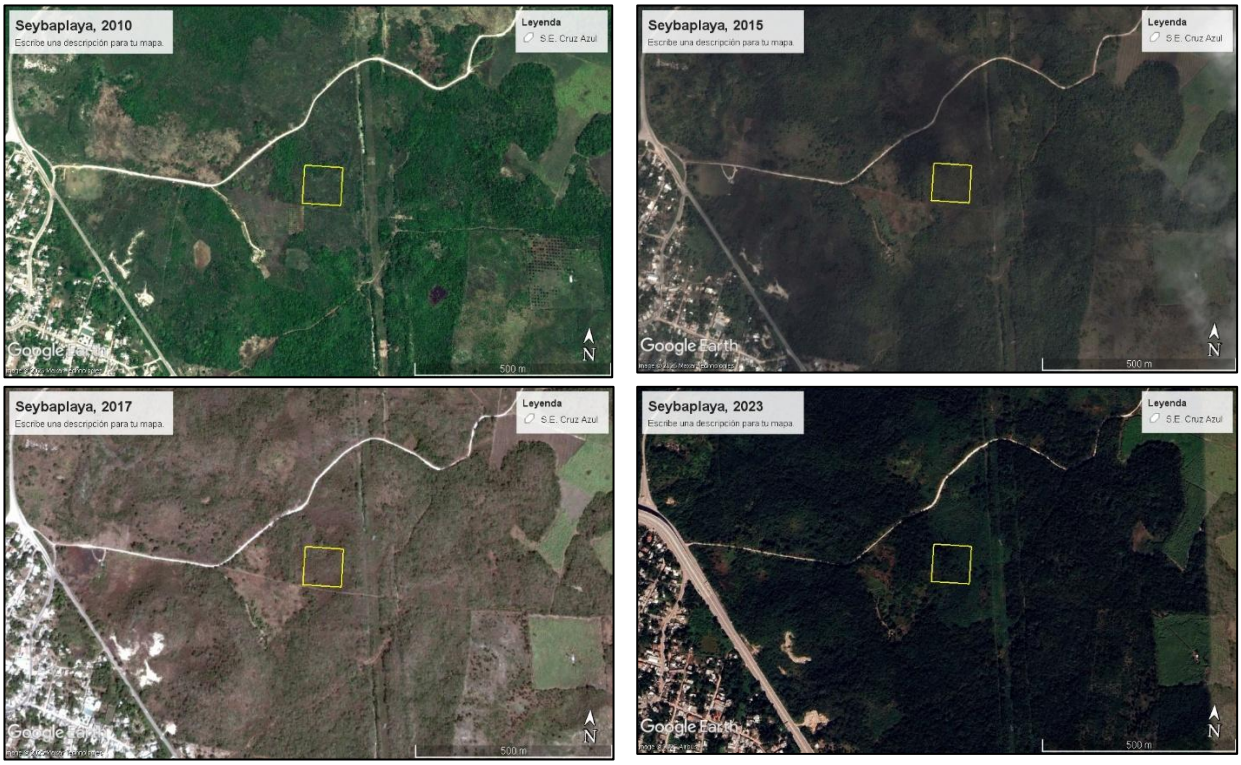
Durante los recorridos de campo no se identificaron elementos paisajísticos de valor excepcional, recursos escénicos sobresalientes, sitios de interés histórico-cultural, monumentos naturales o áreas de especial relevancia visual dentro del predio o su área de influencia. El paisaje predominante corresponde a una matriz de vegetación secundaria arbórea, terrenos con cobertura herbácea y áreas sujetas a actividades antropogénicas, características comunes del entorno rural y periurbano del municipio de Seybaplaya.

e) Evolución del paisaje

Con la finalidad de evaluar la dinámica del paisaje en el área de estudio, se realizó un análisis multitemporal mediante imágenes satelitales históricas correspondientes a los años 2010, 2015, 2017 y 2023. El análisis muestra que el paisaje del área ha experimentado modificaciones asociadas principalmente a actividades antropogénicas y a procesos de regeneración natural de la vegetación. En las imágenes correspondientes a 2010 y 2015 se observa una cobertura vegetal relativamente continua en el predio y su entorno inmediato. Para el año 2017 se aprecia una disminución temporal de la cobertura vegetal en diversos sectores, asociada probablemente a actividades de aprovechamiento, apertura de áreas o perturbaciones locales.

Posteriormente, la imagen de 2023 evidencia un incremento de la cobertura vegetal y la recuperación de superficies previamente intervenidas, lo que indica procesos de regeneración secundaria característicos de los ecosistemas tropicales de la región. La evolución observada es consistente con las condiciones actuales registradas durante los recorridos de campo, donde predominan comunidades de Vegetación Secundaria Arbórea derivadas de Selva Mediana Caducifolia. En términos generales, el paisaje conserva una matriz predominantemente natural, aunque influenciada por la presencia de infraestructura vial, áreas agrícolas y asentamientos humanos localizados en las inmediaciones del sitio.

FIGURA 29 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL PAISAJE Y DE LA COBERTURA VEGETAL EN EL ÁREA DE ESTUDIO (2010-2023).



IV.2.4 Medio socioeconómico

IV.2.4.1 Demografía

El municipio de Seybaplaya es una demarcación de reciente creación en el estado de Campeche. De acuerdo con los resultados del Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), cuenta con una población total de 15,297 habitantes, de los cuales el 50.3 % corresponde a mujeres y el 49.7 % a hombres, lo que refleja una distribución demográfica equilibrada entre ambos sexos.

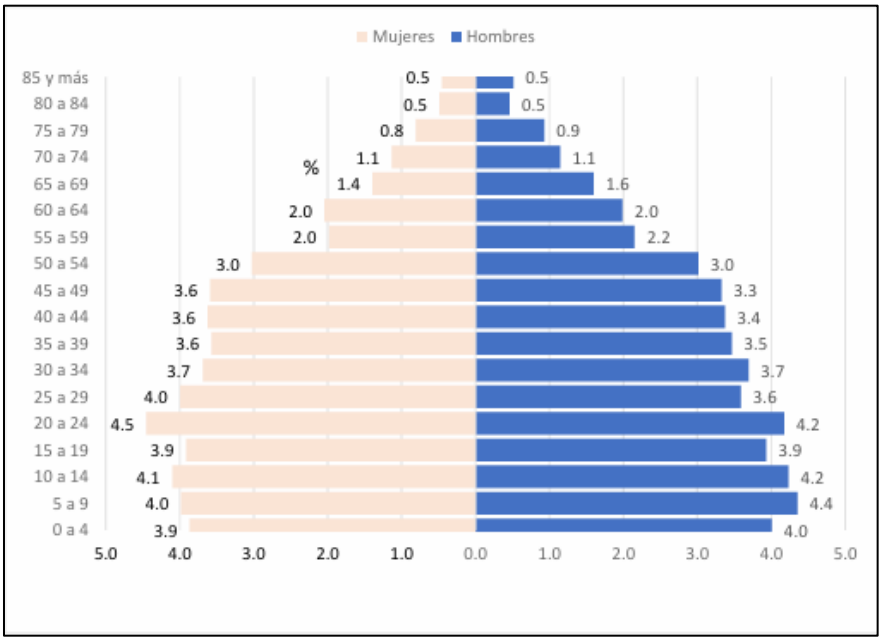
Con base en la información censal disponible y considerando la dinámica de crecimiento observada en la última década, se estima que en el año 2010 la población municipal era de aproximadamente 13,929 habitantes, lo que representa una tasa media anual de crecimiento de 0.94 %. Manteniéndose esta tendencia, se proyecta que la población del municipio alcance alrededor de 16,031 habitantes en 2025 y aproximadamente 16,799 habitantes para el año 2030.

Lo anterior evidencia una tendencia de crecimiento demográfico moderada, asociada a una demanda creciente de infraestructura y servicios básicos, entre ellos el suministro de energía eléctrica, factor relevante para el desarrollo económico y social del municipio.

La estructura de la población del municipio de Seybaplaya, representada mediante la pirámide poblacional correspondiente al año 2020, muestra una composición demográfica propia de una población en transición, caracterizada por una importante proporción de habitantes en edades infantiles y jóvenes, así como por una disminución gradual de la población en los grupos de mayor edad.

Asimismo, la edad mediana de la población se estima en 30.7 años, lo que indica el predominio de una población relativamente joven y potencialmente activa desde el punto de vista económico. Esta condición demográfica representa una demanda creciente de infraestructura, servicios básicos y oportunidades de desarrollo económico, elementos que contribuyen al fortalecimiento de las actividades productivas y sociales del municipio.

FIGURA 30 PIRÁMIDE POBLACIONAL DEL MUNICIPIO DE SEYBAPLAYA 2020



Fuente: INEGI. Censo de población y vivienda 2020

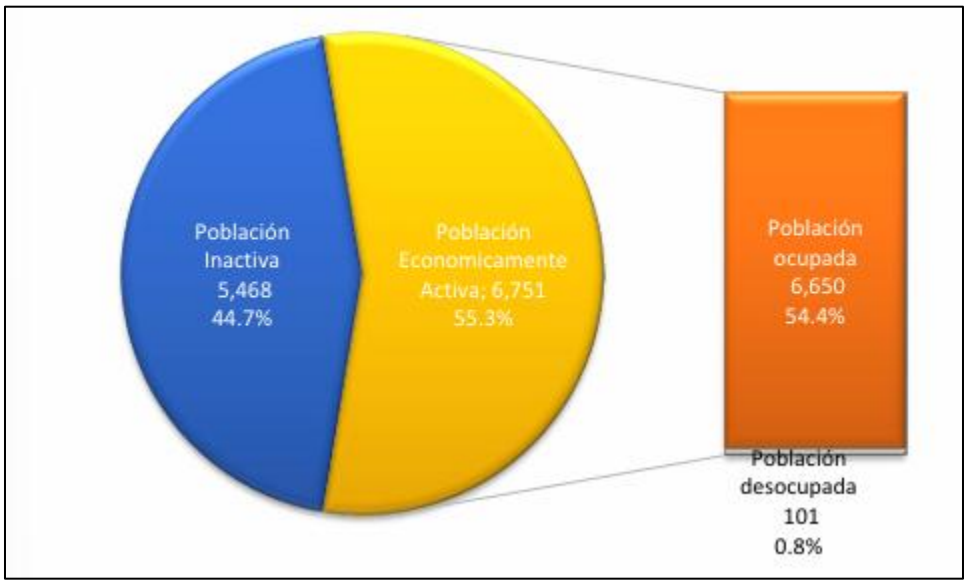
La distribución de la población por sexo muestra una composición equilibrada entre hombres y mujeres en la mayoría de los grupos de edad. No obstante, en los estratos de mayor edad se observa una participación relativamente superior de la población femenina, comportamiento que coincide con la tendencia demográfica observada a nivel nacional y que se asocia con una mayor esperanza de vida de las mujeres respecto de los hombres.

IV.2.4.2 Población Económicamente Activa (PEA)

De acuerdo con los resultados del Censo de Población y Vivienda 2020, el 55.3 % de la población del municipio de Seybaplaya corresponde a la Población Económicamente Activa (PEA), es decir, personas en edad de trabajar que se encuentran ocupadas o en búsqueda de empleo. Por su parte, el 44.0 % integra la población económicamente inactiva, conformada principalmente por estudiantes, personas dedicadas a las labores del hogar, jubilados, pensionados y otros grupos que no participan directamente en las actividades productivas.
Del total de la población, el 54.4 % se encontraba ocupada al momento del levantamiento censal, lo que refleja una importante participación de la población en las actividades económicas del municipio. En contraste, la población desocupada representó únicamente el 0.8 %, indicador que evidencia una baja proporción de personas en búsqueda de empleo sin haber logrado incorporarse al mercado laboral.

En términos generales, la estructura ocupacional del municipio muestra una elevada participación de la población en actividades productivas y una reducida tasa de desocupación, condiciones que reflejan una dinámica económica activa y una disponibilidad de mano de obra para los distintos sectores productivos que se desarrollan en la región.

FIGURA 31 POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA) Y POBLACIÓN OCUPADA. MUNICIPIO DE SEYBAPLAYA 2020



Fuente: INEGI. Censo de población y vivienda 2020

IV.2.4.3 Infraestructura y servicios

De acuerdo con la información del Censo de Población y Vivienda 2020, el municipio de Seybaplaya presenta una amplia cobertura de servicios básicos en las viviendas particulares habitadas. En materia de electrificación, el 99.2 % de las viviendas dispone de energía eléctrica, lo que refleja una cobertura prácticamente universal. Asimismo, el 93.8 % cuenta con servicio de agua entubada y el 94.6 % dispone de sistema de drenaje, indicadores que evidencian una adecuada disponibilidad de infraestructura básica para la población.

a) Vivienda

Respecto a las características de la vivienda, predominan las construcciones de tipo unifamiliar edificadas con materiales permanentes. Únicamente el 0.9 % de las viviendas registran piso de tierra, lo que indica condiciones favorables de habitabilidad para la mayor parte de la población. Por otra parte, el 10.6 % de las viviendas cuenta con un solo cuarto, condición que puede asociarse con situaciones de hacinamiento en determinados sectores de la población. En este sentido, se estima una ocupación promedio de 3.6 habitantes por vivienda en el municipio.

b) Salud

El acceso a los servicios de salud constituye un indicador relevante de las condiciones de bienestar de la población. De acuerdo con los resultados del Censo de Población y Vivienda 2020, el 82.0 % de los habitantes del municipio cuenta con acceso a servicios médicos a través de alguna institución pública o privada de salud, mientras que el 18.0 % restante no dispone de derechohabiencia.

En términos generales, los indicadores de cobertura de servicios básicos y acceso a la salud reflejan condiciones favorables para la población del municipio, constituyendo elementos importantes para el desarrollo social y económico de la región.

c) Infraestructura vial

El municipio de Seybaplaya cuenta con una red vial de aproximadamente 82.57 km, integrada por vialidades urbanas y rurales que permiten la comunicación entre las distintas localidades y actividades productivas del municipio. De acuerdo con la información generada en el Foro de Infraestructura Municipal, el 91 % de esta red vial (75.14 km) se encuentra pavimentada, mientras que el 9 % restante (7.43 km) corresponde a vialidades sin pavimentar.

Respecto al estado de conservación de las vialidades pavimentadas, se reporta que el 95.1 % (71.45 km) se encuentra en buenas condiciones de operación, siendo plenamente transitable y sin afectaciones significativas. Por su parte, el 2.0 % (1.50 km) presenta condiciones regulares asociadas principalmente a la presencia de baches y deterioro superficial, mientras que el 2.9 % (2.16 km) se encuentra en malas condiciones, requiriendo trabajos de rehabilitación o reconstrucción para restablecer adecuadamente su funcionalidad.

En términos generales, la infraestructura vial del municipio presenta condiciones favorables de conectividad y movilidad, lo que facilita el acceso a las localidades, centros de población, zonas productivas y servicios básicos. Asimismo, la red carretera y los caminos existentes constituyen elementos importantes para la logística, transporte de materiales y acceso al sitio donde se desarrollará el Proyecto.

IV.2.4.4 Actividades Económicas

La estructura económica del municipio de Seybaplaya se encuentra dominada por las actividades comerciales y de servicios. De acuerdo con la información disponible, existen 946 establecimientos económicos, de los cuales el 49.7 % corresponde al comercio al por menor, constituyéndose como el principal sector económico del municipio. Le siguen los establecimientos dedicados a otros servicios, excepto actividades gubernamentales (14.5 %), así como los servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos y bebidas (13.5 %), reflejando la importancia de las actividades comerciales, de servicios y gastronómicas en la economía local.

En menor proporción se encuentran las industrias manufactureras (6.3 %), las actividades primarias relacionadas con la agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza (3.0 %), así como los servicios de salud y asistencia social (2.5 %). El resto de los establecimientos se distribuye entre actividades educativas, gubernamentales, transporte, servicios empresariales y otros sectores económicos.

A nivel de rama de actividad, destacan el comercio al por menor de abarrotes y alimentos, los servicios de preparación de alimentos y bebidas, los servicios personales, la reparación y mantenimiento de vehículos, la elaboración de productos de panadería y tortillas, así como las actividades pesqueras tradicionales. Esta composición refleja una economía sustentada principalmente en el comercio minorista y la prestación de servicios, complementada por actividades productivas vinculadas al sector primario y manufacturero. En términos generales, la economía municipal presenta una diversificación moderada, con predominio del sector terciario, condición que favorece el desarrollo de actividades comerciales y de servicios asociadas al crecimiento económico de la región.

FIGURA 32 TOTAL DE ESTABLECIMIENTOS SEGÚN SECTOR DE ACTIVIDAD EN EL MUNICIPIO DE SEYBAPLAYA 202.

Sector	Total de establecimientos	%
Comercio al por menor	470	49.7%
Otros servicios excepto actividades gubernamentales	137	14.5%
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	128	13.5%
Industrias manufactureras	60	6.3%
Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	28	3.0%
Servicios de salud y de asistencia social	24	2.5%
Comercio al por mayor	18	1.9%
Servicios educativos	18	1.9%
Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos	17	1.8%
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	9	1.0%
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	9	1.0%
Información en medios masivos	6	0.6%
Transportes, correos y almacenamiento	6	0.6%
Servicios financieros y de seguros	5	0.5%
Servicios profesionales, científicos y técnicos	5	0.5%
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	4	0.4%
Construcción	1	0.1%
Minería	1	0.1%
Total general	946	100.0%

Fuente: INEGI. Censo de población y vivienda 2020

IV.2.4.5 Factores socioculturales

El municipio de Seybaplaya posee una identidad cultural estrechamente vinculada a las actividades pesqueras, comerciales y de servicios desarrolladas en la zona costera del estado de Campeche. Históricamente, la localidad ha mantenido una relación directa con el aprovechamiento de los recursos marinos, actividad que ha contribuido a la conformación de las dinámicas sociales y económicas de la región. Asimismo, el municipio cuenta con un puerto de carácter pesquero, comercial e industrial que constituye uno de los principales elementos de su desarrollo económico y social.

Dentro de las expresiones culturales locales destacan las festividades religiosas y tradicionales que fortalecen la cohesión social y la identidad comunitaria. Entre ellas sobresale la denominada “Lunada de Seybaplaya”, celebración que se realiza durante la Semana Santa en la Playa Payucán y que reúne a habitantes y visitantes en actividades recreativas, culturales y de convivencia comunitaria. Por otra parte, las actividades relacionadas con la pesca continúan formando parte de las prácticas tradicionales de la población local, incluyendo la pesca ribereña y, en menor medida, actividades recreativas y turísticas vinculadas al aprovechamiento de los recursos marinos.

En relación con el área donde se pretende desarrollar el Proyecto, durante los recorridos de campo y la revisión de información disponible no se identificaron sitios de valor histórico, cultural, religioso o de uso comunitario dentro del predio ni en su área de influencia inmediata. Asimismo, no se observaron elementos que sugieran la existencia de actividades tradicionales, recreativas o de aprovechamiento colectivo que pudieran verse afectados por las obras y actividades proyectadas.

Por lo anterior, se considera que el Proyecto no generará afectaciones sobre los elementos socioculturales representativos del municipio ni sobre las actividades tradicionales desarrolladas por la población local.

IV.2.5 Diagnostico Ambiental

IV.2.5.1 Integración e interpretación del inventario ambiental

El análisis integral de los componentes físicos, biológicos y paisajísticos del área de estudio permitió caracterizar las condiciones ambientales prevalecientes en el sitio donde se desarrollará el Proyecto. Desde el punto de vista físico, el área se localiza sobre materiales calcáreos de origen marino pertenecientes a la Provincia Fisiográfica Península de Yucatán, dentro de la subprovincia **Karst y Lomeríos de Campeche**. El relieve corresponde a **lomeríos bajos** con pendientes predominantemente menores al 3 %, lo que favorece la infiltración del agua y limita el desarrollo de escurrimientos superficiales permanentes.

Los suelos presentes corresponden a una asociación de ***Phaeozem húmico léptico***, ***Vertisol endosódico gléyico*** y ***Leptosol húmico réndzico***, desarrollados sobre roca caliza somera. Los resultados de la mecánica de suelos confirman la presencia de un estrato superficial delgado de suelo sobre roca caliza continua, sin

evidencias de inestabilidad geotécnica, subsidencia activa o cavidades que representen restricciones para el desarrollo del Proyecto.

En materia hidrológica, el sitio forma parte de la Región Hidrológica **RH-31 Yucatán Oeste** y de la cuenca Icahao-Sihó. Aunque regionalmente el drenaje tiene carácter exorreico hacia el Golfo de México, localmente predominan condiciones de drenaje arreico propias de los sistemas kársticos de la Península de Yucatán. No se identificaron corrientes superficiales permanentes, cuerpos de agua ni zonas sujetas a inundación recurrente dentro del predio.

Desde el punto de vista biológico, la cobertura vegetal corresponde principalmente a Vegetación Secundaria Arbórea derivada de Selva Mediana Caducifolia (VSA/SMC), con presencia de elementos de selva baja caducifolia y acahuales en distintas etapas de regeneración. La estructura vegetal observada refleja procesos previos de perturbación asociados a actividades antropogénicas desarrolladas en el entorno regional.

La fauna registrada corresponde principalmente a especies generalistas adaptadas a ambientes intervenidos, destacando aves residentes, pequeños mamíferos y reptiles comunes de la región. No se identificaron especies enlistadas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 durante los recorridos de campo.

En términos paisajísticos, el área conserva una matriz predominantemente natural, aunque influenciada por la presencia de infraestructura carretera, áreas agrícolas y asentamientos humanos cercanos. El análisis multitemporal realizado mediante imágenes satelitales históricas evidencia que el sitio ha experimentado procesos alternados de perturbación y regeneración de la cobertura vegetal durante las últimas décadas.

TABLA 49 ESTADO ACTUAL DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES

Componente	Estado actual
Geología y geomorfología	Conservado
Suelos	Moderadamente conservados
Hidrología superficial	Ausencia de cuerpos de agua permanentes
Hidrología subterránea	Acuífero kárstico regional
Vegetación	Vegetación secundaria arbórea derivada de Selva Mediana Caducifolia
Fauna	Fauna generalista regional
Paisaje	Moderadamente conservado
Especies protegidas	No registradas
Ecosistemas prioritarios	No presentes

La interacción entre los componentes ambientales permite identificar una estrecha relación entre la naturaleza calcárea del subsuelo, la dinámica hidrológica de tipo kárstico y el desarrollo de comunidades vegetales secundarias adaptadas a suelos someros.

De igual forma, la fauna registrada depende directamente de la cobertura vegetal existente, la cual funciona como sitio de alimentación, refugio y desplazamiento para especies generalistas presentes en la región. Esta interdependencia determina que las principales sensibilidades ambientales del área se concentren en la conservación de la cobertura vegetal y en la protección de la calidad del agua subterránea.

IV.2.5.2 Valoración del escenario ambiental

Con el propósito de integrar la información obtenida durante la caracterización ambiental y establecer las condiciones prevalecientes del sistema ambiental donde se desarrollará el Proyecto, se realizó una valoración cualitativa de los principales componentes físicos, biológicos y paisajísticos, tomando como referencia los criterios sugeridos en la Guía para la Elaboración de Manifestaciones de Impacto Ambiental de la SEMARNAT.

a) Normativo

La revisión de la normatividad ambiental aplicable permitió identificar que el área del Proyecto no se ubica dentro de Áreas Naturales Protegidas federales, estatales o municipales, ni en sitios prioritarios para la conservación definidos por instrumentos de política ambiental vigentes.
Asimismo, durante los recorridos de campo no se registraron especies de flora o fauna incluidas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. No se identificaron cuerpos de agua superficiales sujetos a regulación específica ni zonas federales asociadas a cauces, lagunas o humedales dentro del predio. No obstante, debido a la presencia del acuífero Península de Yucatán y a la elevada permeabilidad de los materiales calcáreos del subsuelo, resulta indispensable aplicar medidas preventivas orientadas a evitar la contaminación del suelo y del agua subterránea durante las distintas etapas del Proyecto.

b) Diversidad

La diversidad biológica observada en el área corresponde principalmente a comunidades secundarias derivadas de Selva Mediana Caducifolia, integradas por especies vegetales ampliamente distribuidas en la región de la Península de Yucatán.

La fauna registrada está conformada principalmente por aves residentes, pequeños mamíferos y reptiles generalistas adaptados a ambientes con distintos grados de perturbación. Aunque la riqueza biológica local es representativa de los ecosistemas regionales, no se identificaron comunidades particularmente diversas ni concentraciones excepcionales de especies que indiquen condiciones de alta complejidad ecológica. Por lo anterior, la diversidad biológica del área se considera de valor medio.

c) Rareza

Durante la caracterización ambiental no se identificaron elementos geológicos, hidrológicos, florísticos o faunísticos considerados raros o con distribución restringida dentro del ámbito municipal o regional. Las especies registradas corresponden a organismos comunes en ecosistemas tropicales estacionalmente secos de Campeche y ampliamente distribuidos en la Península de Yucatán. De igual forma, las condiciones geomorfológicas, edáficas e hidrológicas observadas son representativas de la región. En consecuencia, el valor de rareza del área se considera bajo.

d) Naturalidad

El área de estudio conserva elementos naturales propios de los ecosistemas terrestres de la región; sin embargo, presenta evidencias de perturbación asociadas a actividades antropogénicas históricas y actuales desarrolladas en el entorno, incluyendo infraestructura carretera, apertura de caminos, actividades agropecuarias y modificaciones de la cobertura vegetal. La presencia predominante de vegetación secundaria arbórea y acahuales indica que el ecosistema ha experimentado procesos previos de alteración, aunque mantiene capacidad de regeneración natural. Por ello, el grado de naturalidad del sistema ambiental se considera medio.

e) Aislamiento

El predio no constituye un fragmento ecológicamente aislado, ya que mantiene conectividad con superficies adyacentes cubiertas por vegetación secundaria y remanentes de selva presentes en el paisaje regional. Esta conectividad favorece el desplazamiento de fauna silvestre y contribuye al intercambio biológico con áreas circundantes. Sin embargo, la presencia de infraestructura vial y zonas urbanizadas cercanas genera cierto grado de fragmentación del hábitat. En términos generales, el grado de aislamiento se considera bajo a medio.

f) Calidad ambiental

Las condiciones ambientales observadas reflejan un sistema con alteraciones moderadas pero funcionalmente conservado. No se detectaron procesos severos de erosión, contaminación, degradación hidrológica o pérdida total de cobertura vegetal. Los componentes físicos presentan estabilidad geotécnica e hidrológica, mientras que los componentes biológicos conservan características representativas de los ecosistemas regionales, aunque bajo condiciones de vegetación secundaria. Por lo anterior, la calidad ambiental del área de estudio se considera media.

TABLA 50 VALORACIÓN INTEGRAL DEL ÁREA DE ESTUDIO

Componente ambiental	Estado actual	Criterios relevantes de valoración	Valor ambiental
Geología y geomorfología	Conservado	Naturalidad media; rareza baja	Medio
Suelos	Moderadamente conservados	Calidad ambiental media	Medio

Hidrología superficial	Ausencia de cuerpos de agua permanentes	Calidad ambiental media; rareza baja	Bajo
Hidrología subterránea	Presencia del acuífero Península de Yucatán	Normativo medio-alto; calidad ambiental alta	Alto
Vegetación	Vegetación secundaria arbórea derivada de Selva Mediana Caducifolia	Diversidad media; naturalidad media	Medio
Fauna	Especies generalistas de amplia distribución	Diversidad media; rareza baja; aislamiento bajo-medio	Medio
Paisaje	Moderadamente conservado con influencia antrópica regional	Naturalidad media; calidad visual media	Medio
Especies protegidas	No registradas	Rareza baja	Bajo
Ecosistemas prioritarios	No presentes	Rareza baja; normativo bajo	Bajo

IV.2.5.3 Tendencias de deterioro y conservación

El análisis histórico del área de estudio, apoyado en la revisión de imágenes satelitales multitemporales y en los recorridos de campo realizados, permitió identificar que las principales modificaciones ambientales han estado asociadas al desarrollo de actividades antropogénicas regionales, entre las que destacan la expansión de infraestructura vial, la apertura de terrenos para actividades agropecuarias y el crecimiento de asentamientos humanos en las inmediaciones de la localidad de Seybaplaya.

Como consecuencia de estos procesos, la vegetación original ha experimentado distintos grados de transformación, observándose actualmente el predominio de Vegetación Secundaria Arbórea derivada de Selva Mediana Caducifolia, con presencia de acahuales y especies pioneras características de áreas previamente perturbadas. Esta condición constituye la principal tendencia histórica de deterioro ambiental identificada en el sistema ambiental. No obstante, el análisis multitemporal también evidencia la existencia de procesos naturales de regeneración de la cobertura vegetal, favorecidos por el abandono temporal de algunas áreas y por la capacidad de recuperación característica de las comunidades vegetales tropicales de la región. Lo anterior indica que, pese a las alteraciones registradas, el sistema ambiental mantiene procesos ecológicos funcionales y capacidad de resiliencia.

Desde el punto de vista hidrológico, no se identifican procesos significativos de deterioro asociados a modificación de cauces, pérdida de cuerpos de agua o alteraciones relevantes en los patrones de drenaje natural. Asimismo, las condiciones geológicas y geomorfológicas del sitio muestran estabilidad, sin evidencias de erosión acelerada, subsidencia activa, deslizamientos o procesos de degradación física relevantes. En términos de calidad ambiental, el área presenta un grado de conservación intermedio, resultado de la coexistencia de elementos naturales remanentes con zonas sujetas a influencia antrópica. La tendencia actual sugiere la permanencia de procesos de regeneración natural de la vegetación, aunque éstos pueden verse limitados por el crecimiento de la infraestructura y las actividades productivas desarrolladas en el entorno regional.

TABLA 51 COMPONENTES AMBIENTALES SENSIBLES IDENTIFICADOS

Elemento	Sensibilidad	Justificación
Acuífero kárstico regional	Alta	Alta permeabilidad del subsuelo kárstico y vulnerabilidad a procesos de contaminación.
Vegetación secundaria arbórea	Media	Requiere remoción parcial para la implementación del Proyecto.
Fauna silvestre local	Media	Posible desplazamiento temporal durante las etapas de preparación del sitio y construcción.
Suelos someros sobre roca caliza	Media	Limitada profundidad edáfica y lenta recuperación natural ante alteraciones físicas.
Paisaje local	Baja-Media	Presencia previa de infraestructura, caminos y actividades antropogénicas en el entorno.

IV.2.5.4 Síntesis de diagnóstico ambiental

Con base en la integración de la información física, biológica, hidrológica, paisajística y socioambiental, se concluye que el área de estudio presenta un nivel de conservación intermedio, caracterizado por condiciones físicas estables, predominio de vegetación secundaria arbórea, fauna compuesta principalmente por especies generalistas y una dinámica ecológica influenciada por actividades antropogénicas desarrolladas en el entorno regional.

No se identificaron ecosistemas prioritarios para la conservación, cuerpos de agua superficiales permanentes dentro del predio, especies de flora o fauna incluidas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni elementos ambientales de singularidad excepcional que representen restricciones absolutas para el desarrollo del Proyecto.

El componente de mayor sensibilidad ambiental corresponde al sistema hidrogeológico regional, debido a la elevada permeabilidad de los materiales calcáreos y a la importancia del acuífero Península de Yucatán como principal reservorio de agua de la región. Asimismo, la cobertura vegetal secundaria constituye un componente susceptible a modificación directa durante las actividades de preparación del sitio.
Considerando las condiciones actuales del sistema ambiental, la ausencia de elementos críticos de conservación y el grado de perturbación previamente existente en el área, se determina que el sitio presenta aptitud ambiental para el desarrollo del Proyecto, siempre que se implementen de manera adecuada las medidas de prevención, mitigación, restauración y seguimiento ambiental establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

V IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Con fundamento en el artículo 12, fracción V, del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), en este capítulo se presentan la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales potenciales derivados de las actividades asociadas a la preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y, en su caso, abandono del Proyecto.

La evaluación se realizó considerando la interacción entre las acciones previstas y los componentes ambientales que integran el sistema ambiental descrito en el Capítulo IV, con la finalidad de determinar la magnitud de las alteraciones potenciales, identificar los elementos ambientales más sensibles y establecer las medidas necesarias para prevenir, mitigar o compensar los efectos adversos que pudieran generarse.

V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Existen diversas metodologías aplicables a la evaluación de impacto ambiental, entre las que destacan las listas de verificación, matrices de interacción, redes causa-efecto y métodos de valoración cualitativa, semicuantitativa y cuantitativa. La selección de la metodología depende de las características particulares del Proyecto, de la disponibilidad de información ambiental y del nivel de detalle requerido para la evaluación. (Espinoza, 2001).
Considerando la naturaleza del Proyecto y las características del área donde se pretende desarrollar, se adoptó una metodología integrada compuesta por tres etapas complementarias:

1. ***Identificación de impactos mediante lista de verificación***

En una primera etapa se elaboró una lista de verificación (Check List) mediante la cual se identificaron las principales actividades asociadas a las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto, así como los factores ambientales potencialmente susceptibles de ser modificados (**ver Tabla 51).**

Los factores ambientales considerados se agruparon en los componentes físico, biótico, paisajístico y socioeconómico, incorporando variables relacionadas con geología, geomorfología, suelo, hidrología superficial y subterránea, calidad del aire, vegetación, fauna, paisaje y aspectos sociales.

2. ***Evaluación mediante matriz de Leopold modificada***

Una vez definidos los factores ambientales y las acciones del Proyecto, se construyó una matriz de interacción tipo **Leopold** modificada, en la cual se relacionaron las actividades previstas con cada uno de los componentes ambientales identificados.
La matriz permitió reconocer las relaciones causa-efecto derivadas de la ejecución del Proyecto, identificando tanto impactos adversos como impactos benéficos, directos e indirectos, temporales y permanentes. Para cada interacción identificada se determinó la existencia o ausencia de impacto ambiental y se procedió a su análisis individual.

3. Evaluación y valoración de impactos

La valoración de los impactos se realizó mediante una adaptación de la matriz de interacción propuesta por Leopold et al. (1971), complementada con criterios cualitativos de evaluación basados en la metodología de Conesa Fernández-Vítora (2010), considerando la naturaleza, magnitud, extensión, duración y reversibilidad de los impactos identificados.

Los criterios considerados fueron los siguientes:

- **Naturaleza:** determina si el impacto genera efectos benéficos o adversos sobre el ambiente.
- **Intensidad:** expresa el grado de alteración ocasionado sobre el componente ambiental afectado.
- **Extensión:** define el ámbito espacial de influencia del impacto.
- **Persistencia:** establece el periodo de permanencia del efecto generado.
- **Efecto:** Establece la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.
- **Periodicidad:** Regularidad de manifestación del efecto; bien sea de manera cíclica o recurrente.
- **Reversibilidad:** indica la capacidad del medio para recuperar sus condiciones originales una vez que cesa la acción que origina el impacto.
- **Recuperabilidad:** Es la capacidad de reconstrucción, total o parcial del factor afectado, por medio de la intervención humana.

La aplicación de estos criterios permitió jerarquizar los impactos identificados y determinar aquellos componentes ambientales con mayor sensibilidad frente al desarrollo del Proyecto. Los resultados obtenidos constituyen la base para la formulación de las medidas de prevención, mitigación y control ambiental que se presentan en capítulos posteriores, orientadas a minimizar los efectos adversos y potenciar los efectos benéficos asociados a la ejecución del Proyecto.

TABLA 52 ACTIVIDADES DEL PROYECTO POR ETAPA

Etapa	Actividad	Clave
Preparación del sitio	Delimitación y señalización del área de trabajo	PS-01
	Desmonte y despalme de la cobertura vegetal	PS-02
	Trazo y nivelación del terreno	PS-03
	Movilización de maquinaria, equipos y materiales	PS-04
	Manejo temporal de residuos generados	PS-05
Construcción	Excavaciones para cimentaciones	C-01
	Conformación y compactación de plataformas	C-02
	Construcción de cimentaciones y obras civiles	C-03
	Instalación de ductos, registros y canalizaciones eléctricas	C-04
	Montaje de estructuras metálicas y equipos eléctricos	C-05
	Instalación del sistema de tierras	C-06
	Instalación de transformadores, tableros y equipos auxiliares	C-07
	Tendido de conductores e interconexiones eléctricas	C-08
	Tránsito de maquinaria, vehículos y personal	C-09
	Manejo de residuos de construcción	C-10
Operación y mantenimiento	Operación de la subestación eléctrica	OM-01
	Inspección y monitoreo de equipos	OM-02
	Mantenimiento preventivo y correctivo	OM-03
	Manejo de residuos derivados del mantenimiento	OM-04
	Tránsito ocasional de personal y vehículos de servicio	OM-05

V.1.1 Indicadores de impacto

Los indicadores de impacto constituyen herramientas de análisis que permiten identificar, describir y valorar las alteraciones potenciales que podrían generarse sobre los componentes ambientales como consecuencia de la ejecución del Proyecto. Su principal aplicación consiste en establecer una relación objetiva entre las acciones del Proyecto y los elementos del medio susceptibles de modificación, permitiendo estimar la magnitud de los impactos ambientales, comparar alternativas de desarrollo y evaluar la importancia de las alteraciones generadas sobre cada componente del ecosistema.

Para efectos de la presente evaluación, los indicadores de impacto corresponden a aquellos atributos físicos, biológicos, paisajísticos y socioeconómicos susceptibles de experimentar cambios derivados de las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto. Su selección se fundamenta en la caracterización y diagnóstico ambiental desarrollados en el Capítulo IV, así como en las características particulares del área de estudio y de las obras proyectadas.

Con el propósito de identificar adecuadamente los cambios positivos o negativos que pudieran producirse en la calidad ambiental del entorno, los indicadores seleccionados cumplen con los siguientes criterios:

- **Representatividad:** reflejan de manera adecuada las condiciones ambientales del área de estudio y permiten evaluar los efectos potenciales asociados al Proyecto.
- **Relevancia:** aportan información significativa para determinar la magnitud e importancia de los impactos identificados.
- **Exclusividad:** evitan duplicidades o superposición de información entre los distintos componentes ambientales evaluados.
- **Facilidad de identificación y localización:** corresponden a elementos claramente definidos y observables dentro del área de estudio.
- **Cuantificabilidad:** permiten su evaluación mediante parámetros cualitativos o cuantitativos que facilitan su análisis y comparación.
- **Congruencia normativa:** consideran la legislación ambiental vigente y los criterios técnicos y administrativos aplicables al Proyecto.

Los indicadores considerados abarcan los principales componentes ambientales susceptibles de modificación, incluyendo aspectos relacionados con la geología y geomorfología, suelo, hidrología superficial y subterránea, atmósfera, vegetación, fauna, paisaje y medio socioeconómico. La selección de dichos indicadores responde a la sensibilidad ambiental identificada durante el diagnóstico, así como a la naturaleza y alcance de las actividades previstas.

La aplicación de estos indicadores constituye la base para la elaboración de la lista indicativa de indicadores de impacto y para la posterior identificación, valoración y jerarquización de los impactos ambientales mediante la matriz de interacción tipo **Leopold** modificada y los criterios de evaluación definidos en la presente metodología.

V.1.2 Lista indicativa de indicadores

La lista indicativa de indicadores de impacto constituye una herramienta para identificar los componentes ambientales susceptibles de experimentar modificaciones derivadas de las actividades asociadas al Proyecto. Estos indicadores representan los elementos físicos, biológicos, paisajísticos y socioeconómicos presentes en el sistema ambiental, tales como suelo, agua, aire, vegetación, fauna, paisaje y aspectos socioeconómicos, que potencialmente pueden ser afectados durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

La definición de los indicadores permite establecer una relación directa entre las acciones del Proyecto y los factores ambientales potencialmente afectados, facilitando la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, tanto adversos como benéficos. Asimismo, constituyen la base para comprender y prever los cambios que podrían generarse en el entorno como consecuencia de la ejecución del Proyecto.

Los indicadores fueron seleccionados considerando criterios de representatividad, relevancia, facilidad de identificación y posibilidad de evaluación, de manera que reflejen adecuadamente las características

ambientales del área de estudio y la naturaleza de las actividades proyectadas. Su aplicación permite estructurar de manera sistemática el análisis de impactos y proporciona los elementos necesarios para la elaboración de la matriz de interacción ambiental tipo Leopold modificada, mediante la cual se realizará la valoración de los impactos identificados.

TABLA 53 LISTA INDICATIVA DE INDICADORES DE IMPACTO

Componente ambiental	Factor ambiental	Indicador de impacto	Actividad generadora
Medio físico	Suelo	Superficie susceptible de despalme, excavación y compactación	Preparación del sitio, excavaciones y nivelación
		Riesgo potencial de contaminación del suelo	Manejo de combustibles, lubricantes y residuos
	Hidrología superficial	Modificación local de la infiltración y escurrimiento	Despalme, nivelación y obras civiles
	Hidrología subterránea	Riesgo potencial de afectación al acuífero kárstico	Manejo de materiales, residuos y sustancias peligrosas
	Aire	Emisión de polvo y material particulado	Desmonte, excavaciones y tránsito de maquinaria
		Emisiones de gases de combustión	Operación de maquinaria y vehículos
	Ruido	Incremento temporal de niveles sonoros	Operación de maquinaria, equipos y vehículos
Medio biótico	Vegetación	Remoción de vegetación secundaria arbórea	Desmonte y despalme
		Reducción de cobertura vegetal	Construcción de infraestructura
	Fauna	Desplazamiento temporal de fauna silvestre	Desmonte, construcción y presencia de personal
		Alteración temporal del hábitat	Remoción de vegetación y actividades constructivas
Paisaje	Calidad visual	Modificación de la estructura visual del paisaje	Construcción y operación de la subestación
	Paisaje	Incorporación de elementos artificiales permanentes	Instalación de equipos e infraestructura eléctrica
Medio socioeconómico	Empleo	Generación de empleos temporales	Preparación del sitio y construcción
	Economía local	Demanda de bienes y servicios	Construcción y operación
	Infraestructura eléctrica	Fortalecimiento de la red eléctrica regional	Operación de la subestación
	Seguridad energética	Incremento en la confiabilidad del suministro eléctrico	Operación del Proyecto

V.1.3 Criterios y escalas de evaluación

V.1.3.1 Criterios

Los criterios de evaluación constituyen las herramientas mediante las cuales se determina la relevancia de los impactos ambientales identificados, permitiendo valorar la magnitud de las alteraciones que pueden producirse sobre los distintos componentes del sistema ambiental como consecuencia de la ejecución del Proyecto. Su aplicación facilita la comparación de impactos y contribuye a establecer prioridades para la implementación de medidas de prevención, mitigación y control ambiental.

Los criterios de valoración pueden considerar atributos como la dimensión, signo, desarrollo, permanencia, certidumbre, reversibilidad, sinergia y viabilidad de mitigación. No obstante, la propia guía establece que la selección de los criterios deberá realizarse en función de las características particulares del Proyecto y del nivel de detalle requerido para la evaluación.

Para el presente estudio se adoptó una metodología de evaluación cualitativa basada en una adaptación de la matriz de interacción propuesta por Leopold et al. (1971), complementada con criterios de valoración ampliamente utilizados en evaluación de impacto ambiental y desarrollados por Conesa Fernández-Vítora (2010). En este sentido, la valoración de los impactos identificados se realizó considerando los siguientes criterios:

a) Naturaleza

Corresponde al sentido del cambio producido sobre el componente ambiental afectado, permitiendo determinar si el impacto genera efectos benéficos o adversos.

Clasificación	Valor
Impacto benéfico (positivo)	(+)
Impacto adverso (negativo)	(-)

b) Intensidad (IN)

Representa el grado o intensidad de la alteración que experimenta el factor ambiental afectado como consecuencia de una actividad determinada del Proyecto.

Intensidad	Valor
Baja	1
Media	2
Alta	4
Muy alta	8
Total	12

c) Extensión (EX)

Se refiere al porcentaje del área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto; se valora como sigue: Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter puntual (1); si, por el contrario, el impacto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del Proyecto teniendo una influencia generalizada el impacto será total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, se tiene un impacto parcial (2) y extenso (4).

Extensión	Valor
Puntual	1
Parcial	2
Extenso (en toda la superficie del Proyecto)	4
Total	8

d) Persistencia (PE)

Hace referencia a la escala temporal en que permanecería el impacto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o por medidas correctoras; se valora como sigue: Si la permanencia del impacto tiene lugar durante menos de 1 año, se considera que la acción produce un impacto fugaz, asignándole un valor de (1); si dura entre 1 y 10 años, temporal (2), y si el impacto tiene una duración superior a 10 años, se considera el impacto permanente asignándole un valor de (4).

Persistencia	Valor
Fugaz	1
Temporal	2
Permanente	4

e) Efecto (EF)

Establece la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción; se valora como sigue:

Efecto	Valor
Indirecto (secundario)	1
Directo	4

f) Periodicidad (PR)

Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto; bien sea de manera cíclica o recurrente, de forma impredecible en el tiempo o constante en el mismo (efecto continuo); se valora como sigue:

Periodicidad	Valor
Irregular	1
Periódico	2

Continuo	4

g) Reversibilidad (RV)

Evalúa la capacidad del medio para recuperar sus condiciones originales por medios naturales una vez que cesa la acción causante del impacto.

Reversibilidad	Valor
Corto plazo	1
Mediano plazo	2
Irreversible	4

h) Recuperabilidad (RC)

Es la capacidad de reconstrucción, total o parcial del factor afectado, por medio de la intervención humana (medidas correctoras). En impactos positivos no existe recuperabilidad; se valora como sigue: Si el impacto es totalmente recuperable, se le asigna un valor de (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o a medio plazo; si lo es parcialmente, el impacto es mitigable y se le asigna un valor de (4); cuando el impacto es irrecuperable se le asigna un valor de (8); en el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor será de (4).

Recuperabilidad	Valor total
Recuperación de manera inmediata	1
Recuperable a mediano plazo	2
Mitigable o parcialmente recuperable	4
Irrecuperable	8

V.1.3.2 Metodología de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

La identificación de los impactos ambientales potenciales se realizó mediante una lista de verificación de las actividades asociadas al Proyecto y de los factores ambientales susceptibles de afectación. Posteriormente, las interacciones identificadas fueron analizadas mediante una matriz de interacción tipo Leopold modificada, herramienta que permite establecer de manera sistemática las relaciones causa-efecto entre las acciones del Proyecto y los componentes ambientales presentes en el área de estudio.

La metodología propuesta originalmente por Leopold et al. (1971) constituye una de las herramientas más utilizadas en la evaluación de impacto ambiental debido a su capacidad para identificar de forma ordenada las interacciones entre las actividades de un Proyecto y los elementos del medio físico, biológico y socioeconómico. De manera complementaria, se incorporaron criterios de valoración cualitativa adaptados de la metodología desarrollada por Conesa Fernández-Vítora (2010), con el propósito de determinar la importancia ambiental de los impactos identificados.

La aplicación conjunta de una lista de verificación, una matriz de Leopold modificada y un sistema de valoración cualitativa resulta adecuada para Proyectos de infraestructura eléctrica como el presente, ya que permite identificar, caracterizar y jerarquizar los impactos potenciales asociados a las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, proporcionando una base técnica para el establecimiento de medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación ambiental.

La importancia de cada impacto se determinó mediante la valoración de los atributos de intensidad, extensión, persistencia, efecto, periodicidad, reversibilidad y recuperabilidad. Estos criterios permiten estimar el grado de influencia que una acción determinada ejerce sobre un factor ambiental específico y facilitan la comparación objetiva entre los distintos impactos identificados.

La naturaleza del impacto se incorporó mediante la asignación de un signo positivo (+) o negativo (-), según el efecto generado sobre el componente ambiental evaluado. La importancia del impacto se calculó mediante la siguiente expresión:

$$I = \pm (3IN + 2EX + PE + EF + PR + RV + RC)$$

Donde:
I = Importancia del impacto.
± = Naturaleza del impacto (positivo o negativo).
IN = Intensidad.
EX = Extensión.
PE = Persistencia.
EF = Efecto.
PR = Periodicidad.
RV = Reversibilidad.
RC = Recuperabilidad.

La intensidad y la extensión reciben una ponderación mayor dentro de la ecuación debido a que representan los atributos con mayor influencia en la valoración global del impacto, al expresar respectivamente el grado de alteración del factor ambiental y el alcance espacial de los efectos generados. Una vez obtenido el valor de importancia, los impactos fueron clasificados conforme a los rangos presentados en la siguiente Tabla.

TABLA 54 CLASIFICACIÓN DE LA IMPORTANCIA DEL IMPACTO AMBIENTAL

Importancia del impacto	Valor	Código
Irrelevante o compatible	≤ 25	
Moderado	> 25 - ≤ 50	
Severo	> 50 - ≤ 75	
Crítico	> 75	

La valoración obtenida permite identificar las actividades con mayor potencial de afectación ambiental, así como los factores ambientales más sensibles dentro del área de estudio. Asimismo, facilita la jerarquización de impactos y la definición de las medidas de manejo ambiental que serán implementadas durante las distintas etapas del Proyecto

TABLA 55 MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Etapa	Clave de Actividad	Componente Ambiental	Factor Ambiental	Atributos de impacto								Importancia	Clasificación
				±	IN	EX	PE	EF	PR	RV	RC		
Preparación del sitio	PS-01	Seguridad / organización	Ordenamiento del área de trabajo	+	1	1	1	4	1	1	0	+12	Irrelevante/ positivo
	PS-02	Vegetación	Remoción de vegetación secundaria arbórea	-	4	4	4	4	4	2	4	-38	Moderado/negativo
	PS-02	Fauna	Desplazamiento temporal de fauna silvestre	-	2	2	2	4	2	1	1	-20	Irrelevante/negativo
	PS-02		Alteración temporal del hábitat	-	2	4	4	4	2	2	4	-30	Moderado/negativo
	PS-03	Suelo	Compactación y modificación superficial del suelo	-	2	4	4	4	4	2	4	-32	Moderado/negativo
	PS-03	Aire	Emisión de polvo y material particulado	-	2	2	1	4	2	1	1	-19	Irrelevante/negativo
	PS-04		Emisiones de gases de combustión	-	1	2	1	4	2	1	1	-16	Irrelevante/negativo
	PS-04	Ruido	Incremento temporal de niveles sonoros	-	2	2	1	4	2	1	1	-19	Irrelevante/negativo
	PS-05	Suelo	Riesgo de contaminación del suelo	-	2	2	2	1	1	2	2	-18	Irrelevante/negativo
Construcción	C-01	Suelo	Remoción y alteración puntual del suelo	-	2	2	2	4	2	2	2	-22	Irrelevante/negativo
	C-02		Compactación del terreno	-	2	4	4	4	4	2	4	-32	Moderado/negativo
	C-03	Agua subterránea	Riesgo de contaminación del acuífero kárstico	-	4	2	4	1	1	4	4	-30	Moderado/negativo
	C-04	Hidrología superficial	Modificación local de infiltración y escurrimiento	-	2	2	4	4	4	2	4	-28	Moderado/negativo
	C-05	Paisaje	Incorporación de elementos artificiales permanentes	-	2	4	4	4	4	4	4	-34	Moderado/negativo

	C-06	Suelo	Alteración puntual del subsuelo	-	2	2	2	4	2	2	2	-22	Irrelevante/negativo
	C-07	Suelo / agua subterránea	Riesgo por manejo de aceites, lubricantes o sustancias asociadas	-	4	2	4	1	1	4	4	-30	Moderado/negativo
	C-08	Paisaje	Modificación visual por infraestructura eléctrica	-	2	4	4	4	4	4	4	-34	Moderado/negativo
	C-09	Aire / ruido	Polvo, gases y ruido temporal	-	2	2	1	4	2	1	1	-19	Irrelevante/negativo
	C-10	Suelo	Riesgo de contaminación por residuos de construcción	-	2	2	2	1	1	2	2	-18	Irrelevante/negativo
Operación y mantenimiento	OM-01	Infraestructura eléctrica	Fortalecimiento de la red eléctrica regional	+	8	8	4	4	4	4	0	+56	Severo/ positivo
	OM-01	Servicio eléctrico	Incremento en la confiabilidad del suministro eléctrico	+	8	8	4	4	4	4	0	+56	Severo/ positivo
	OM-02	Seguridad operativa	Prevención de fallas y riesgos operativos	+	2	2	4	4	4	2	0	+24	Irrelevante/ positivo
	OM-03	Suelo / agua subterránea	Riesgo de contaminación por mantenimiento	-	2	2	2	1	2	2	2	-20	Irrelevante/negativo
	OM-04	Suelo	Riesgo de contaminación por residuos	-	2	2	2	1	2	2	2	-19	Irrelevante/negativo
	OM-05	Aire / ruido	Emisiones y ruido de baja intensidad	-	1	1	1	4	1	1	1	-13	Irrelevante/negativo
Todas las etapas	PS/C/OM	Economía y empleo	Generación de empleos temporales y permanentes	+	2	2	2	4	2	1	0	+19	Irrelevante/ positivo
	PS/C/OM	Economía local	Demanda de bienes y servicios locales	+	2	2	2	1	2	1	0	+16	Irrelevante/ positivo
				Impacto total sobre el factor								**-330**	

V.1.3.2.1 Descripción de los impactos significativos

La aplicación de la metodología de identificación y valoración de impactos permitió obtener un valor acumulado de importancia de **-330**, resultado que refleja la presencia de impactos ambientales adversos asociados principalmente a las etapas de preparación del sitio y construcción. No obstante, el análisis de la significancia de los impactos indica que la totalidad de las afectaciones negativas identificadas corresponden a categorías **irrelevantes y moderadas**, sin registrarse impactos adversos clasificados como severos o críticos.

Los impactos negativos de mayor relevancia se relacionan con la remoción de vegetación secundaria arbórea, la alteración temporal del hábitat de la fauna silvestre, la modificación de las características superficiales del suelo, los riesgos potenciales de afectación al acuífero kárstico y los cambios en la calidad visual del paisaje. La remoción de vegetación secundaria derivada de Selva Mediana Caducifolia constituye uno de los impactos moderados más relevantes (-38), debido a la eliminación permanente de cobertura vegetal dentro del área de ocupación del Proyecto. Sin embargo, esta afectación se limita a una superficie reducida respecto al contexto regional y no involucra comunidades vegetales primarias ni especies incluidas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De manera asociada, las actividades de preparación del sitio ocasionarán una alteración temporal del hábitat para la fauna silvestre (-30), derivada de la remoción de la cobertura vegetal y del incremento temporal de la presencia de maquinaria, equipo y personal. No obstante, la disponibilidad de áreas con características similares en el entorno inmediato favorece el desplazamiento temporal de los organismos y reduce la magnitud de la afectación.

En el componente suelo, las actividades de trazo, nivelación, excavación y compactación generarán impactos moderados relacionados con la modificación de las propiedades físicas del estrato superficial (-32). Estas alteraciones se restringen al área destinada al Proyecto y no representan riesgos significativos para la estabilidad geotécnica del sitio ni para la dinámica geomorfológica regional.

Respecto al recurso hídrico subterráneo, se identificaron impactos moderados vinculados al riesgo potencial de contaminación del acuífero kárstico (-30), particularmente por el manejo de combustibles, aceites, lubricantes y otras sustancias asociadas a la construcción y mantenimiento de la infraestructura. La sensibilidad de este componente obedece a la elevada permeabilidad de los materiales calcáreos característicos de la Península de Yucatán y a la importancia regional del acuífero como principal fuente de abastecimiento de agua. Sin embargo, el Proyecto no contempla descargas directas al subsuelo ni actividades de aprovechamiento intensivo del recurso, por lo que los riesgos identificados pueden prevenirse mediante la aplicación de medidas adecuadas de manejo ambiental.

Asimismo, se identificaron impactos moderados sobre el paisaje (-34) derivados de la incorporación permanente de estructuras, equipos e infraestructura eléctrica que modificarán parcialmente la percepción visual actual del sitio. No obstante, el área ya presenta influencia de infraestructura carretera y otros elementos antrópicos, por lo que la modificación paisajística resulta compatible con la dinámica de transformación existente en el entorno.

Por otra parte, los impactos asociados a emisiones de polvo, gases de combustión, incremento temporal de los niveles de ruido, tránsito de maquinaria y manejo de residuos fueron clasificados como irrelevantes, debido a su carácter localizado, temporal y reversible, así como a la posibilidad de controlarlos mediante la implementación de buenas prácticas constructivas y medidas de manejo ambiental.

En contraste, los impactos positivos de mayor relevancia se presentan durante la etapa de operación del Proyecto. Destacan el **fortalecimiento de la red eléctrica regional** (+56) y el **incremento en la confiabilidad del suministro eléctrico** (+56), ambos clasificados como impactos severos positivos debido a su permanencia, alcance regional y contribución al desarrollo de la infraestructura energética. Estos beneficios se traducen en una mayor estabilidad operativa del sistema eléctrico, una mejora en la calidad del servicio y un fortalecimiento de las condiciones necesarias para el desarrollo económico y social de la región.

Adicionalmente, el Proyecto generará beneficios socioeconómicos asociados a la creación de empleos temporales y permanentes, así como al incremento en la demanda de bienes y servicios durante las distintas etapas de ejecución, favoreciendo la economía local y regional.

En términos generales, los resultados obtenidos indican que los impactos ambientales negativos previstos son de magnitud irrelevante a moderada y pueden ser prevenidos, mitigados o controlados mediante la aplicación de las medidas ambientales propuestas. Asimismo, no se identificaron impactos negativos severos o críticos que comprometan la funcionalidad del sistema ambiental. Por el contrario, los impactos de mayor importancia corresponden a beneficios permanentes asociados al fortalecimiento de la infraestructura eléctrica y a la mejora en la confiabilidad del suministro de energía. En consecuencia, considerando la naturaleza, magnitud, alcance y temporalidad de los impactos identificados, se concluye que el Proyecto presenta viabilidad ambiental y que su desarrollo es compatible con las condiciones actuales del área de estudio.

TABLA 56 RESUMEN SIGNIFICATIVO DE LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS

Categoría de impacto	Número de impactos	Principales componentes afectados	Interpretación
Irrelevantes negativos	12	Aire, ruido, suelo, fauna y manejo de residuos	Impactos de baja magnitud, localizados, temporales y reversibles mediante medidas de manejo ambiental.
Moderados negativos	9	Vegetación, hábitat, suelo, acuífero kárstico, hidrología superficial y paisaje	Impactos con afectación apreciable, pero susceptibles de prevención, mitigación y control. No comprometen la funcionalidad del sistema ambiental regional.
Severos negativos	0	No aplica	No se identificaron impactos adversos clasificados como severos.
Críticos negativos	0	No aplica	No se identificaron impactos adversos clasificados como críticos.
Irrelevantes positivos	4	Seguridad, empleo y economía local	Beneficios de alcance local asociados a la organización del Proyecto, generación de empleos y demanda de bienes y servicios.
Moderados positivos	0	No aplica	No se identificaron impactos positivos clasificados como moderados..
Severos positivos	2	Infraestructura y servicio eléctrico regional	Beneficios permanentes asociados al fortalecimiento de la red eléctrica regional y al incremento en la confiabilidad del suministro eléctrico.
Críticos positivos	0	No aplica	No se identificaron impactos positivos clasificados como críticos.

VI MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En el presente capítulo se establecen las medidas preventivas, de mitigación, restauración y, en su caso, compensación ambiental, orientadas a evitar, reducir, controlar o contrarrestar los impactos ambientales adversos derivados de la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto.

Dichas medidas se formulan con base en los resultados obtenidos en la matriz de identificación y evaluación de impactos ambientales (**Ver Tabla 55**), en la cual se determinaron los componentes ambientales susceptibles de afectación, la naturaleza de los impactos, su intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad e importancia ambiental.

El planteamiento de las medidas atiende al principio de que resulta ambientalmente preferible prevenir la generación de impactos que corregirlos una vez producidos. En este sentido, se priorizan las acciones preventivas desde la etapa de preparación del sitio y construcción, sin omitir aquellas medidas de mitigación, restauración o compensación que resulten procedentes para los impactos que no puedan evitarse completamente.

Para efectos del presente capítulo, las medidas se entenderán de la siguiente forma:

a. **Medidas preventivas**: acciones orientadas a evitar la generación de impactos ambientales previsibles antes de que éstos se produzcan.
b. **Medidas de mitigación**: acciones encaminadas a reducir, atenuar o controlar la magnitud, duración, extensión o intensidad de los impactos ambientales adversos generados por el Proyecto.
c. **Medidas de restauración**: acciones dirigidas a recuperar, en la medida de lo posible, las condiciones ambientales de las áreas temporalmente afectadas por las actividades del Proyecto.
d. **Medidas de compensación**: acciones aplicables cuando un impacto ambiental no pueda evitarse o mitigarse totalmente, por lo que se busca generar un beneficio ambiental equivalente o complementario, preferentemente dentro del predio o en áreas vinculadas funcionalmente con el sistema ambiental local.

Las medidas se presentan por componente ambiental, considerando la correspondencia directa con los impactos identificados en la matriz de Leopold modificada.

VI.1 Descripción de las medidas preventivas y de mitigación por componente ambiental

VI.1.1 Vegetación

De acuerdo con la matriz de identificación y evaluación de impactos ambientales, durante la etapa de preparación del sitio se identificó un impacto adverso moderado sobre el componente vegetación, asociado a la actividad **PS-02**, relativa a la **remoción de vegetación secundaria arbórea**.
Dicho impacto obtuvo una importancia de **-38**, clasificándose como **moderado negativo**. Esta valoración se explica por tratarse de un impacto de naturaleza negativa, con intensidad alta, extensión amplia dentro del área de intervención, persistencia permanente, efecto directo, periodicidad continua, reversibilidad parcial y recuperabilidad limitada en las zonas que serán ocupadas de manera definitiva por la infraestructura eléctrica.

El impacto se origina por las actividades de desmonte necesarias para la habilitación del área destinada a la construcción de la **Subestación Eléctrica de Maniobras Cruz Azul**, incluyendo las superficies requeridas para el desplante de infraestructura, áreas de maniobra, caminos internos y obras auxiliares.

La afectación consiste en la eliminación de cobertura vegetal secundaria arbórea dentro de las superficies estrictamente necesarias para el desarrollo del Proyecto. Esta remoción implica una reducción localizada de la cobertura vegetal existente, modificación de las condiciones originales del sitio y disminución puntual de la función ecológica que dicha vegetación presta como cobertura protectora del suelo, refugio temporal de fauna y elemento de integración paisajística.

No obstante, el impacto se considera localizado y no compromete la funcionalidad del sistema ambiental regional, siempre que las actividades de desmonte se limiten estrictamente al área autorizada y se implementen medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación ambiental.

TABLA 57 MEDIDAS PREVENTIVAS, DE MITIGACIÓN, RESTAURACIÓN Y COMPENSACIÓN PARA EL COMPONENTE VEGETACIÓN

Concepto	Descripción
Impacto identificado	Remoción de vegetación secundaria arbórea (PS-02, clasificado como Moderado negativo (-38).
Etapa de aplicación	Preparación del sitio, construcción y operación.
Duración	Desde el inicio de las actividades de desmonte hasta el establecimiento de la cobertura vegetal restaurada y durante toda la operación para las medidas de compensación.
Medidas preventivas	Delimitación física de las áreas de trabajo antes del inicio de las obras. Restricción del desmonte únicamente a las superficies requeridas por el Proyecto. Conservación de vegetación periférica que no interfiera con la infraestructura. Ejecución gradual del desmonte. Prohibición de quema de vegetación y residuos vegetales.
Medidas de mitigación	Manejo controlado del material vegetal removido. Aprovechamiento del material vegetal para protección temporal del suelo.

	Recuperación y almacenamiento de suelo superficial para su reutilización. Supervisión ambiental durante el desmonte. Restricción del tránsito de maquinaria fuera de las áreas autorizadas.
Medidas de restauración	Limpieza y acondicionamiento de áreas temporalmente afectadas. Descompactación superficial cuando sea técnicamente viable. Restauración vegetal con especies nativas o adaptadas a las condiciones ambientales locales. Aplicación de riegos de apoyo cuando resulte necesario para asegurar el establecimiento de la vegetación.
Medidas de compensación	Conservación de superficies no requeridas para la operación del Proyecto. Establecimiento y mantenimiento de áreas verdes dentro del predio. Restauración vegetal de áreas libres con especies nativas o adaptadas a la región. Aplicación de medidas de compensación forestal cuando así lo determine la autoridad competente.
Mecanismo de efectividad	Las medidas propuestas reducen la superficie de afectación, minimizan procesos de erosión y pérdida de humedad, favorecen la recuperación parcial de cobertura vegetal y mantienen funciones ecológicas dentro del predio.
Indicadores de cumplimiento	Superficie desmontada respecto a la autorizada. Ausencia de afectaciones fuera del área delimitada. Conservación de vegetación periférica. Superficie revegetada. Registro de especies utilizadas. Evidencia fotográfica de las acciones implementadas.

Pese a la implementación de las medidas propuestas, permanecerá un impacto residual sobre el componente vegetación, debido a que la cobertura vegetal será removida de manera permanente en las superficies ocupadas por la infraestructura de la subestación.

No obstante, dicho impacto residual será localizado y se reducirá mediante la conservación de vegetación periférica, la restauración de áreas temporalmente afectadas y la restauración vegetal de superficies libres dentro del predio. Por lo anterior, se estima que el impacto residual sobre la vegetación no comprometerá la funcionalidad del sistema ambiental regional.

VI.1.2 Fauna silvestre y hábitat

Para el componente fauna silvestre y hábitat se identificaron dos impactos asociados a las actividades de preparación del sitio. El primero corresponde al **desplazamiento temporal de fauna silvestre (PS-02),** el cual obtuvo una importancia de **-20** y fue clasificado como un **impacto irrelevante negativo.** Este impacto se relaciona con la presencia de maquinaria, personal, ruido y movimientos asociados al desmonte y preparación del terreno, condiciones que generan perturbaciones temporales que inducen el desplazamiento de organismos hacia áreas vecinas con características ambientales similares.

El segundo impacto corresponde a la **alteración temporal del hábitat (PS-02),** el cual obtuvo una importancia de **-30** y fue clasificado como un impacto **moderado negativo**. Este impacto se deriva

principalmente de la remoción de vegetación secundaria arbórea, que constituye el principal elemento de refugio, alimentación, descanso y desplazamiento para diversas especies de fauna presentes en el área del Proyecto.
La afectación se considera temporal durante las actividades de preparación del sitio y construcción; sin embargo, en las superficies ocupadas permanentemente por la infraestructura eléctrica se producirá una reducción permanente de la cobertura vegetal disponible para determinadas especies.

No obstante, considerando que la vegetación presente corresponde principalmente a Vegetación Secundaria Arbórea derivada de Selva Mediana Caducifolia, y que en el entorno inmediato existen superficies con características similares que mantienen continuidad ecológica con el sistema ambiental local, se prevé que la mayoría de los organismos con capacidad de desplazamiento puedan migrar hacia zonas adyacentes sin comprometer la viabilidad de sus poblaciones a escala local o regional.
Asimismo, debido a las dimensiones del Proyecto y a la naturaleza de la vegetación presente, no se prevé la fragmentación significativa de hábitats ni la interrupción de corredores biológicos regionales.

TABLA 58 MEDIDAS PREVENTIVAS, DE MITIGACIÓN, RESTAURACIÓN Y COMPENSACIÓN PARA EL COMPONENTE FAUNA SILVESTRE Y HÁBITAT

Concepto	Descripción
Impactos identificados	Desplazamiento temporal de fauna silvestre (PS-02), clasificado como irrelevante negativo (-20). Alteración temporal del hábitat (PS-02), clasificado como moderado negativo (-30).
Etapa de aplicación	Preparación del sitio, construcción y operación.
Duración	Los recorridos de inspección se realizarán previo al desmonte y cuando se abran nuevos frentes de trabajo. Las medidas de protección, rescate y reubicación se aplicarán durante toda la preparación del sitio y construcción. Las acciones de restauración vegetal se mantendrán hasta asegurar el establecimiento de la cobertura vegetal. Las medidas de conservación de vegetación permanecerán durante toda la vida útil del Proyecto.
Medidas preventivas	Realización de recorridos de inspección previos al desmonte para identificar ejemplares de fauna, madrigueras, refugios temporales o nidos activos. Ejecución gradual y progresiva del desmonte para favorecer el desplazamiento natural de los organismos. Restricción de la circulación de maquinaria y personal a las áreas previamente delimitadas. Prohibición de cazar, perseguir, lesionar, extraer, comercializar o mantener en cautiverio ejemplares de fauna silvestre. Prohibición de destruir madrigueras, refugios o nidos activos. Capacitación e inducción ambiental al personal respecto a la protección de fauna silvestre.
Medidas de mitigación	Rescate y reubicación de organismos con movilidad reducida o limitada capacidad de desplazamiento hacia sitios con características ambientales similares. Conservación de vegetación periférica que funcione como refugio temporal y facilite el desplazamiento de fauna. Mantenimiento del orden y limpieza en las áreas de trabajo para evitar riesgos para la fauna silvestre.

	Implementación de medidas que permitan la salida de organismos que pudieran quedar atrapados en excavaciones temporales. Reducción de la perturbación derivada de las actividades constructivas.
Medidas de restauración	Limpieza de áreas temporalmente utilizadas para almacenamiento de materiales, maniobras e instalaciones provisionales. Restauración vegetal de superficies temporalmente afectadas mediante especies nativas o compatibles con las condiciones ambientales locales. Recuperación gradual de áreas con potencial para proporcionar refugio y alimentación a la fauna silvestre.
Medidas de compensación	Conservación de la vegetación periférica y de las áreas que permanezcan sin ocupar dentro del predio. Establecimiento de superficies revegetadas en áreas libres del Proyecto. Mantenimiento de espacios que favorezcan el refugio, desplazamiento y alimentación de fauna silvestre dentro del área de influencia del Proyecto.
Mecanismo de efectividad	Las medidas preventivas reducen la probabilidad de afectación directa a organismos mediante la detección temprana y control de las actividades de desmonte. Las medidas de mitigación disminuyen la mortalidad potencial y favorecen el desplazamiento natural de la fauna hacia áreas vecinas. Las acciones de restauración y compensación contribuyen a mantener refugios y conectividad ecológica local, reduciendo la magnitud del impacto sobre la fauna y el hábitat.
Indicadores de cumplimiento	Número de recorridos de inspección realizados. Registros de rescate y reubicación de fauna, cuando proceda. Evidencia fotográfica de inspecciones y acciones implementadas. Ausencia de incidentes relacionados con captura o afectación directa a fauna silvestre. Superficie de vegetación periférica conservada. Superficie revegetada en áreas temporalmente afectadas. Registros de capacitación ambiental impartida al personal.

Después de la aplicación de las medidas propuestas, se prevé que permanezca un impacto residual de baja magnitud asociado a la reducción permanente de una porción del hábitat disponible dentro de la superficie ocupada por la infraestructura de la subestación.

No obstante, debido a la disponibilidad de hábitats similares en áreas adyacentes, a la capacidad de desplazamiento de la mayoría de las especies potencialmente presentes y a la conservación de vegetación periférica dentro del predio, se considera que dicho impacto residual no comprometerá la permanencia de poblaciones de fauna silvestre ni la funcionalidad ecológica del sistema ambiental regional.

VI.1.3 Suelo

El componente suelo constituye uno de los elementos ambientales con mayor susceptibilidad de afectación durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto. Los impactos identificados para este componente corresponden a la **compactación y modificación superficial del suelo (PS-03), riesgo de contaminación del suelo (PS-05), remoción y alteración puntual del suelo (C-01), compactación del terreno (C-02), alteración puntual del subsuelo (C-06), riesgo de contaminación por residuos de construcción (C-10)** y **riesgo de contaminación asociado a las actividades de mantenimiento y manejo de residuos durante la operación (OM-03 y OM-04).**

Entre éstos, los impactos de mayor relevancia corresponden a la **compactación y modificación superficial del suelo durante la preparación del sitio (-32)** y a la **compactación del terreno durante la construcción (-32),** ambos clasificados como impactos **moderados negativos** debido a su persistencia, extensión y recuperabilidad limitada en las áreas que serán ocupadas permanentemente por la infraestructura proyectada.

La afectación sobre el suelo se relaciona principalmente con las actividades de desmonte, despalme, nivelación, excavaciones, tránsito de maquinaria pesada, conformación de plataformas, construcción de cimentaciones y obras civiles asociadas al Proyecto. Estas actividades modifican temporal o permanentemente las condiciones físicas originales del terreno, particularmente en lo relativo a su estructura, porosidad, infiltración, estabilidad superficial y cobertura protectora.

Asimismo, durante las diferentes etapas del Proyecto existe la posibilidad de afectaciones derivadas del manejo inadecuado de residuos sólidos, residuos de manejo especial, residuos peligrosos, combustibles, aceites o lubricantes, los cuales podrían generar contaminación puntual del suelo en caso de derrames accidentales o disposición inadecuada.

Adicionalmente, debe considerarse que el área del Proyecto se localiza dentro de una región caracterizada por la presencia de materiales geológicos predominantemente calcáreos pertenecientes a la Provincia Fisiográfica **Karst y Lomeríos de Campeche**, donde los procesos de infiltración tienen una alta relevancia ambiental debido a la estrecha interacción existente entre el suelo, el subsuelo y el acuífero subyacente. En este contexto, la conservación de las propiedades físicas del suelo y la prevención de procesos de contaminación adquieren especial importancia, ya que cualquier alteración puede favorecer la movilización de contaminantes hacia horizontes más profundos del terreno.

No obstante, considerando la superficie relativamente limitada que será ocupada por la infraestructura eléctrica, así como la implementación de medidas preventivas, de mitigación, restauración y compensación ambiental, se prevé que los impactos sobre este componente permanezcan restringidos al área de ocupación directa del Proyecto y no comprometan la funcionalidad edáfica del sistema ambiental regional.

TABLA 59 MEDIDAS PREVENTIVAS, DE MITIGACIÓN, RESTAURACIÓN Y COMPENSACIÓN PARA EL COMPONENTE SUELO

Concepto	Descripción
Impactos identificados	**Alteración física del suelo**, asociada a la compactación y modificación superficial del suelo (PS-03), remoción y alteración puntual del suelo (C-01), compactación del terreno (C-02) y alteración puntual del subsuelo (C-06), clasificados entre irrelevantes y moderados negativos. **Riesgo de contaminación del suelo**, asociado al manejo de combustibles, aceites, lubricantes y sustancias potencialmente contaminantes (PS-05 y OM-03). **Riesgo de contaminación por residuos**, asociado a la generación y manejo de residuos durante la construcción y operación del Proyecto (C-10 y OM-04).
Etapa de aplicación	Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.
Duración	Las medidas preventivas y de mitigación se aplicarán durante todo el periodo de preparación del sitio y construcción. Las acciones de control asociadas al manejo de residuos, mantenimiento de equipos y prevención de contaminación permanecerán durante toda la etapa de operación. Las acciones de restauración permanecerán hasta alcanzar condiciones estables de recuperación en las áreas temporalmente afectadas. Las medidas de compensación se mantendrán durante toda la vida útil del Proyecto.
Medidas preventivas	Delimitación física de las áreas destinadas al tránsito de maquinaria, almacenamiento temporal de materiales, excavaciones y obras auxiliares. Restricción del tránsito de maquinaria a rutas previamente definidas. Limitación de las actividades de despalme, excavación y nivelación a las superficies estrictamente necesarias para el Proyecto. Almacenamiento temporal de materiales de construcción y excavación en áreas previamente definidas. Prohibición de disposición directa sobre el suelo de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial, residuos peligrosos, aceites, lubricantes o solventes. Almacenamiento seguro de combustibles y sustancias químicas en recipientes adecuados. Mantenimiento preventivo de maquinaria y equipos para evitar fugas de combustibles, aceites o fluidos hidráulicos.
Medidas de mitigación	Minimización de superficies de suelo expuesto mediante ejecución progresiva de las obras. Recuperación y almacenamiento temporal del suelo superficial para su posterior reutilización. Implementación de medidas para reducir erosión hídrica y arrastre de sedimentos. Protección temporal de áreas expuestas mediante cobertura vegetal triturada u otras medidas de estabilización. Recolección, separación, almacenamiento temporal y disposición adecuada de residuos generados durante la construcción. Atención inmediata de derrames mediante contención, recuperación del material derramado y limpieza de áreas afectadas. Uso de materiales absorbentes para el control de contingencias y manejo adecuado de los residuos generados. Programa permanente de limpieza e inspección durante la operación del Proyecto.
Medidas de restauración	Retiro de residuos, materiales sobrantes, estructuras temporales y equipo fuera de uso al concluir las obras. Descompactación superficial de áreas temporalmente utilizadas durante la construcción. Reincorporación del suelo superficial previamente recuperado cuando sea técnicamente viable.

	Restauración vegetal de áreas temporalmente afectadas mediante especies nativas o compatibles con las condiciones ambientales locales. Recuperación gradual de las funciones físicas y ecológicas del suelo.
Medidas de compensación	Conservación de superficies libres de infraestructura permanente dentro del predio. Mantenimiento de áreas permeables que favorezcan la infiltración y retención de humedad. Restauración vegetal de superficies libres para contribuir a la protección superficial del suelo y disminuir procesos erosivos. Conservación de funciones ambientales asociadas al recurso edáfico mediante el mantenimiento de cobertura vegetal en áreas no ocupadas por infraestructura.
Mecanismo de efectividad	Las medidas preventivas reducen la superficie susceptible de afectación, controlan el tránsito de maquinaria y disminuyen la probabilidad de contaminación accidental. Las medidas de mitigación reducen los procesos de compactación, erosión y degradación física, además de minimizar el riesgo de contaminación derivado del manejo de residuos y sustancias potencialmente peligrosas. Las acciones de restauración favorecen la recuperación parcial de las propiedades físicas del suelo y las medidas de compensación contribuyen al mantenimiento de superficies permeables y funciones ambientales asociadas al recurso edáfico. Estas acciones permiten mantener la funcionalidad del suelo dentro del área de influencia del Proyecto.
Indicadores de cumplimiento	Superficie intervenida respecto de la superficie autorizada. Ausencia de tránsito de maquinaria fuera de las áreas delimitadas. Evidencia de delimitación de áreas de trabajo y rutas de circulación. Evidencia del manejo adecuado de materiales producto de excavación. Ausencia de derrames no controlados sobre el suelo. Registros de atención y control de contingencias por derrames. Registros de manejo y disposición de residuos generados durante la construcción y operación. Superficie restaurada al término de la construcción. Superficie revegetada en áreas temporalmente afectadas. Evidencia fotográfica de las acciones de restauración implementadas. Conservación de áreas permeables dentro del predio.

Aun con la aplicación de las medidas propuestas, permanecerá un impacto residual asociado a la ocupación permanente del suelo dentro de las áreas destinadas al desplante de la infraestructura eléctrica, así como una compactación localizada en superficies ocupadas por plataformas, cimentaciones y caminos internos.

Debido a que estas modificaciones forman parte inherente de la naturaleza del Proyecto, no es técnicamente posible restituir completamente las condiciones originales del suelo en dichas áreas.

Sin embargo, la conservación de superficies permeables, la restauración de áreas temporalmente afectadas, la restauración vegetal de zonas libres y la implementación de medidas permanentes de manejo ambiental permitirán que dicho impacto residual permanezca restringido al área de ocupación directa del Proyecto, sin afectar de manera significativa la funcionalidad edáfica del sistema ambiental regional.

VI.1.4 Agua

VI.1.4.1 Hidrología subterránea

El componente agua subterránea constituye uno de los elementos ambientales de mayor sensibilidad para el desarrollo del Proyecto, debido a las características geológicas y edafológicas del área de estudio. Los impactos identificados para este componente corresponden al riesgo de **contaminación del acuífero kárstico (C-03)**, al **riesgo asociado al manejo de aceites, lubricantes o sustancias potencialmente contaminantes** durante la construcción (**C-07**) y al **riesgo de contaminación** derivado de las actividades de mantenimiento durante la operación del Proyecto **(OM-03).** Siendo los de mayor relevancia los impactos de riesgo de contaminación del acuífero kárstico y al riesgo asociado al manejo de aceites y lubricantes, ambos con una importancia de **-30** y clasificados como impactos **moderados negativos**.

La vulnerabilidad de este componente se encuentra asociada a las características kársticas predominantes en la región, donde la presencia de materiales calcáreos favorece procesos de infiltración y reduce la capacidad natural de retención de contaminantes. En consecuencia, cualquier derrame accidental de combustibles, aceites, lubricantes o sustancias químicas podría representar un riesgo potencial para la calidad del agua subterránea.

No obstante, considerando que el Proyecto no contempla procesos industriales, almacenamiento permanente de combustibles ni descargas directas al subsuelo, y que se implementarán medidas específicas de prevención y control ambiental, se prevé que los impactos potenciales sobre el acuífero permanezcan bajo control y no comprometan la calidad del recurso hídrico regional.

TABLA 60 MEDIDAS PREVENTIVAS, DE MITIGACIÓN, RESTAURACIÓN Y COMPENSACIÓN PARA EL COMPONENTE AGUA SUBTERRÁNEA

Concepto	Descripción
Impactos identificados	**Riesgo de contaminación del acuífero kárstico (C-03)**, clasificado como moderado negativo (-30). **Riesgo por manejo de aceites, lubricantes o sustancias asociadas (C-07)**, clasificado como moderado negativo (-30). **Riesgo de contaminación por mantenimiento (OM-03)**, clasificado como irrelevante negativo (-20).
Etapa de aplicación	Construcción, operación y mantenimiento.
Duración	Durante toda la construcción y durante toda la vida útil del Proyecto.
Medidas preventivas	Prohibición del mantenimiento mayor de maquinaria dentro del área del Proyecto. Almacenamiento temporal de aceites, lubricantes y sustancias químicas en recipientes cerrados y en condiciones seguras. Inspección periódica de maquinaria y equipos para detectar fugas. Capacitación del personal sobre prevención y atención de contingencias ambientales. Delimitación de áreas destinadas al manejo temporal de sustancias potencialmente contaminantes.

Medidas de mitigación	Disponibilidad permanente de materiales absorbentes y equipo para atención de derrames. Atención inmediata de fugas o derrames mediante contención y recuperación del material derramado. Retiro del material contaminado cuando resulte necesario. Manejo adecuado de residuos peligrosos generados durante la construcción y mantenimiento. Programa de inspección y mantenimiento preventivo de equipos.
Medidas de restauración	Limpieza inmediata de áreas afectadas por derrames accidentales. Retiro y manejo adecuado de materiales contaminados. Restablecimiento de las condiciones originales del área afectada cuando técnicamente sea viable.
Medidas de compensación	No aplica. Debido a que la protección del acuífero se basa fundamentalmente en medidas preventivas, de mitigación y correctivas orientadas a evitar la contaminación del recurso hídrico subterráneo.
Mecanismo de efectividad	Las medidas preventivas reducen significativamente la probabilidad de liberación accidental de sustancias contaminantes. Las medidas de mitigación permiten una respuesta inmediata ante contingencias, minimizando la infiltración de contaminantes hacia el subsuelo. Las acciones de restauración contribuyen a eliminar fuentes potenciales de contaminación, manteniendo la calidad del acuífero.
Indicadores de cumplimiento	Ausencia de derrames no controlados. Registros de inspección y mantenimiento de equipos. Evidencia de disponibilidad de material absorbente. Registros de capacitación ambiental. Registros de manejo y disposición de residuos peligrosos. Número de incidentes ambientales atendidos oportunamente.

Pese a la implementación de las medidas propuestas, permanecerá un riesgo residual bajo asociado a la posibilidad de contingencias accidentales durante las actividades de construcción, operación y mantenimiento. Sin embargo, debido a la naturaleza preventiva de las medidas planteadas y a la baja probabilidad de ocurrencia de eventos de contaminación, se considera que dicho impacto residual no comprometerá la calidad del acuífero ni la funcionalidad hidrológica regional.

VI.1.4.2 Hidrología superficial

Con respecto al componente hidrología superficial se identificó un impacto asociado a la modificación local de los procesos de **infiltración** y **escurrimiento superficial (C-04),** el cual obtuvo una importancia de **-28** y fue clasificado como un impacto **moderado negativo**.

Este impacto se relaciona principalmente con las actividades de preparación del sitio y construcción, particularmente con el desmonte, despalme, nivelación del terreno, construcción de cimentaciones, conformación de plataformas y establecimiento de superficies ocupadas por infraestructura eléctrica. Estas actividades pueden modificar temporalmente las condiciones naturales de infiltración y escurrimiento del agua de lluvia dentro del área de ocupación directa del Proyecto.

La afectación potencial se asocia a la disminución localizada de superficies permeables, al incremento temporal de áreas con suelo expuesto y a la modificación de las condiciones microtopográficas del terreno, factores que pueden alterar la dirección y velocidad del escurrimiento superficial durante eventos de precipitación.

No obstante, debido a que el Proyecto ocupa una superficie reducida dentro del contexto regional y a que no contempla la obstrucción de cauces naturales, cuerpos de agua superficiales o zonas de escurrimiento de importancia regional, se prevé que los efectos sobre la hidrología superficial permanezcan limitados al área de influencia inmediata del Proyecto.

TABLA 61 MEDIDAS PREVENTIVAS, DE MITIGACIÓN, RESTAURACIÓN Y COMPENSACIÓN PARA EL COMPONENTE HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

Concepto	Descripción
Impactos identificados	**Modificación local de infiltración y escurrimiento superficial (C-04)**, clasificado como moderado negativo (-28).
Etapa de aplicación	Preparación del sitio, construcción y operación.
Duración	Durante las actividades de preparación del sitio y construcción, así como durante toda la etapa de operación para las medidas relacionadas con el mantenimiento de superficies permeables y drenaje pluvial.
Medidas preventivas	Delimitación de las áreas de trabajo para evitar afectaciones innecesarias fuera de la superficie autorizada. Restricción de movimientos de tierra a las áreas estrictamente requeridas para la construcción de la infraestructura. Conservación, en la medida de lo técnicamente posible, de áreas permeables dentro del predio. Prohibición de depositar materiales o residuos que obstruyan el drenaje natural del terreno. Planeación de las obras para evitar modificaciones innecesarias de la topografía natural.
Medidas de mitigación	Implementación de obras de drenaje pluvial y conducción de escurrimientos cuando resulte necesario. Conservación de pendientes que favorezcan el desalojo controlado de aguas pluviales. Protección temporal de superficies expuestas para reducir erosión y arrastre de sedimentos. Retiro oportuno de materiales susceptibles de obstruir el flujo natural del agua.• Mantenimiento periódico de las áreas de drenaje y escurrimiento dentro del Proyecto.
Medidas de restauración	Limpieza de áreas temporalmente utilizadas durante la construcción. Restablecimiento de condiciones adecuadas de infiltración en áreas que no formen parte de la infraestructura permanente. Revegetación de superficies temporalmente afectadas para favorecer la infiltración y disminuir procesos erosivos. Estabilización de áreas expuestas mediante cobertura vegetal o medidas equivalentes cuando sea necesario.
Medidas de compensación	Conservación de áreas permeables dentro del predio que favorezcan la infiltración natural del agua de lluvia.

	Mantenimiento de cobertura vegetal en superficies libres de infraestructura permanente. Restauración vegetal de áreas no ocupadas por instalaciones para favorecer procesos de infiltración y disminuir el escurrimiento superficial.
Mecanismo de efectividad	Las medidas preventivas reducen la alteración innecesaria de las condiciones naturales del terreno y limitan la superficie susceptible de modificación. Las medidas de mitigación favorecen el manejo adecuado de los escurrimientos pluviales, reducen procesos erosivos y minimizan la alteración de los patrones locales de drenaje. Las acciones de restauración y compensación contribuyen a mantener superficies permeables y cobertura vegetal, favoreciendo los procesos naturales de infiltración y disminuyendo la generación de escurrimientos superficiales concentrados.
Indicadores de cumplimiento	Ausencia de obstrucciones en áreas de drenaje y escurrimiento. Conservación de superficies permeables dentro del predio. Evidencia de mantenimiento de obras de drenaje pluvial. Superficie revegetada en áreas temporalmente afectadas. Ausencia de procesos erosivos significativos asociados a las actividades del Proyecto. Evidencia fotográfica de las medidas implementadas.

Aun con la aplicación de las medidas propuestas, permanecerá un impacto residual asociado a la modificación localizada de los procesos de infiltración y escurrimiento superficial dentro de las áreas ocupadas permanentemente por la infraestructura eléctrica.

Sin embargo, debido a la conservación de superficies permeables, al mantenimiento de cobertura vegetal en áreas libres y a la implementación de medidas de manejo pluvial, se prevé que dicho impacto residual permanezca restringido al área de ocupación directa del Proyecto, sin alterar significativamente los patrones hidrológicos del entorno ni afectar la funcionalidad hidrológica regional.

VI.1.5 Paisaje

Conforme a la matriz de identificación y evaluación de impactos ambientales, para el componente paisaje se identificaron dos impactos asociados a las actividades de construcción del Proyecto: la incorporación de **elementos artificiales permanentes al entorno (C-05)** y la **modificación visual derivada de la infraestructura eléctrica (C-08)**, ambos con una importancia de **-34** y clasificados como impactos **moderados negativos**.

Estos impactos se originan principalmente por la instalación de estructuras, equipos electromecánicos, cimentaciones, cercado perimetral y demás elementos necesarios para la operación de la **Subestación Eléctrica de Maniobras Cruz Azul.** La presencia de esta infraestructura implica una modificación permanente de las condiciones visuales existentes en el sitio, al sustituir parcialmente la cobertura vegetal por elementos de carácter antrópico.

La afectación paisajística se considera permanente debido a que la infraestructura permanecerá durante toda la vida útil del Proyecto. Sin embargo, su magnitud se encuentra limitada por la escala de la obra, la

superficie relativamente reducida de ocupación y la presencia de vegetación secundaria arbórea en áreas circundantes que contribuyen a amortiguar parcialmente el contraste visual generado.

Asimismo, debido a que el Proyecto se ubica en un entorno previamente influenciado por actividades antrópicas y no se localiza dentro de áreas naturales protegidas, zonas con alto valor escénico o sitios de interés turístico relevante, se prevé que la modificación visual permanezca restringida al entorno inmediato del Proyecto sin afectar significativamente la calidad paisajística a escala regional.

TABLA 62 MEDIDAS PREVENTIVAS, DE MITIGACIÓN, RESTAURACIÓN Y COMPENSACIÓN PARA EL COMPONENTE PAISAJE

Concepto	Descripción
Impactos identificados	**Incorporación de elementos artificiales permanentes al entorno (C-05)**, clasificado como moderado negativo (-34). **Modificación visual por infraestructura eléctrica (C-08)**, clasificado como moderado negativo (-34).
Etapa de aplicación	Construcción, operación y mantenimiento.
Duración	Durante la construcción y durante toda la vida útil del Proyecto.
Medidas preventivas	Delimitación de las áreas de trabajo para evitar afectaciones innecesarias fuera de la superficie autorizada. Restricción de las actividades constructivas a las áreas estrictamente requeridas para el desarrollo del Proyecto. Conservación de la vegetación periférica que no interfiera con la operación y seguridad de la infraestructura eléctrica. Planeación adecuada de áreas de almacenamiento temporal de materiales y equipo para minimizar alteraciones visuales innecesarias durante la construcción.
Medidas de mitigación	Mantenimiento permanente del orden y limpieza dentro del predio. Retiro oportuno de residuos, materiales sobrantes, empaques y estructuras temporales utilizadas durante la construcción. Conservación de áreas con cobertura vegetal dentro del predio cuando sean compatibles con la operación de la subestación. Mantenimiento periódico de la infraestructura para evitar deterioro visual derivado de corrosión, acumulación de residuos o falta de conservación. Control de vegetación invasora o crecimiento desordenado que pueda afectar la integración visual del sitio.
Medidas de restauración	Limpieza integral de áreas temporalmente utilizadas durante la construcción. Retiro de instalaciones provisionales una vez concluidas las obras. Revegetación de áreas temporalmente afectadas que no formen parte de la infraestructura permanente. Recuperación de la cobertura vegetal en espacios libres dentro del predio cuando resulte técnicamente viable.
Medidas de compensación	Conservación de vegetación periférica como elemento de integración paisajística. Establecimiento y mantenimiento de áreas verdes en superficies libres de infraestructura permanente. Revegetación con especies nativas o adaptadas a las condiciones ambientales de la región.

	Mantenimiento de espacios con cobertura vegetal que contribuyan a disminuir el contraste visual entre la infraestructura eléctrica y el entorno circundante.
Mecanismo de efectividad	Las medidas preventivas limitan la extensión de la alteración visual al área estrictamente necesaria para el Proyecto. Las medidas de mitigación reducen el contraste visual generado por la infraestructura mediante el mantenimiento de condiciones adecuadas de orden, limpieza y conservación. Las acciones de restauración permiten recuperar áreas temporalmente afectadas durante la construcción, mientras que las medidas de compensación favorecen la integración visual del Proyecto mediante la conservación y establecimiento de cobertura vegetal. Estas acciones disminuyen la magnitud de la modificación paisajística y favorecen la armonización de la infraestructura con el entorno local.
Indicadores de cumplimiento	Conservación de vegetación periférica dentro del predio. Superficie revegetada en áreas temporalmente afectadas. Ausencia de acumulación permanente de residuos o materiales sobrantes. Evidencia de mantenimiento periódico de la infraestructura. Existencia de áreas verdes o superficies con cobertura vegetal dentro del predio. Evidencia fotográfica de las medidas de integración paisajística implementadas.

Pese a la implementación de las medidas propuestas, permanecerá un impacto residual asociado a la presencia permanente de la infraestructura eléctrica dentro del paisaje local. Debido a la naturaleza del Proyecto, no es técnicamente posible eliminar por completo la modificación visual derivada de la instalación de estructuras, equipos y obras asociadas.

No obstante, la conservación de vegetación periférica, el mantenimiento de áreas verdes, la restauración de superficies temporalmente afectadas y las acciones permanentes de orden y limpieza permitirán reducir el contraste visual generado por el Proyecto. En consecuencia, se prevé que el impacto residual permanezca limitado al entorno inmediato de la subestación, sin afectar de manera significativa la calidad paisajística ni la funcionalidad ambiental del sistema regional.

VI.1.6 Aire, ruido y manejo de residuos

De acuerdo con la matriz de identificación y evaluación de impactos ambientales, durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento se identificaron impactos asociados a la emisión de polvo y material particulado, generación de gases de combustión, incremento temporal de los niveles de ruido y generación de residuos.

Los impactos identificados para estos componentes corresponden a la emisión de polvo y material particulado (**PS-03**), emisiones de gases de combustión (**PS-04**), incremento temporal de niveles sonoros (**PS-04**), generación de polvo, gases y ruido temporal durante la construcción (**C-09**), emisiones y ruido de baja intensidad durante la operación (**OM-05**), riesgo de contaminación por residuos de construcción (**C-10**) y riesgo de contaminación por residuos durante la operación (**OM-04**).

De acuerdo con la valoración realizada mediante la matriz de impactos, estos fueron clasificados como impactos **irrelevantes negativos**, debido a su carácter temporal, local, reversible y susceptible de control mediante la aplicación de medidas de manejo ambiental de carácter preventivo y operativo.

Las emisiones atmosféricas previstas estarán asociadas principalmente al tránsito de maquinaria y vehículos, movimiento de materiales, excavaciones y actividades constructivas. Por su parte, los incrementos de ruido estarán relacionados con la operación temporal de maquinaria, equipos y vehículos durante la construcción, mientras que la generación de residuos corresponderá a residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos asociados a las actividades de mantenimiento.

Considerando la magnitud de las obras, la duración limitada de las actividades constructivas y la aplicación de medidas de control ambiental, se prevé que las afectaciones sobre estos componentes permanezcan restringidas al área de influencia inmediata del Proyecto.

TABLA 63 MEDIDAS PREVENTIVAS, DE MITIGACIÓN Y CONTROL PARA LA CALIDAD DEL AIRE, RUIDO AMBIENTAL Y MANEJO DE RESIDUOS

Concepto	Descripción
Impactos identificados	**Emisión de polvo y material particulado (PS-03)**, clasificado como irrelevante negativo (-19). **Emisiones de gases de combustión (PS-04)**, clasificado como irrelevante negativo (-16). **Incremento temporal de niveles sonoros (PS-04),** clasificado como irrelevante negativo (-19). **Polvo, gases y ruido temporal durante la construcción (C-09)**, clasificado como irrelevante negativo (-19). **Emisiones y ruido de baja intensidad durante la operación (OM-05)**, clasificado como irrelevante negativo (-13). **Riesgo de contaminación por residuos de construcción (C-10)**, clasificado como irrelevante negativo (-18). **Riesgo de contaminación por residuos durante la operación (OM-04),** clasificado como irrelevante negativo (-19).
Etapa de aplicación	Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.
Duración	Durante toda la ejecución de las obras y durante la operación y mantenimiento del Proyecto.
Medidas preventivas	Mantenimiento preventivo de maquinaria, vehículos y equipos utilizados durante la construcción. Verificación periódica del adecuado funcionamiento de motores y sistemas de combustión. Restricción de actividades a los horarios de trabajo establecidos. Delimitación de áreas de almacenamiento temporal de materiales y residuos. Instalación de recipientes adecuados para la separación y almacenamiento temporal de residuos. Prohibición de la quema de residuos o material vegetal dentro del predio.
Medidas de mitigación y control	Humectación periódica de superficies con suelo expuesto cuando las condiciones climáticas lo requieran. Cobertura o control de materiales susceptibles de generar dispersión de partículas. Reducción de velocidades de circulación de vehículos dentro del área del Proyecto. Apagado de motores cuando los equipos permanezcan inactivos por periodos prolongados.

	Utilización de maquinaria en condiciones adecuadas de operación para minimizar emisiones y ruido. Recolección, separación y almacenamiento temporal de residuos en recipientes identificados. Retiro periódico de residuos por empresas o servicios autorizados, según corresponda. Mantenimiento permanente de condiciones de orden y limpieza en las áreas de trabajo.
Medidas de restauración	Limpieza de áreas utilizadas temporalmente durante la construcción. Retiro de residuos, materiales sobrantes y estructuras provisionales al concluir las obras. Disposición final de residuos conforme a la normatividad aplicable.
Medidas de compensación	Debido a que los impactos identificados son temporales, reversibles y susceptibles de control mediante medidas preventivas y de mitigación, no se considera necesaria la implementación de medidas de compensación ambiental específicas.
Mecanismo de efectividad	Las medidas preventivas disminuyen la generación de emisiones atmosféricas, ruido y residuos desde la fuente de origen. Las medidas de mitigación reducen la dispersión de partículas, controlan los niveles de ruido y aseguran el manejo adecuado de los residuos generados durante las diferentes etapas del Proyecto. Las acciones de limpieza y disposición adecuada evitan la acumulación de materiales que pudieran generar afectaciones secundarias al ambiente.
Indicadores de cumplimiento	Evidencia de mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos. Ausencia de quemas dentro del área del Proyecto. Evidencia de humectación de áreas expuestas cuando resulte necesaria. Registros de recolección y disposición de residuos. Existencia de recipientes para almacenamiento temporal de residuos. Ausencia de acumulación de residuos fuera de las áreas designadas. Evidencia fotográfica de las condiciones de orden y limpieza en el sitio.

Una vez aplicadas las medidas propuestas, se prevé que los impactos residuales sobre la calidad del aire, el ambiente sonoro y el manejo de residuos sean mínimos y de carácter temporal. Las emisiones atmosféricas y el ruido asociados a la operación de la subestación serán de baja intensidad y permanecerán dentro de las condiciones normales de funcionamiento de la infraestructura.

Asimismo, el manejo adecuado de los residuos generados durante la construcción, operación y mantenimiento permitirá evitar afectaciones ambientales significativas. En consecuencia, no se prevé que los impactos residuales asociados a estos componentes comprometan la calidad ambiental del área de influencia ni la funcionalidad del sistema ambiental regional.

VI.2 Impactos residuales

De conformidad con lo establecido en la Guía para la Elaboración de Manifestaciones de Impacto Ambiental y con base en los resultados obtenidos durante la identificación y evaluación de impactos ambientales (**Ver Tabla 55**), los impactos residuales corresponden a aquellos efectos que permanecen sobre los componentes ambientales aun después de la aplicación de las medidas preventivas, de mitigación, restauración y compensación propuestas para el Proyecto.

La aplicación de las medidas descritas en el apartado anterior permitirá reducir significativamente la magnitud, extensión, duración y probabilidad de ocurrencia de diversos impactos ambientales identificados durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. No obstante, debido a la naturaleza inherente de algunas de las obras proyectadas, ciertos efectos persistirán de manera parcial o permanente dentro del área de ocupación directa del Proyecto.

Los impactos residuales identificados se consideran compatibles con las características ambientales del sitio y no comprometen la funcionalidad de los ecosistemas presentes ni la integridad del sistema ambiental regional, debido a que se encuentran limitados espacialmente al área de influencia directa del Proyecto y no generan procesos de deterioro ambiental acumulativos o irreversibles a escala regional.
La siguiente Tabla presenta la relación de impactos residuales esperados para cada componente ambiental evaluado.

TABLA 64 IMPACTOS RESIDUALES DEL PROYECTO

Componente ambiental	Impacto original identificado	Medidas aplicadas	Impacto residual esperado
Vegetación	Remoción de vegetación secundaria arbórea	Prevención, mitigación, restauración y compensación	Pérdida permanente de cobertura vegetal dentro de las áreas ocupadas por infraestructura eléctrica.
Fauna silvestre y hábitat	Alteración temporal del hábitat y desplazamiento temporal de fauna		Reducción permanente de una porción del hábitat disponible dentro del área de desplante. Desplazamiento de organismos hacia áreas adyacentes con características similares.
Suelo	Compactación y modificación superficial del suelo y compactación del terreno		Compactación localizada y ocupación permanente del suelo en áreas destinadas a infraestructura, cimentaciones y caminos internos.
Agua subterránea	Riesgo de contaminación del acuífero kárstico y riesgo por manejo de sustancias	Prevención, mitigación y restauración	Riesgo residual bajo asociado a posibles contingencias accidentales durante la construcción, operación y mantenimiento.
Hidrología superficial	Modificación local de infiltración y escurrimiento	Prevención, mitigación, restauración y compensación	Modificación localizada de los patrones de infiltración y escurrimiento dentro del área ocupada por infraestructura permanente.
Paisaje	Incorporación de elementos artificiales permanentes y modificación visual por infraestructura eléctrica	Mitigación, restauración y compensación	Modificación visual permanente del paisaje derivada de la presencia de la subestación eléctrica.
Aire, ruido y residuos	Emisiones atmosféricas, ruido temporal y generación de residuos	Prevención, mitigación y control	Impactos residuales mínimos y temporales asociados a la operación normal de equipos y actividades de mantenimiento.

Como puede observarse, los principales impactos residuales corresponden a la pérdida permanente de cobertura vegetal dentro de las áreas ocupadas por infraestructura, la modificación visual del paisaje, la ocupación permanente de una porción del suelo y la modificación localizada de los procesos de infiltración y escurrimiento superficial. En contraste, los impactos relacionados con la calidad del aire, ruido ambiental,

generación de residuos y riesgo de contaminación del agua subterránea se reducen a niveles bajos o no significativos mediante la aplicación de las medidas de manejo ambiental propuestas.

En términos generales, los impactos residuales identificados se consideran de magnitud baja a moderada, se encuentran restringidos al área de ocupación directa del Proyecto y no comprometen la funcionalidad ecológica, hidrológica o paisajística del sistema ambiental regional. Por lo anterior, se concluye que la ejecución del Proyecto es ambientalmente viable desde la perspectiva de los impactos residuales esperados.

VII PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1 Pronóstico del escenario ambiental

El pronóstico ambiental del Proyecto se formuló a partir de la caracterización ambiental del sitio, la identificación y evaluación de impactos realizada mediante la matriz de impactos, el análisis de los impactos residuales y la aplicación de las medidas preventivas, de mitigación, restauración y compensación propuestas en el Capítulo VI.

La proyección considera la evolución esperada de los componentes ambientales presentes en el área de influencia del Proyecto, así como la interacción entre las actividades constructivas y operativas de la **Subestación Eléctrica de Maniobras Cruz Azul** con los elementos físicos, bióticos y paisajísticos del entorno.

Para tal efecto se analizaron tres escenarios potenciales:

i. escenario sin el Proyecto;
ii. escenario con el Proyecto sin la aplicación de medidas ambientales; y
iii. escenario con el Proyecto y la implementación de las medidas propuestas.

VII.1.1 Escenario sin el Proyecto

Bajo un escenario donde el Proyecto no sea ejecutado, el área propuesta para la construcción mantendría las condiciones ambientales actualmente presentes, caracterizadas por la existencia de Vegetación Secundaria Arbórea derivada de Selva Mediana Caducifolia, suelos con cobertura vegetal discontinua y procesos naturales de infiltración y escurrimiento asociados a las condiciones fisiográficas y geológicas de la región.

La vegetación existente continuaría desarrollando los procesos naturales de sucesión secundaria que actualmente ocurren en el sitio. Considerando que la comunidad vegetal observada corresponde a vegetación secundaria y no a ecosistemas primarios o con alto grado de conservación, es previsible que continúe presentando cambios graduales en composición, estructura y cobertura derivados de la competencia natural entre especies y de las perturbaciones de origen antrópico presentes en el entorno regional.
La fauna silvestre seguiría utilizando el área como espacio de tránsito, alimentación ocasional y refugio temporal. No obstante, las características actuales del sitio indican que éste no constituye un área crítica para la conservación de especies, corredores biológicos regionales o zonas prioritarias para la reproducción de fauna silvestre. En consecuencia, la dinámica faunística continuaría desarrollándose bajo condiciones similares a las observadas actualmente.

En relación con el suelo, permanecerían los procesos naturales de infiltración, retención de humedad, intercambio de nutrientes y desarrollo de cobertura vegetal. Las características físicas del suelo

continuarían reguladas por la interacción entre vegetación, precipitación, escurrimiento superficial y actividad biológica. Debido a las características kársticas predominantes en la región, el agua de lluvia continuaría infiltrándose hacia el subsuelo mediante los procesos naturales que actualmente regulan la recarga del acuífero. Asimismo, los escurrimientos superficiales continuarían presentándose de manera estacional y dispersa, sin modificaciones relevantes en sus patrones de comportamiento.

Desde el punto de vista paisajístico, la configuración visual del sitio permanecería dominada por elementos naturales y seminaturales asociados a la vegetación secundaria existente, conservándose la percepción visual actual del entorno.

Sin embargo, la ausencia del Proyecto implicaría también la permanencia de las condiciones actuales de la infraestructura eléctrica regional. En consecuencia, no se materializarían los beneficios asociados al fortalecimiento de la red eléctrica, al incremento en la confiabilidad del suministro y a la mejora de la capacidad operativa del sistema eléctrico regional identificados durante la evaluación ambiental.

Por lo anterior, aunque el escenario sin Proyecto supone la conservación de las condiciones ambientales actuales del predio, también implica renunciar a los beneficios sociales, económicos y de infraestructura asociados al fortalecimiento del sistema eléctrico regional, manteniéndose sin cambios la situación operativa existente.

VII.1.2 Escenario con el Proyecto sin aplicación de medidas ambientales

En un escenario hipotético donde el Proyecto fuera ejecutado sin la implementación de medidas preventivas, de mitigación, restauración y compensación ambiental, los impactos identificados durante la evaluación ambiental alcanzarían una magnitud significativamente mayor, incrementando la presión sobre los componentes físicos, bióticos y paisajísticos del sistema ambiental.

La preparación del sitio implicaría la remoción total de la Vegetación Secundaria Arbórea presente dentro de la superficie requerida para la construcción de la **Subestación Eléctrica de Maniobras Cruz Azul.** Sin la delimitación de áreas de trabajo y sin criterios de conservación de vegetación periférica, existiría una mayor probabilidad de afectar superficies adicionales a las estrictamente necesarias para la obra, incrementando la pérdida de cobertura vegetal y la fragmentación de la vegetación remanente.
La eliminación de la cobertura vegetal reduciría la capacidad del terreno para interceptar la precipitación, regular la temperatura superficial y proteger el suelo contra la acción directa de la lluvia y el viento. Asimismo, disminuiría la producción local de materia orgánica y la incorporación de nutrientes al suelo, afectando los procesos ecológicos que actualmente contribuyen al mantenimiento de la cobertura vegetal secundaria.

La alteración de la vegetación tendría efectos directos sobre la fauna silvestre asociada al sitio. La ausencia de medidas de inspección, rescate y protección incrementaría la probabilidad de afectación directa a organismos de baja movilidad que pudieran encontrarse en madrigueras, refugios temporales o sitios de

alimentación al momento de ejecutarse las actividades de desmonte y despalme. Aunque durante la caracterización ambiental no se identificaron especies incluidas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT, la pérdida de cobertura vegetal provocaría una reducción de refugios y sitios de alimentación para la fauna local, favoreciendo su desplazamiento hacia áreas vecinas y aumentando temporalmente la competencia por espacio y recursos.

Sobre el componente suelo, la ausencia de medidas de manejo ambiental propiciaría una mayor compactación derivada del tránsito continuo y desordenado de maquinaria pesada y vehículos de construcción. Esta condición ocasionaría una disminución de la porosidad natural del suelo, reduciendo su capacidad de infiltración y favoreciendo el incremento del escurrimiento superficial. Adicionalmente, la exposición directa del suelo a los agentes climáticos aumentaría la susceptibilidad a procesos erosivos, particularmente durante los eventos de precipitación característicos de la región. La degradación física del suelo podría verse agravada por el almacenamiento inadecuado de materiales de construcción, residuos y sustancias potencialmente contaminantes. La ausencia de procedimientos específicos para el manejo de combustibles, aceites, lubricantes y residuos incrementaría el riesgo de derrames accidentales y la incorporación de contaminantes al suelo.

Esta situación adquiere especial relevancia debido a las características geológicas del área, donde predominan materiales calcáreos asociados a sistemas kársticos. En este tipo de ambientes, los contaminantes pueden infiltrarse con relativa facilidad hacia niveles más profundos del subsuelo, incrementando el riesgo potencial de afectación al acuífero. Aunque la probabilidad de ocurrencia de eventos de contaminación severa es baja, la ausencia de medidas preventivas incrementaría significativamente la vulnerabilidad del recurso hídrico subterráneo.

En relación con la hidrología superficial, la remoción de vegetación, la compactación del terreno y la ocupación de superficies permeables sin medidas de control favorecerían la modificación de los patrones naturales de infiltración y escurrimiento. Durante eventos de lluvia intensa podrían generarse mayores volúmenes de escurrimiento superficial, incrementando el potencial de arrastre de partículas de suelo y favoreciendo procesos erosivos localizados. Si bien no se identifican cuerpos de agua superficiales permanentes dentro del área del Proyecto, estos cambios podrían modificar temporalmente la dinámica hidrológica local.

La calidad del aire también podría verse afectada por la ausencia de controles operativos durante las etapas de preparación del sitio y construcción. El movimiento de maquinaria, la circulación de vehículos y las actividades de excavación generarían emisiones de polvo y partículas suspendidas en mayor magnitud, particularmente durante la temporada seca. De igual forma, las emisiones de gases de combustión derivadas del funcionamiento de maquinaria y vehículos podrían incrementarse ante la falta de programas de mantenimiento preventivo.

Respecto al ambiente sonoro, la operación simultánea de maquinaria pesada, equipos de construcción y vehículos produciría incrementos temporales en los niveles de ruido ambiental. Aunque estos efectos

tendrían un carácter local y temporal, la ausencia de controles operativos aumentaría la intensidad de la perturbación durante la etapa constructiva.

Desde la perspectiva paisajística, la ejecución de las obras sin medidas de ordenamiento ambiental produciría una transformación visual más evidente del entorno. La presencia de áreas desprovistas de vegetación, materiales de construcción dispersos, residuos acumulados, excavaciones sin restaurar y superficies alteradas generaría un mayor contraste entre los elementos naturales y la infraestructura proyectada. Esta situación ocasionaría una disminución de la calidad visual del paisaje durante las etapas de construcción e incluso durante la operación, en caso de no implementarse acciones de integración paisajística.

En términos generales, la ausencia de medidas ambientales reduciría la capacidad de recuperación del sistema, incrementaría la magnitud y permanencia de los impactos identificados y aumentaría la probabilidad de afectaciones secundarias sobre los recursos naturales presentes en el área de influencia. Bajo este escenario, los impactos negativos alcanzarían una intensidad superior a la estimada en la evaluación ambiental, generando una condición menos favorable para la conservación de los componentes ambientales locales y disminuyendo la compatibilidad del Proyecto con las características del sistema ambiental donde se pretende desarrollar.

VII.1.3 Escenario con el Proyecto y aplicación de las medidas ambientales propuestas

La ejecución del Proyecto bajo el esquema de manejo ambiental planteado en la presente Manifestación de Impacto Ambiental permitirá reducir significativamente la magnitud, extensión y permanencia de los impactos identificados durante el proceso de evaluación ambiental, favoreciendo la conservación de la funcionalidad ecológica del sistema ambiental y la compatibilidad de la infraestructura proyectada con las características del entorno.

A diferencia del escenario descrito sin medidas ambientales, la implementación de acciones preventivas desde la etapa de preparación del sitio permitirá controlar las fuentes de impacto desde su origen, limitando las afectaciones exclusivamente a las áreas requeridas para el establecimiento y operación de la **Subestación Eléctrica de Maniobras Cruz Azul.**

En el componente vegetación, la delimitación previa de las áreas de trabajo y la restricción de las actividades de desmonte a la superficie estrictamente necesaria permitirán reducir la pérdida innecesaria de cobertura vegetal. La conservación de vegetación periférica favorecerá la permanencia de elementos estructurales del ecosistema original, manteniendo parcialmente funciones relacionadas con la protección del suelo, regulación microclimática, infiltración de agua de lluvia y provisión de refugio para fauna silvestre.
Asimismo, las acciones de restauración y revegetación previstas para áreas temporalmente afectadas contribuirán a recuperar parcialmente la cobertura vegetal en zonas que no formen parte de la

infraestructura permanente, favoreciendo la reincorporación gradual de funciones ecológicas asociadas a la vegetación secundaria presente en el entorno.

En relación con la fauna silvestre y el hábitat, la aplicación de recorridos de inspección previos al desmonte, la ejecución gradual de las actividades de remoción de vegetación y la implementación de acciones de rescate y reubicación cuando resulte necesario, permitirán disminuir significativamente la probabilidad de afectaciones directas a organismos presentes en el área de influencia inmediata del Proyecto. La conservación de vegetación periférica y la permanencia de hábitats similares en los alrededores favorecerán el desplazamiento temporal de organismos hacia áreas vecinas, reduciendo la probabilidad de aislamiento poblacional o pérdida significativa de hábitat. Debido a que no se identificaron especies sujetas a protección especial conforme a la NOM-059-SEMARNAT vigente, ni áreas críticas para la conservación de fauna silvestre, se prevé que la capacidad de recuperación del componente biológico permanezca elevada una vez concluidas las actividades constructivas.

Respecto al componente suelo, las medidas orientadas al control del tránsito de maquinaria, delimitación de áreas de trabajo, almacenamiento adecuado de materiales y manejo responsable de residuos permitirán reducir los procesos de compactación y degradación física únicamente a las superficies indispensables para la construcción de la infraestructura. La recuperación y reutilización del suelo superficial en áreas susceptibles de restauración, junto con las acciones de revegetación previstas, favorecerán la recuperación parcial de las propiedades físicas y ecológicas del suelo en zonas temporalmente intervenidas. Aunque la ocupación permanente del terreno constituye un impacto inevitable asociado a la naturaleza del Proyecto, su magnitud permanecerá limitada al área de desplante de las instalaciones eléctricas.

En el componente agua subterránea, la implementación de procedimientos específicos para el manejo de combustibles, aceites, lubricantes y demás sustancias potencialmente contaminantes reducirá significativamente la probabilidad de afectación al acuífero kárstico subyacente. La disponibilidad permanente de materiales absorbentes, la atención inmediata de contingencias ambientales, el mantenimiento preventivo de maquinaria y equipos, así como la adecuada gestión de residuos peligrosos, permitirán minimizar el riesgo de infiltración de contaminantes hacia el subsuelo. En consecuencia, se prevé que las condiciones de calidad del agua subterránea permanezcan compatibles con la dinámica ambiental regional durante todas las etapas del Proyecto.

Por otra parte, la conservación de áreas permeables dentro del predio y la restauración vegetal de superficies temporalmente afectadas contribuirán a mantener los procesos naturales de infiltración de agua de lluvia, favoreciendo la continuidad de los mecanismos de recarga del acuífero presentes en la región. En cuanto a la hidrología superficial, la aplicación de medidas dirigidas a controlar la erosión, estabilizar superficies expuestas y conservar condiciones adecuadas de drenaje permitirá disminuir las modificaciones potenciales sobre los patrones locales de escurrimiento. La ocupación permanente de una porción del terreno generará cambios localizados en los procesos de infiltración y escurrimiento; sin

embargo, la magnitud de dichas modificaciones permanecerá restringida al área ocupada por la infraestructura, sin alterar significativamente la dinámica hidrológica regional.

Respecto a la calidad del aire y al ambiente sonoro, las acciones de mantenimiento preventivo de maquinaria, humectación de superficies expuestas cuando resulte necesario, control de velocidades de circulación y manejo adecuado de materiales permitirán reducir la generación de polvo, emisiones atmosféricas y ruido durante la etapa constructiva. Debido a que estos impactos fueron clasificados como irrelevantes negativos en la evaluación ambiental, se prevé que sus efectos sean temporales, localizados y completamente reversibles una vez concluidas las obras.

De igual manera, la correcta separación, almacenamiento temporal y disposición final de los residuos generados durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento permitirá evitar afectaciones secundarias sobre suelo, agua, vegetación o paisaje, manteniendo condiciones adecuadas de orden y limpieza dentro del área del Proyecto.

Desde el punto de vista paisajístico, la presencia de la subestación eléctrica generará una modificación visual permanente asociada a la incorporación de estructuras, equipos y elementos propios de la infraestructura eléctrica. No obstante, la conservación de vegetación periférica, la restauración de áreas temporalmente afectadas y el mantenimiento de espacios con cobertura vegetal contribuirán a disminuir el contraste visual entre las instalaciones y el entorno circundante, favoreciendo una integración gradual del Proyecto dentro del paisaje local.

Como resultado de la aplicación conjunta de las medidas preventivas, de mitigación, restauración y compensación propuestas, la mayoría de los impactos identificados reducirán su magnitud a niveles ambientalmente aceptables. Los impactos residuales permanecerán asociados principalmente a la ocupación permanente del terreno, la pérdida localizada de cobertura vegetal dentro de la superficie de desplante, la modificación visual derivada de la infraestructura eléctrica y cambios puntuales en los procesos de infiltración y escurrimiento.

Sin embargo, dichos impactos residuales permanecerán confinados al área de influencia directa del Proyecto, sin afectar de manera significativa la estructura, funcionalidad o capacidad de recuperación de los ecosistemas presentes en el sistema ambiental regional. Por tanto, el escenario resultante refleja un sistema ambiental que conserva sus principales funciones ecológicas e hidrológicas, donde la infraestructura proyectada coexiste con los elementos naturales del entorno bajo condiciones de manejo ambiental controlado. Adicionalmente, este escenario incorpora beneficios permanentes asociados al fortalecimiento de la red eléctrica regional, al incremento de la confiabilidad del suministro de energía y al mejoramiento de las condiciones de operación del sistema eléctrico, generando un balance favorable entre desarrollo de infraestructura y conservación ambiental.

VII.1.4 Escenario ambiental esperado al término de la estabilización del sistema

Considerando la aplicación integral de las medidas preventivas, de mitigación, restauración y compensación propuestas, así como la capacidad natural de recuperación de los componentes ambientales presentes en el área de influencia del Proyecto, se prevé que durante la etapa de operación se alcance una condición de estabilidad ambiental compatible con la permanencia de la infraestructura proyectada y con el funcionamiento normal de los procesos ecológicos predominantes en el sistema ambiental.

Una vez concluidas las actividades de preparación del sitio y construcción, cesarán las principales fuentes de perturbación temporal asociadas a la remoción de vegetación, movimiento de maquinaria, excavaciones, generación de polvo, emisiones atmosféricas, ruido y tránsito constante de personal y equipo. Como consecuencia, los componentes ambientales comenzarán un proceso gradual de estabilización que permitirá la consolidación de las condiciones ambientales resultantes de la ejecución del Proyecto.

En el componente vegetación, las áreas sujetas a restauración y revegetación evolucionarán progresivamente hacia condiciones estables de cobertura vegetal, favoreciendo la recuperación parcial de funciones ecológicas relacionadas con la protección del suelo, regulación microclimática, infiltración de agua de lluvia y provisión de refugio para fauna silvestre. Aunque la vegetación removida dentro del área ocupada permanentemente por la infraestructura no podrá recuperarse debido a la naturaleza propia del Proyecto, la conservación de vegetación periférica y de superficies libres permitirá mantener elementos representativos de la cobertura vegetal original del sitio.

Desde el punto de vista faunístico, una vez finalizadas las actividades constructivas disminuirán considerablemente los factores de perturbación asociados a la presencia de maquinaria, ruido y movimiento constante de personal. En consecuencia, la fauna silvestre presente en el entorno continuará utilizando las áreas conservadas y los ambientes disponibles dentro y alrededor del predio para actividades de desplazamiento, refugio y alimentación. Considerando la disponibilidad de hábitats similares en zonas adyacentes y la ausencia de especies registradas bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT vigente, se prevé que las poblaciones locales mantengan condiciones de estabilidad compatibles con la dinámica natural del ecosistema.

En relación con el componente suelo, los procesos de compactación y ocupación permanente permanecerán restringidos a las áreas destinadas a cimentaciones, plataformas, caminos internos y demás infraestructura asociada al Proyecto. Sin embargo, las superficies restauradas y revegetadas tenderán a recuperar gradualmente parte de sus propiedades físicas y ecológicas, favoreciendo la estabilidad superficial del terreno y disminuyendo la susceptibilidad a procesos erosivos.

Respecto al agua subterránea, se prevé que las condiciones de calidad del acuífero permanezcan sin modificaciones significativas durante la etapa operativa. La naturaleza de la infraestructura proyectada no

contempla procesos productivos, descargas de aguas residuales al subsuelo ni almacenamiento permanente de grandes volúmenes de sustancias peligrosas que pudieran representar una fuente continua de contaminación. Adicionalmente, la aplicación permanente de medidas de mantenimiento preventivo, manejo adecuado de residuos y atención oportuna de contingencias permitirá mantener controlados los riesgos potenciales identificados durante la evaluación ambiental.

En cuanto a la hidrología superficial, los procesos de infiltración y escurrimiento tenderán a estabilizarse bajo las nuevas condiciones de ocupación del terreno. La conservación de superficies permeables y de áreas con cobertura vegetal permitirá que continúen operando los mecanismos naturales de infiltración propios de la región kárstica, limitando las modificaciones hidrológicas al área estrictamente ocupada por la infraestructura eléctrica. En consecuencia, no se prevén alteraciones significativas en la dinámica hidrológica regional ni afectaciones a procesos de recarga del acuífero.

Desde la perspectiva paisajística, la presencia de la subestación eléctrica constituirá el principal cambio permanente dentro del sistema ambiental. No obstante, conforme transcurra el tiempo y se consoliden las áreas verdes, la vegetación conservada y las superficies revegetadas, el contraste visual generado por la infraestructura tenderá a integrarse gradualmente al entorno circundante. Aunque la modificación visual permanecerá como un impacto residual inherente al Proyecto, ésta se mantendrá restringida al entorno inmediato y no afectará de manera significativa la calidad paisajística regional.

Los impactos asociados a la calidad del aire, ambiente sonoro y generación de residuos disminuirán considerablemente una vez concluida la etapa constructiva. Durante la operación únicamente persistirán emisiones y niveles sonoros de baja intensidad asociados a actividades ocasionales de mantenimiento, los cuales se consideran compatibles con las condiciones ambientales existentes y de escasa relevancia ambiental.

Bajo este escenario de estabilización, los impactos residuales identificados durante la evaluación ambiental permanecerán principalmente asociados a la pérdida permanente de cobertura vegetal dentro del área de desplante, la ocupación definitiva de una porción del suelo, la modificación visual del paisaje y cambios localizados en los procesos de infiltración y escurrimiento superficial. Sin embargo, dichos impactos se mantendrán confinados al área de influencia directa del Proyecto, sin generar efectos acumulativos o sinérgicos que comprometan la funcionalidad de los ecosistemas presentes en el sistema ambiental regional.

La operación de la **Subestación Eléctrica de Maniobras Cruz Azul** aportará beneficios permanentes asociados al fortalecimiento de la infraestructura eléctrica regional, al incremento de la confiabilidad y estabilidad del suministro de energía, a la mejora de las condiciones operativas de la red eléctrica y al apoyo al desarrollo de actividades productivas y de servicios en la región. En consecuencia, se prevé que el escenario ambiental final corresponda a un sistema ambiental funcional, estable y ambientalmente compatible con la infraestructura proyectada, donde los impactos residuales permanecen controlados y localizados, coexistiendo con beneficios permanentes de carácter social, económico y de infraestructura

que contribuyen al desarrollo regional sin comprometer la capacidad de recuperación o funcionamiento del entorno natural.

VII.2 Programa de vigilancia ambiental

VII.2.1 Introducción

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) constituye el instrumento mediante el cual se verificará el cumplimiento y eficacia de las medidas de prevención, mitigación y manejo ambiental propuestas para el Proyecto denominado **Subestación Eléctrica de Maniobras Cruz Azul.** Su implementación permitirá supervisar las actividades desarrolladas durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, con el propósito de prevenir, minimizar o corregir oportunamente los efectos ambientales derivados de la ejecución del Proyecto.

Asimismo, el programa permitirá evaluar la efectividad de las medidas ambientales establecidas, identificar posibles desviaciones respecto a las condiciones previstas durante la evaluación de impacto ambiental y detectar oportunamente impactos no previstos que requieran la implementación de acciones correctivas adicionales. La vigilancia ambiental será desarrollada mediante inspecciones periódicas, registros fotográficos, bitácoras de obra, verificaciones documentales y supervisiones de campo, generando evidencia objetiva sobre el cumplimiento de las obligaciones ambientales aplicables al Proyecto

VII.2.2 Objetivo general

Verificar el cumplimiento y eficacia de las medidas de prevención, mitigación y manejo ambiental propuestas para el Proyecto, garantizando la protección de los componentes ambientales susceptibles de afectación durante las diferentes etapas de desarrollo de la subestación eléctrica.

VII.2.2.1 Objetivos específicos

- Verificar el cumplimiento de las medidas ambientales propuestas en el Capítulo VI.
- Supervisar la correcta aplicación de las acciones preventivas, de mitigación y control ambiental.
- Evaluar la eficacia de las medidas implementadas.
- Detectar oportunamente impactos ambientales no previstos.
- Establecer acciones correctivas cuando se identifiquen desviaciones o incumplimientos.
- Mantener evidencia documental del desempeño ambiental del Proyecto.
- Generar información que permita mejorar las estrategias de gestión ambiental durante la vida útil del Proyecto.

VII.2.3 Alcance

El Programa de Vigilancia Ambiental será aplicable durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto, considerando los componentes ambientales identificados como susceptibles de afectación durante la evaluación de impactos ambientales. Los componentes sujetos a seguimiento incluyen:

- Suelo.
- Agua subterránea.
- Aire y ruido.
- Vegetación.
- Fauna silvestre.
- Paisaje.
- Residuos.
- Aspectos de cumplimiento ambiental y seguridad operativa.

VII.2.4 Responsabilidades

La implementación del Programa de Vigilancia Ambiental será responsabilidad del Supervisor Ambiental, designado por el Promovente o responsable de obra con conocimientos en materia ambiental. Entre sus principales funciones se encuentran:

- Verificar el cumplimiento de las medidas ambientales.
- Realizar recorridos de inspección.
- Elaborar registros y reportes de seguimiento.
- Documentar evidencias fotográficas.
- Coordinar la atención de contingencias ambientales.
- Proponer acciones correctivas cuando se detecten incumplimientos.
- Mantener disponible la documentación de cumplimiento ambiental.

VII.2.5 Desarrollo del programa

Con base en los impactos ambientales identificados y en las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, a continuación, se presenta a continuación el Programa de Vigilancia Ambiental que dará seguimiento a cada componente ambiental:

TABLA 65 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL PARA EL COMPONENTE SUELO

SUELO								
Medida de prevención y mitigación	**Etapa**	**Clasificación**	**Forma de realización**	**Indicador**	**Responsable**	**Frecuencia**	**Medio de verificación**	**Resultado esperado**
Delimitar físicamente las áreas de trabajo, circulación de maquinaria y zonas de almacenamiento temporal de materiales.	Preparación del sitio y construcción	Prevención	Se colocará señalización visible, cinta preventiva, estacas o barreras temporales para restringir el tránsito de maquinaria y personal únicamente a las áreas autorizadas.	Superficie intervenida respecto a la superficie autorizada.	Personal residente de obra y Supervisor ambiental	Durante toda la preparación del sitio y construcción. (semanal)	Bitácoras y evidencia fotográfica	Evitar afectaciones fuera del polígono autorizado y reducir la compactación innecesaria del suelo.
Acción de respuesta: El supervisor ambiental ordenará la suspensión inmediata de actividades en el área no autorizada, registrará el incidente, delimitará nuevamente la zona y solicitará la restauración del área afectada.								
Evitar el goteo o derrame de hidrocarburos, aceites, lubricantes y otras sustancias sobre el suelo.	Preparación del sitio, construcción y mantenimiento	Prevención y Mitigación	La maquinaria y vehículos deberán mantenerse en condiciones mecánicas adecuadas. No se permitirá el mantenimiento mayor dentro del sitio. En caso de requerirse abastecimiento menor, deberá realizarse sobre superficie protegida y con material absorbente disponible.	Número de derrames o manchas de hidrocarburos registradas.	Contratista, operador de maquinaria, residente de obra y supervisor ambiental.	Durante toda la ejecución del Proyecto.	Bitácora de inspección, reporte de incidente y evidencia fotográfica.	Evitar cualquier derrame visible sobre el suelo.
Acción de respuesta: El supervisor ambiental ordenará la recolección inmediata de residuos, reforzará la señalización de contenedores y solicitará capacitación correctiva al personal responsable.								
Evitar procesos de erosión, arrastre de sedimentos o pérdida de suelo durante las actividades de nivelación y excavación.	Preparación del sitio y construcción	Prevención y Mitigación	Las actividades de movimiento de tierras se realizarán preferentemente en época seca. El material excavado deberá disponerse temporalmente en zonas autorizadas y,	Presencia de sedimentos fuera del área de trabajo.	Residente de obra y supervisor ambiental.	Durante movimientos de tierra y después de eventos de lluvia.	Inspecciones de campo, bitácora y fotografías.	Evitar arrastre visible de sedimentos hacia áreas colindantes.

			cuando sea necesario, se colocarán barreras físicas para evitar arrastre por escurrimientos.					
Acción de respuesta: El supervisor ambiental ordenará la limpieza del material arrastrado, la instalación de barreras de retención y la reubicación del material suelto en un sitio controlado.								
Restaurar o estabilizar las áreas temporalmente afectadas que no formen parte de la infraestructura permanente.	Cierre de construcción	Mitigación	Las zonas temporalmente intervenidas deberán limpiarse, nivelarse y, en su caso, cubrirse con material edáfico disponible o vegetación herbácea compatible con el sitio.	Superficie restaurada respecto a la superficie temporalmente afectada.	Residente de obra y supervisor ambiental.	Al concluir la etapa constructiva.	Memoria fotográfica y reporte de cierre de obra.	Evitar superficies alteradas sin estabilizar al finalizar la obra.
Acción de respuesta: El supervisor ambiental solicitará trabajos complementarios de nivelación, limpieza o estabilización hasta alcanzar condiciones aceptables de cierre.								

TABLA 66 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL PARA EL COMPONENTE AGUA

AGUA (HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y AGUA SUBTERRÁNEA)								
Medida de prevención, mitigación o control	**Etapa**	**Clasificación**	**Forma de realización**	**Indicador**	**Responsable**	**Periodo de ejecución y vigilancia**	**Medio de verificación**	**Resultado esperado**
Evitar derrames de combustibles, aceites, lubricantes y otras sustancias potencialmente contaminantes sobre áreas permeables del terreno.	Preparación del sitio, construcción y mantenimiento	Prevención	El abastecimiento de combustible y el manejo de sustancias deberán realizarse bajo supervisión, utilizando recipientes adecuados y material absorbente para atención inmediata de contingencias.	Número de derrames registrados.	Contratista, residente de obra y supervisor ambiental.	Durante toda la ejecución del Proyecto.	Bitácora ambiental, reportes de incidente y evidencia fotográfica.	Protección de la calidad del agua subterránea y ausencia de infiltración de contaminantes.
Acción de respuesta: El supervisor ambiental ordenará la suspensión inmediata de la actividad, la contención del derrame, la remoción del material contaminado y su disposición conforme a la normatividad aplicable.								
Almacenar temporalmente combustibles, aceites, pinturas y sustancias químicas en condiciones seguras.	Construcción y mantenimiento	Prevención	Los materiales deberán mantenerse en recipientes cerrados, etiquetados y colocados sobre superficies impermeables con sistemas de contención secundaria.	Existencia de áreas de almacenamiento adecuadas.	Contratista y supervisor ambiental.	Durante el periodo de almacenamiento de materiales.	Inspecciones de campo y registros fotográficos.	Prevención de fugas o derrames accidentales.
Acción de respuesta: Se ordenará la corrección inmediata de las condiciones de almacenamiento y el retiro temporal de materiales que representen riesgo de contaminación.								
Controlar el arrastre de sedimentos derivado de actividades de excavación, nivelación y movimiento de tierras.	Preparación del sitio y construcción	Prevención y mitigación	Las excavaciones permanecerán abiertas el menor tiempo posible y el material producto de excavación será colocado en sitios controlados para evitar su dispersión por escurrimientos pluviales.	Presencia de sedimentos fuera del área de trabajo.	Residente de obra y supervisor ambiental.	Durante actividades de movimiento de tierras y después de lluvias intensas.	Bitácora de supervisión y memoria fotográfica.	Evitar el arrastre de partículas hacia áreas adyacentes.
Acción de respuesta: El supervisor ambiental ordenará la instalación de barreras temporales de retención, limpieza de áreas afectadas y estabilización inmediata del material suelto.								
Mantener libres de residuos sólidos las áreas de trabajo para	Preparación del sitio,	Prevención	Los residuos deberán recolectarse diariamente y	Presencia de residuos dispersos.	Contratista, personal operativo y	Durante toda la vida del Proyecto.	Bitácoras de limpieza y	Ausencia de residuos susceptibles de ser

evitar contaminación por escurrimientos pluviales.	construcción y operación.		almacenarse en contenedores cerrados para evitar su dispersión por lluvia o viento.		supervisor ambiental.		registros fotográficos.	arrastrados por escurrimientos.
Acción de respuesta: Se ordenará la limpieza inmediata del área y la recolección extraordinaria de residuos.								
Verificar periódicamente el estado de transformadores y equipos eléctricos que contengan aceites dieléctricos.	Operación y mantenimiento	Prevención	Se realizarán inspecciones visuales periódicas para detectar fugas, corrosión o deterioro de conexiones y recipientes.	Número de fugas detectadas.	Personal de mantenimiento y supervisor ambiental.	Durante toda la etapa de operación y mantenimiento.	Reportes de inspección y bitácoras de mantenimiento.	Operación segura de los equipos sin liberación de aceites al ambiente.
Acción de respuesta: Se suspenderá la operación del equipo involucrado hasta corregir la anomalía y retirar cualquier material contaminado.								
Mantener la capacidad natural de infiltración del terreno en áreas no ocupadas por infraestructura permanente.	Construcción y operación	Mitigación	Se evitará la ocupación innecesaria de superficies adicionales y se conservarán áreas permeables dentro del predio.	Superficie permeable conservada.	Residente de obra y supervisor ambiental.	Durante construcción y operación.	Inspecciones de campo y memoria fotográfica.	Conservación de los procesos naturales de infiltración del agua de lluvia.
Acción de respuesta: El supervisor ambiental ordenará la liberación y rehabilitación de las áreas afectadas.								
Atender de manera inmediata cualquier contingencia ambiental relacionada con sustancias peligrosas.	Todas las etapas.	Prevención y mitigación	Se dispondrá de material absorbente, equipo básico para control de derrames y procedimientos de respuesta inmediata.	Tiempo de respuesta ante contingencias.	Contratista, personal operativo y supervisor ambiental.	Durante toda la ejecución y operación del Proyecto.	Reportes de incidente y bitácoras ambientales.	Contención inmediata de cualquier evento potencialmente contaminante.
Acción de respuesta: Activación inmediata del procedimiento de contingencias ambientales y aplicación de medidas correctivas adicionales.								

TABLA 67 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL PARA EL COMPONENTE AIRE

AIRE								
Medida de prevención, mitigación o control	**Etapa**	**Clasificación**	**Forma de realización**	**Indicador**	**Responsable**	**Periodo de ejecución y vigilancia**	**Medio de verificación**	**Resultado esperado**
Controlar la generación de polvo durante las actividades de preparación del sitio y construcción.	Preparación del sitio y construcción	Prevención y mitigación	Se realizará humectación periódica de superficies expuestas y caminos de acceso cuando las condiciones climáticas lo requieran.	Presencia visible de polvo suspendido.	Contratista, residente de obra y supervisor ambiental.	Durante actividades de desmonte, nivelación, excavación y tránsito de maquinaria.	Bitácora de obra, inspecciones de campo y memoria fotográfica.	Reducir la dispersión de partículas al ambiente.
Acción de respuesta: El supervisor ambiental ordenará incrementar la frecuencia de humectación y limitar temporalmente las actividades que generen emisiones excesivas de polvo.								
Mantener en condiciones adecuadas de operación la maquinaria y vehículos utilizados en la obra.	Preparación del sitio y construcción	Prevención	La maquinaria deberá contar con mantenimiento preventivo y correctivo conforme a las especificaciones del fabricante.	Presencia de humo visible o emisiones anormales.	Contratista y supervisor ambiental.	Durante toda la etapa constructiva.	Registros de mantenimiento y supervisión de campo.	Reducir emisiones de gases producto de combustión.
Acción de respuesta: Se retirará temporalmente de operación el equipo hasta corregir la falla mecánica correspondiente.								
Minimizar los tiempos de ralentí de maquinaria y vehículos.	Construcción	Prevención	Los operadores apagarán motores cuando los equipos permanezcan inactivos por periodos prolongados.	Tiempo de operación en ralentí observado.	Operadores y supervisor ambiental.	Durante actividades constructivas.	Bitácoras de supervisión.	Disminuir emisiones innecesarias de gases de combustión.
Acción de respuesta: Se instruirá al operador para suspender el ralentí innecesario y se registrará la incidencia en bitácora.								
Mantener ordenadas las áreas de almacenamiento temporal de materiales.	Construcción	Prevención	Los materiales susceptibles de dispersión serán almacenados de forma controlada y protegidos cuando sea necesario.	Presencia de material disperso por acción del viento.	Contratista y supervisor ambiental.	Durante toda la construcción.	Inspecciones de campo y memoria fotográfica.	Evitar emisiones secundarias de partículas.
Acción de respuesta: Se ordenará la reubicación o protección inmediata de los materiales expuestos.								
Supervisar periódicamente las emisiones asociadas al tránsito de vehículos de servicio durante la operación.	Operación y mantenimiento	Prevención	Se verificará que los vehículos utilizados para mantenimiento se encuentren en condiciones mecánicas adecuadas.	Estado físico y mecánico de los vehículos.	Personal operativo y supervisor ambiental.	Durante la operación y mantenimiento.	Registros de mantenimiento e inspecciones visuales.	Mantener emisiones atmosféricas mínimas durante la operación.
Acción de respuesta: Se solicitará mantenimiento inmediato o sustitución temporal de la unidad.								

TABLA 68 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL PARA EL COMPONENTE RUIDO

RUIDO								
Medida de prevención, mitigación o control	**Etapa**	**Clasificación**	**Forma de realización**	**Indicador**	**Responsable**	**Periodo de ejecución y vigilancia**	**Medio de verificación**	**Resultado esperado**
Restringir las actividades constructivas al horario diurno.	Preparación del sitio y construcción	Prevención	Las actividades generadoras de ruido se realizarán preferentemente entre las 08:00 y las 18:00 horas.	Cumplimiento de horarios establecidos.	Contratista, residente de obra y supervisor ambiental.	Durante toda la etapa constructiva.	Bitácora de obra y supervisión de campo.	Evitar molestias a poblaciones cercanas y fauna silvestre.
Acción de respuesta: El supervisor ambiental ordenará la suspensión inmediata de las actividades fuera de horario.								
Mantener en buenas condiciones de operación la maquinaria y equipo utilizado.	Preparación del sitio y construcción	Prevención	Se realizarán mantenimientos periódicos para evitar vibraciones y ruidos excesivos derivados de fallas mecánicas.	Estado operativo de maquinaria y equipo.	Contratista y supervisor ambiental.	Durante toda la construcción.	Registros de mantenimiento e inspecciones.	Reducir emisiones sonoras innecesarias.
Acción de respuesta: Se retirará temporalmente el equipo de operación hasta corregir la anomalía detectada.								
Coordinar adecuadamente las actividades para evitar la operación simultánea innecesaria de maquinaria pesada.	Construcción	Mitigación	Se programarán las actividades de obra para optimizar el uso de equipos y reducir picos de ruido.	Número de equipos operando simultáneamente.	Residente de obra y supervisor ambiental.	Durante actividades constructivas.	Bitácoras de operación e inspecciones.	Minimizar niveles sonoros acumulativos.
Acción de respuesta: Se reorganizarán las actividades y horarios de trabajo para disminuir la fuente de ruido.								
Vigilar que el personal utilice equipo de protección auditiva cuando corresponda.	Construcción y mantenimiento	Prevención	Se verificará el uso adecuado de protectores auditivos en actividades con exposición a ruido elevado.	Uso de equipo de protección personal.	Supervisor ambiental y responsable de seguridad.	Durante actividades de riesgo.	Inspecciones de campo y registros de seguridad.	Protección de la salud ocupacional del personal.
Acción de respuesta: Se suspenderá temporalmente la actividad hasta que el trabajador utilice el equipo de protección correspondiente.								
Supervisar el funcionamiento normal de transformadores y equipos eléctricos.	Operación y mantenimiento	Prevención	Se realizarán inspecciones periódicas para detectar vibraciones o ruidos anormales en equipos eléctricos.	Reportes de ruido o vibración anormal.	Personal de mantenimiento y supervisor ambiental.	Durante toda la vida útil del Proyecto.	Bitácoras de mantenimiento e inspecciones.	Operación segura y eficiente de la subestación.
Acción de respuesta: Se programará mantenimiento correctivo inmediato y se evaluará la necesidad de retirar temporalmente el equipo de operación.								

TABLA 69 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL PARA EL COMPONENTE VEGETACIÓN

VEGETACIÓN								
Medida de prevención, mitigación o control	**Etapa**	**Clasificación**	**Forma de realización**	**Indicador**	**Responsable**	**Periodo de ejecución y vigilancia**	**Medio de verificación**	**Resultado esperado**
Limitar las actividades de desmonte exclusivamente a la superficie autorizada para el Proyecto.	Preparación del sitio	Prevención	Previo al inicio de los trabajos se delimitará físicamente el área autorizada mediante estacas, cinta preventiva o señalización visible.	Superficie desmontada respecto a la superficie autorizada.	Residente de obra y supervisor ambiental.	Antes y durante las actividades de desmonte.	Bitácora ambiental, croquis de delimitación y memoria fotográfica.	Evitar afectaciones a vegetación fuera del área autorizada.
Acción de respuesta: El supervisor ambiental ordenará la suspensión inmediata de las actividades y la delimitación correcta del área de trabajo, documentando la incidencia correspondiente.								
Verificar que la remoción de vegetación se limite únicamente a los individuos necesarios para la construcción del Proyecto.	Preparación del sitio	Prevención y mitigación	La eliminación de vegetación se realizará de manera dirigida, evitando daños innecesarios a la vegetación conservada en áreas adyacentes.	Número de individuos afectados fuera del área requerida.	Contratista, residente de obra y supervisor ambiental.	Durante las actividades de desmonte y despalme.	Inspecciones de campo y memoria fotográfica.	Minimizar la pérdida innecesaria de cobertura vegetal.
Acción de respuesta Se ordenará la suspensión temporal de actividades y la corrección inmediata de los procedimientos utilizados.								
Conservar la vegetación existente en áreas no destinadas a obras permanentes.	Preparación del sitio y construcción	Mitigación	Se evitará el tránsito, almacenamiento de materiales o disposición de residuos sobre áreas con vegetación que permanecerán sin intervención.	Superficie de vegetación conservada.	Contratista y supervisor ambiental.	Durante toda la construcción.	Recorridos de supervisión y registros fotográficos.	Mantener la cobertura vegetal fuera de las áreas de ocupación permanente.
Acción de respuesta Se restringirá el acceso al área afectada y se implementarán acciones correctivas para evitar nuevas afectaciones.								
Evitar la disposición de residuos, escombros o materiales sobre áreas con vegetación remanente.	Construcción	Prevención	Los residuos deberán depositarse únicamente en sitios autorizados y contenedores destinados para tal fin.	Presencia de residuos sobre áreas vegetadas.	Contratista y supervisor ambiental.	Durante toda la construcción.	Bitácoras de inspección y evidencia fotográfica.	Conservación de la vegetación remanente.
Acción de respuesta Se ordenará el retiro inmediato de los residuos y la limpieza del área afectada.								
Restaurar y estabilizar las áreas temporalmente intervenidas que no formen parte de la infraestructura permanente.	Cierre de construcción	Mitigación	Las áreas temporales utilizadas durante la obra deberán limpiarse y acondicionarse para favorecer la regeneración natural de la vegetación local.	Superficie restaurada respecto a superficie temporalmente afectada.	Residente de obra y supervisor ambiental.	Al finalizar las actividades constructivas.	Reporte de cierre y memoria fotográfica.	Favorecer la recuperación de la cobertura vegetal.

Acción de respuesta El supervisor ambiental solicitará trabajos complementarios de restauración y estabilización hasta alcanzar condiciones aceptables.								
Verificar la regeneración natural de la vegetación en áreas adyacentes temporalmente perturbadas.	Construcción y cierre de obra	Compensación ambiental	Se realizarán recorridos de inspección para evaluar la recuperación de la cobertura vegetal en áreas no ocupadas permanentemente.	Evidencia de regeneración vegetal.	Supervisor ambiental.	Durante el cierre de construcción y en las inspecciones posteriores.	Registros fotográficos comparativos.	Recuperación progresiva de la cobertura vegetal.
Acción de respuesta: Se evaluará la necesidad de implementar acciones complementarias de restauración vegetal.								
Evitar la introducción de especies vegetales exóticas o invasoras durante las actividades de revegetación o acondicionamiento del sitio.	Construcción y operación	Prevención	Cualquier actividad de revegetación utilizará especies compatibles con las condiciones ecológicas de la región.	Presencia de especies exóticas introducidas.	Supervisor ambiental y responsable de mantenimiento.	Durante actividades de acondicionamiento y mantenimiento.	Inspecciones de campo.	Conservación de la composición vegetal característica de la región.
Acción de respuesta: Se ordenará el retiro de las especies identificadas y su sustitución por vegetación adecuada.								

TABLA 70 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL PARA EL COMPONENTE FAUNA SILVESTRE

FAUNA SILVESTRE								
Medida de prevención, mitigación o control	**Etapa**	**Clasificación**	**Forma de realización**	**Indicador**	**Responsable**	**Periodo de ejecución y vigilancia**	**Medio de verificación**	**Resultado esperado**
Realizar recorridos previos al inicio de las actividades de desmonte para detectar la presencia de fauna silvestre.	Preparación del sitio	Prevención	Antes de iniciar la remoción de vegetación se efectuarán inspecciones visuales en el área de trabajo para identificar ejemplares que pudieran resultar afectados.	Número de ejemplares observados o resguardados.	Supervisor ambiental y residente de obra.	Previo al inicio del desmonte.	Bitácoras de inspección y memoria fotográfica.	Minimizar afectaciones directas a la fauna presente en el sitio.
Acción de respuesta: Suspender temporalmente las actividades en el área específica y permitir el desplazamiento natural o la reubicación controlada del organismo hacia zonas seguras.								
Restringir las actividades de desmonte y limpieza exclusivamente al área autorizada.	Preparación del sitio	Prevención	Se delimitará físicamente la superficie de trabajo para evitar afectaciones innecesarias a hábitats adyacentes.	Superficie intervenida respecto a la superficie autorizada.	Contratista y supervisor ambiental.	Durante la preparación del sitio.	Inspecciones de campo y memoria fotográfica.	Conservación del hábitat circundante.
Acción de respuesta: Suspensión inmediata de actividades y corrección de la delimitación del área de trabajo.								
Prohibir la captura, caza, persecución, alimentación o comercialización de fauna silvestre por parte del personal.	Todas las etapas	Prevención	La prohibición deberá informarse al personal mediante pláticas de inducción y señalización preventiva.	Número de incidentes registrados.	Contratista, supervisor ambiental y responsable de seguridad.	Durante toda la vida del Proyecto.	Registros de capacitación, bitácoras e inspecciones.	Protección de la fauna silvestre local.
Acción de respuesta: Aplicación de medidas disciplinarias y reporte inmediato al responsable ambiental de la obra.								
Mantener controlados los residuos sólidos para evitar la atracción de fauna oportunista.	Construcción y operación	Prevención	Los residuos deberán almacenarse en recipientes cerrados y retirarse periódicamente.	Presencia de residuos expuestos.	Contratista, personal operativo y supervisor ambiental.	Durante todas las etapas del Proyecto.	Bitácoras de limpieza e inspecciones.	Evitar modificaciones en el comportamiento de la fauna local.
Acción de respuesta: Recolección inmediata y reforzamiento de las medidas de manejo de residuos.								

Reducir al mínimo la generación innecesaria de ruido y tránsito fuera de las áreas autorizadas.	Construcción	Mitigación	La circulación de maquinaria y vehículos deberá realizarse únicamente por rutas previamente definidas.	Número de recorridos fuera de rutas establecidas.	Residente de obra y supervisor ambiental.	Durante toda la construcción.	Bitácoras de supervisión y recorridos de inspección.	Minimizar el desplazamiento de fauna hacia zonas más alejadas.
Acción de respuesta: Reorientación inmediata de rutas de circulación y restricción de accesos no autorizados.								
Verificar periódicamente la presencia de fauna lesionada o atrapada en excavaciones y obras civiles.	Construcción	Prevención y mitigación	Las excavaciones abiertas serán inspeccionadas regularmente para detectar organismos que pudieran quedar atrapados.	Número de organismos encontrados.	Supervisor ambiental y personal de obra.	Durante excavaciones y obras civiles.	Bitácoras de supervisión y registros fotográficos.	Evitar mortalidad accidental de fauna silvestre.
Acción de respuesta: Rescate inmediato del organismo y liberación en zonas seguras con características similares de hábitat.								
Mantener condiciones adecuadas de limpieza y orden en las áreas operativas para evitar la presencia de fauna nociva.	Operación y mantenimiento	Prevención	Se realizará limpieza periódica de instalaciones y manejo adecuado de residuos.	Evidencia de fauna oportunista asociada a residuos.	Personal operativo y supervisor ambiental.	Durante toda la operación del Proyecto.	Bitácoras de mantenimiento e inspecciones.	Evitar alteraciones en la composición faunística local.
Acción de respuesta: Implementar acciones correctivas de limpieza y reforzar los procedimientos de manejo de residuos.								
Registrar cualquier hallazgo relevante de fauna silvestre durante las actividades del Proyecto.	Todas las etapas	Monitoreo	Los avistamientos relevantes serán documentados y registrados en las bitácoras ambientales.	Número de registros faunísticos.	Supervisor ambiental.	Durante toda la ejecución y operación del Proyecto.	Bitácora ambiental y memoria fotográfica.	Seguimiento de la respuesta de la fauna ante las actividades del Proyecto.
Acción de respuesta: Evaluar la necesidad de implementar medidas complementarias de protección o manejo.								

TABLA 71 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL PARA EL COMPONENTE PAISAJE

PAISAJE								
Medida de prevención, mitigación o control	**Etapa**	**Clasificación**	**Forma de realización**	**Indicador**	**Responsable**	**Periodo de ejecución y vigilancia**	**Medio de verificación**	**Resultado esperado**
Mantener delimitadas y ordenadas las áreas de trabajo para evitar afectaciones visuales innecesarias fuera del polígono autorizado.	Preparación del sitio y construcción	Prevención	Se delimitarán las áreas de obra mediante señalización visible, restringiendo la ocupación de superficies adicionales.	Superficie intervenida respecto a la autorizada.	Residente de obra y supervisor ambiental.	Durante toda la construcción.	Inspecciones de campo y memoria fotográfica.	Mantener la alteración visual dentro del área autorizada.
Acción de respuesta: Suspender actividades en el área afectada y restablecer los límites de trabajo autorizados.								
Mantener ordenadas las áreas de almacenamiento temporal de materiales, equipos y residuos.	Construcción	Prevención y mitigación	Los materiales deberán concentrarse en áreas específicas y los residuos retirarse periódicamente.	Presencia de materiales o residuos dispersos.	Contratista y supervisor ambiental.	Durante toda la construcción.	Bitácoras de supervisión y registros fotográficos.	Reducir la percepción de deterioro visual temporal.
Acción de respuesta: Ordenamiento y limpieza inmediata del sitio de obra.								
Retirar materiales sobrantes, residuos y estructuras temporales al concluir las actividades constructivas.	Cierre de construcción	Mitigación	Al finalizar la obra se realizará limpieza general del área y retiro de instalaciones provisionales.	Superficie liberada y limpia.	Contratista y supervisor ambiental.	Al término de la construcción.	Reporte de cierre y memoria fotográfica.	Evitar la permanencia de elementos visualmente discordantes.
Acción de respuesta: Ejecución inmediata de actividades complementarias de limpieza y retiro.								
Conservar, en la medida de lo posible, la vegetación existente en áreas no ocupadas por infraestructura permanente.	Preparación del sitio y construcción	Mitigación	Se protegerán las áreas de vegetación que permanecerán fuera de la zona de construcción.	Superficie de vegetación conservada.	Residente de obra y supervisor ambiental.	Durante la construcción.	Inspecciones de campo y memoria fotográfica.	Mantener elementos naturales que contribuyan a la integración visual del Proyecto.
Acción de respuesta: Implementar medidas correctivas y reforzar la delimitación de áreas de conservación.								

Verificar que las instalaciones permanezcan en condiciones adecuadas de mantenimiento y limpieza.	Operación y mantenimiento	Prevención	Se realizarán inspecciones periódicas de estructuras, equipos, cercado perimetral y áreas verdes.	Estado físico de la infraestructura.	Personal operativo y supervisor ambiental.	Durante toda la vida útil del Proyecto.	Bitácoras de mantenimiento e inspecciones.	Conservación de una imagen ordenada y compatible con el entorno.
Acción de respuesta: Programar mantenimiento correctivo y limpieza inmediata.								
Evitar la acumulación permanente de materiales, equipos fuera de servicio o residuos en áreas visibles del predio.	Operación y mantenimiento	Prevención	Los materiales en desuso deberán retirarse oportunamente y almacenarse en sitios autorizados.	Número de materiales o equipos abandonados.	Personal operativo y supervisor ambiental.	Durante toda la operación.	Inspecciones periódicas y registros fotográficos.	Mantener la calidad visual del sitio.
Acción de respuesta: Retiro inmediato y disposición adecuada de los materiales acumulados.								
Realizar inspecciones visuales periódicas para evaluar la integración paisajística de la infraestructura.	Operación y mantenimiento	Monitoreo	Se efectuarán recorridos de observación desde puntos representativos del entorno para identificar alteraciones visuales relevantes.	Número de observaciones registradas.	Supervisor ambiental.	Anualmente o cuando se realicen modificaciones importantes.	Reportes de inspección y memoria fotográfica comparativa.	Verificar la estabilidad de las condiciones paisajísticas del área.
Acción de respuesta: Implementar acciones de mantenimiento, limpieza o acondicionamiento visual complementarias.								

TABLA 72 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL PARA EL COMPONENTE RESIDUOS

RESIDUOS								
Medida de prevención, mitigación o control	**Etapa**	**Clasificación**	**Forma de realización**	**Indicador**	**Responsable**	**Periodo de ejecución y vigilancia**	**Medio de verificación**	**Resultado esperado**
Implementar la separación de residuos conforme a su clasificación (RSU, manejo especial y peligrosos).	Preparación del sitio, construcción y operación	Prevención	Se colocarán contenedores identificados y señalizados para cada tipo de residuo generado.	Número de contenedores correctamente identificados y utilizados.	Contratista, personal operativo y supervisor ambiental.	Durante toda la ejecución y operación del Proyecto.	Bitácoras de inspección y memoria fotográfica.	Correcta segregación de residuos desde su generación.
Acción de respuesta: Recolección inmediata, reclasificación de residuos y capacitación correctiva al personal involucrado.								
Mantener los residuos almacenados temporalmente en sitios específicos y controlados.	Construcción y operación	Prevención	Los residuos deberán permanecer en áreas designadas, evitando su dispersión por viento o lluvia.	Condición del área de almacenamiento temporal.	Responsable de obra y supervisor ambiental.	Durante toda la vida del Proyecto.	Inspecciones periódicas y registros fotográficos.	Ausencia de residuos dispersos dentro del predio.
Acción de respuesta: Limpieza inmediata del área y reubicación de los residuos al sitio autorizado.								
Retirar periódicamente los residuos sólidos urbanos generados por el personal.	Todas las etapas	Prevención	Los residuos domésticos deberán recolectarse de manera continua y enviarse al sistema municipal autorizado.	Frecuencia de recolección.	Contratista y personal operativo.	Durante toda la ejecución del Proyecto.	Bitácoras de recolección y comprobantes de disposición.	Evitar acumulación de residuos orgánicos e inorgánicos.
Acción de respuesta: Recolección extraordinaria y limpieza inmediata de las áreas afectadas.								
Manejar adecuadamente los residuos de construcción y demolición.	Construcción	Mitigación	Los materiales sobrantes serán reutilizados cuando sea posible o enviados a sitios autorizados para su disposición final.	Volumen de residuos retirados.	Contratista y supervisor ambiental.	Durante toda la construcción.	Registros de disposición y evidencia fotográfica.	Mantener el sitio libre de escombros y materiales abandonados.
Acción de respuesta: Programar retiro inmediato y reforzar los procedimientos de manejo establecidos.								
Almacenar temporalmente los residuos peligrosos en recipientes cerrados, etiquetados y protegidos.	Construcción, operación y mantenimiento	Prevención	Los residuos peligrosos deberán resguardarse en áreas impermeabilizadas y con contención secundaria.	Condiciones de almacenamiento observadas.	Responsable ambiental y supervisor ambiental.	Durante toda la generación de residuos peligrosos.	Inspecciones periódicas y registros fotográficos.	Evitar fugas o contaminación del suelo y agua subterránea.

Acción de respuesta: Sustitución inmediata de recipientes y corrección de las condiciones de almacenamiento.								
Gestionar los residuos peligrosos mediante empresas autorizadas.	Construcción, operación y mantenimiento	Mitigación	Los residuos peligrosos deberán entregarse a prestadores de servicios autorizados conforme a la legislación aplicable.	Número de manifiestos o comprobantes de entrega.	Promovente y supervisor ambiental.	Conforme se generen residuos peligrosos.	Manifiestos de entrega, facturas y registros administrativos.	Disposición final adecuada de residuos peligrosos.
Acción de respuesta: Gestionar de inmediato la contratación del servicio autorizado y regularizar el manejo correspondiente.								
Contar con material absorbente para la atención de derrames accidentales.	Construcción, operación y mantenimiento	Prevención y mitigación	Se dispondrá de kits de emergencia para atender derrames de aceites, combustibles o sustancias químicas.	Disponibilidad de material absorbente en sitio.	Contratista, personal operativo y supervisor ambiental.	Durante toda la vida útil del Proyecto.	Inspecciones de campo y registros de inventario.	Atención inmediata de contingencias ambientales.
Acción de respuesta: Reposición inmediata del material y actualización del inventario de contingencias.								
Verificar periódicamente el cumplimiento del programa de manejo de residuos.	Todas las etapas	Monitoreo	Se realizarán inspecciones periódicas para evaluar la correcta segregación, almacenamiento y disposición de residuos.	Número de incumplimientos detectados.	Supervisor ambiental.	Mensual durante construcción y semestral durante operación.	Informes de supervisión ambiental.	Cumplimiento integral de las medidas de manejo de residuos.
Acción de respuesta: Implementar medidas correctivas, capacitación adicional y seguimiento específico hasta corregir la situación.								

VII.2.6 Metodología de seguimiento y resultados

El seguimiento de las medidas ambientales propuestas se realizará desde el inicio de las actividades de preparación del sitio y continuará durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento del Proyecto. La vigilancia se llevará a cabo mediante inspecciones periódicas, recorridos de supervisión, revisión documental y registros fotográficos que permitan verificar el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y control establecidas en el presente estudio. La supervisión ambiental tendrá como finalidad:

- Verificar la correcta aplicación de las medidas ambientales establecidas para cada componente ambiental.
- Detectar oportunamente desviaciones, incumplimientos o impactos no previstos durante el desarrollo de las actividades.
- Evaluar la eficacia de las medidas implementadas y determinar la necesidad de acciones correctivas o complementarias.
- Mantener evidencia documental del cumplimiento ambiental mediante bitácoras, reportes de supervisión, registros fotográficos y demás documentación de respaldo.

La evaluación se realizará mediante indicadores de cumplimiento y de eficacia. Los indicadores de cumplimiento permitirán verificar la ejecución de las medidas ambientales propuestas, mientras que los indicadores de eficacia permitirán determinar si dichas medidas cumplen con el objetivo de prevenir, reducir o controlar los impactos identificados.

Los resultados obtenidos durante la ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental serán analizados periódicamente con el propósito de evaluar la efectividad de las medidas de prevención, mitigación y control aplicadas a los distintos componentes ambientales. Cuando se detecten incumplimientos, desviaciones respecto a los procedimientos establecidos o impactos ambientales no previstos, el Supervisor Ambiental propondrá e implementará las acciones correctivas necesarias para restablecer las condiciones de control ambiental previstas para el Proyecto.

La información generada mediante las actividades de vigilancia permitirá retroalimentar continuamente el Programa de Vigilancia Ambiental, actualizar los procedimientos de seguimiento, fortalecer las medidas de manejo ambiental y mejorar la capacidad de respuesta ante situaciones imprevistas. Asimismo, los procedimientos de seguimiento podrán ajustarse cuando las condiciones de operación del Proyecto o los resultados obtenidos durante la vigilancia ambiental así lo requieran, siempre que dichos ajustes contribuyan a mejorar el desempeño ambiental y la efectividad de las medidas implementadas.

Los registros derivados de la supervisión constituirán evidencia documental del cumplimiento de las obligaciones ambientales aplicables durante las distintas etapas del Proyecto. De esta manera, la retroalimentación continua del Programa de Vigilancia Ambiental permitirá verificar la eficacia de las medidas implementadas y contribuirá al mantenimiento de un desempeño ambiental adecuado durante toda la vida útil del Proyecto.

VII.3 Conclusiones

Derivado de la caracterización ambiental, la evaluación de impactos ambientales, el análisis de los impactos residuales y la aplicación de las medidas de prevención, mitigación, control y vigilancia ambiental propuestas, se concluye lo siguiente:

- ✓ El presente estudio se elaboró con el propósito de evaluar la viabilidad ambiental del Proyecto de construcción y operación de una subestación eléctrica, identificando los posibles impactos sobre los componentes físicos, biológicos, paisajísticos y socioeconómicos presentes en el área de estudio, así como las medidas necesarias para prevenir, mitigar y controlar las afectaciones ambientales derivadas de su ejecución.

- ✓ El área destinada al Proyecto se localiza dentro de la **Unidad Ambiental Biofísica 137 "Karst y Lomeríos de Campeche**", caracterizada por la presencia de terrenos calcáreos, relieve de lomeríos bajos y vegetación secundaria derivada de selvas tropicales estacionalmente secas, en un entorno que ha sido influenciado históricamente por actividades antropogénicas y el desarrollo de infraestructura regional.

- ✓ La vegetación presente corresponde principalmente a **Vegetación Secundaria Arbórea derivada de Selva Mediana Caducifolia (VSA/SMC)**, desarrollada sobre terrenos kársticos con distintos grados de regeneración natural. Las observaciones realizadas indican que se trata de comunidades secundarias sujetas previamente a procesos de perturbación, sin que se identificaran comunidades vegetales primarias o ecosistemas de alta fragilidad ecológica dentro del área de ocupación del Proyecto.

- ✓ Durante los recorridos de campo y la revisión de información disponible no se registraron especies de flora o fauna incluidas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni se identificaron hábitats críticos, sitios de reproducción, anidación o refugio permanente que limiten el desarrollo del Proyecto.

- ✓ El sistema ambiental evaluado no presenta cuerpos de agua superficiales permanentes, humedales, manglares, ecosistemas costeros, Áreas Naturales Protegidas ni otros elementos ambientales que impongan restricciones absolutas para la instalación de la infraestructura proyectada.

- ✓ Los componentes ambientales con mayor sensibilidad corresponden al suelo, la vegetación secundaria, el paisaje y particularmente al sistema hidrogeológico regional, debido a la elevada permeabilidad característica del acuífero kárstico de la Península de Yucatán. No obstante, el Proyecto no contempla actividades que impliquen extracción intensiva de agua, alteración significativa de los patrones hidrológicos ni descargas directas al subsuelo.

- ✓ La evaluación de impactos ambientales permitió identificar que las principales afectaciones se relacionan con la remoción de vegetación secundaria arbórea, la modificación superficial del suelo, la alteración temporal del hábitat para la fauna silvestre, los riesgos potenciales de contaminación del acuífero y los cambios en la calidad visual del paisaje.

- ✓ El análisis efectuado mediante la matriz de impactos y la valoración de importancia ambiental arrojó un valor acumulado de importancia de **-330**, indicando el predominio de impactos adversos inherentes a las etapas constructivas. Sin embargo, dichos impactos fueron clasificados principalmente como **irrelevantes** y **moderados**, sin identificarse impactos negativos severos o críticos que comprometan la estabilidad o funcionalidad del sistema ambiental.

- ✓ Los impactos de mayor relevancia corresponden a la remoción de vegetación secundaria arbórea, la alteración temporal del hábitat de la fauna, la compactación y modificación superficial del suelo, el riesgo potencial de afectación al acuífero kárstico y la modificación permanente del paisaje por la incorporación de infraestructura eléctrica.

- ✓ Los impactos residuales se concentran principalmente en la pérdida permanente de cobertura vegetal secundaria dentro del área de ocupación del Proyecto y en la modificación visual del paisaje derivada de la presencia de estructuras, equipos y obras civiles. No obstante, estas afectaciones se presentan sobre un entorno previamente influenciado por infraestructura y actividades humanas, por lo que no modifican de manera significativa la dinámica ecológica regional.

- ✓ La aplicación de las medidas de prevención, mitigación, control y vigilancia ambiental propuestas permitirá reducir la magnitud de los impactos identificados, particularmente aquellos relacionados con la protección del suelo, el manejo adecuado de residuos, la prevención de contaminación al acuífero, la protección de la fauna silvestre y el control de emisiones de polvo y ruido durante la construcción.

- ✓ El Programa de Vigilancia Ambiental permitirá verificar el cumplimiento de las medidas ambientales propuestas, detectar oportunamente desviaciones o impactos no previstos y establecer acciones correctivas cuando resulte necesario, garantizando la adecuada gestión ambiental del Proyecto durante todas sus etapas.

- ✓ Desde el punto de vista socioeconómico, el Proyecto contribuirá a la generación de empleos temporales durante la construcción, al incremento de la demanda de bienes y servicios locales y al fortalecimiento de la infraestructura energética regional.

- ✓ Los impactos positivos de mayor relevancia corresponden al fortalecimiento de la red eléctrica regional y al incremento en la confiabilidad y continuidad del suministro eléctrico, ambos clasificados como impactos **severos positivos** debido a su permanencia, alcance regional y contribución al desarrollo económico y social de la zona de influencia.

- ✓ La operación de la subestación eléctrica permitirá mejorar las condiciones de suministro de energía para la población y las actividades productivas de la región, contribuyendo al fortalecimiento de la infraestructura estratégica necesaria para el desarrollo presente y futuro del municipio de Seybaplaya y áreas circundantes.

- ✓ Considerando las características ambientales del sitio, la naturaleza de los impactos identificados, la eficacia esperada de las medidas de manejo ambiental propuestas y los beneficios asociados a la operación de la infraestructura eléctrica, se concluye que el balance ambiental del Proyecto es favorable y que su ejecución resulta ambientalmente **viable**.

VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

En el presente capítulo se incluyen los términos técnicos empleados en los capítulos y anexos que conforman la Manifestación de Impacto Ambiental Particular (MIA-P), asimismo se enlistan las referencias bibliográficas y páginas web que sustentan la información contenida en el presente estudio, dando cumplimiento de esta forma a lo establecido en el artículo 12, fracción VIII del REIA.

VIII.1 Formatos de presentación

VIII.1.1 Fotografías

FIGURA 33 VISTAS REPRESENTATIVAS DEL ÁREA DEL PROYECTO.



Se observa vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana caducifolia (VSA/SMC), con predominio de estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo disperso, presencia de afloramientos rocosos superficiales y pérdida parcial de follaje asociada a la época de estiaje. Las imágenes muestran las condiciones generales de cobertura vegetal y el grado de perturbación existente en el sitio de estudio.

VIII.1.2 Glosario de términos

Área agropecuaria: Terreno que se utiliza para la producción agrícola o la cría de ganado, el cual ha perdido la vegetación original por las propias actividades antropogénicas.

Acuífero kárstico: Formación geológica subterránea constituida principalmente por rocas calizas altamente permeables, capaz de almacenar y transmitir agua subterránea mediante fracturas, conductos y cavidades naturales.

Área de influencia: Espacio geográfico dentro del cual pueden manifestarse los efectos ambientales directos e indirectos derivados de la construcción, operación y mantenimiento de un Proyecto

Área industrial, de equipamiento urbano o de servicios: Terreno urbano o aledaño a un área urbana, donde se asientan un conjunto de inmuebles, instalaciones, construcciones y mobiliario utilizado para prestar a la población los servicios urbanos y desarrollar las actividades económicas.

Área de maniobras: Área que se utiliza para el prearmado, montaje y vestidura de estructuras de soporte cuyas dimensiones están en función del tipo de estructura a utilizar.

Área rural: Zona con núcleos de población frecuentemente dispersos menores a 5,000 habitantes. Generalmente, en estas áreas predominan las actividades agropecuarias.

Área urbana: Zona caracterizada por presentar asentamientos humanos concentrados de más de 15,000 habitantes. En estas áreas se asientan la administración pública, el comercio organizado y la industria y presenta alguno de los siguientes servicios: drenaje, energía eléctrica y red de agua potable.

Beneficioso o perjudicial: Positivo o negativo.

Biodiversidad: Es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

Brecha de maniobras y patrullaje: Franja de terreno ubicada sobre el eje central del derecho de vía a lo largo de la trayectoria de la línea de transmisión o subtransmisión eléctrica, que se utiliza para transportar al personal, los materiales y el equipo necesarios para los trabajos de construcción y para la vigilancia y mantenimiento de la línea durante su operación.

Conservación: Conjunto de acciones orientadas a mantener la estructura, composición y funcionamiento de los ecosistemas y sus recursos naturales.

Componente ambiental: Elemento del medio físico, biológico, paisajístico o socioeconómico susceptible de experimentar modificaciones como consecuencia de la ejecución de un Proyecto.

Componentes ambientales críticos: Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

Componentes ambientales relevantes: Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones Proyecto-ambiente previstas.

Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un des equilibrio ecológico.

Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesiones del ecosistema.

Derecho de vía: Es la franja de terreno que se ubica a lo largo de cada línea aérea, cuyo eje longitudinal coincide con el trazo topográfico de la línea. Su dimensión transversal varía de acuerdo con el tipo de estructuras, con la magnitud y el desplazamiento lateral de la flecha y con la tensión eléctrica de operación.

Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambienta les en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Duración: El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

Efecto: Forma de manifestación de un impacto sobre un factor ambiental, pudiendo ser directo cuando existe una relación inmediata causa-efecto o indirecto cuando se produce a través de procesos intermedios.

Extensión: Área o superficie sobre la cual se manifiestan los efectos de un impacto ambiental.

Especies de difícil regeneración: Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

Fauna silvestre: Conjunto de especies animales que habitan libremente en ecosistemas naturales o modificados, sin depender directamente del ser humano para su subsistencia.

Fragilidad ambiental: Susceptibilidad de un sistema ambiental para experimentar alteraciones como consecuencia de factores naturales o actividades antropogénicas.

Hidrología superficial: Componente ambiental relacionado con la presencia, circulación y comportamiento de las aguas superficiales dentro de una cuenca o región determinada.

Hidrología subterránea: Componente ambiental relacionado con el almacenamiento, circulación y calidad del agua presente en el subsuelo.

Intensidad: Grado de alteración que experimenta un factor ambiental como consecuencia de una acción determinada.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de me didas de mitigación.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Impacto compatible o irrelevante: Impacto ambiental cuya magnitud es reducida y cuyos efectos pueden ser absorbidos por el medio sin producir alteraciones significativas en la estructura o funcionamiento del sistema ambiental.

Impacto moderado: Impacto ambiental cuya recuperación requiere cierto tiempo o la aplicación de medidas de manejo ambiental, sin comprometer la estabilidad general del sistema.

Impacto severo: Impacto ambiental que produce alteraciones importantes sobre uno o varios componentes ambientales y cuya recuperación requiere medidas específicas de mitigación o restauración.

Impacto crítico: Impacto ambiental cuya magnitud supera la capacidad de recuperación del medio y puede ocasionar daños significativos o permanentes sobre los componentes ambientales afectados.

Importancia del impacto: Valoración integral de un impacto ambiental obtenida mediante la combinación de diversos atributos, tales como intensidad, extensión, persistencia, efecto, periodicidad, reversibilidad y recuperabilidad.

Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

Línea de transmisión: Es aquella que conduce la energía eléctrica con tensiones de 161 (ciento sesenta y uno) kV o mayores.

Magnitud: Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

Medidas de compensación: Conjunto de acciones que tienen como fin el compensar el deterioro ambiental ocasionado por los impactos ambientales asociados a un Proyecto, ayudando así a restablecer las condiciones ambientales que existían antes de la realización de las actividades del Proyecto.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambienta les existentes antes de la perturbación que se causará con la realización de un Proyecto en cualquiera de sus etapas.

Naturaleza del impacto: Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Paisaje: Expresión visual integrada de los elementos naturales y antrópicos presentes en un territorio determinado.

Persistencia: Tiempo durante el cual permanecen los efectos de un impacto ambiental una vez producidos.

Recuperabilidad: Capacidad de un componente ambiental para restablecer sus condiciones originales mediante la aplicación de medidas correctivas o de restauración.

Residuos de manejo especial: Residuos generados en procesos productivos o actividades de construcción que, por sus características, requieren manejo específico conforme a la legislación aplicable.

Residuos peligrosos: Residuos que poseen características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, y que representan un riesgo para el ambiente o la salud.

Reversibilidad: Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Sistema ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el Proyecto.

Superficie total: Suma de la superficie por tramo (longitud del tramo por el ancho del derecho de vía).

Superficie por tramo: Es el resultado de multiplicar la longitud del tramo por el ancho del derecho de vía.

Subestación eléctrica: Instalación destinada a transformar, regular, distribuir o interconectar energía eléctrica mediante equipos especializados como transformadores, interruptores, barras conductoras y sistemas de protección.
Urgencia de aplicación de medidas de mitigación: Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.

Valoración de impactos ambientales: Proceso mediante el cual se determina la importancia o significancia de los impactos identificados a partir de criterios previamente establecidos.

Vegetación natural: Conjunto de elementos arbóreos, arbustivos y herbáceos presen tes en el área por afectar por las obras de infraestructura eléctrica y sus asociadas.

Vegetación secundaria: Comunidad vegetal que se desarrolla después de la alteración parcial o total de la vegetación original, como resultado de procesos naturales de sucesión ecológica o actividades humanas.

Vegetación Secundaria Arbórea derivada de Selva Mediana Caducifolia (VSA/SMC): Comunidad vegetal compuesta principalmente por especies arbóreas en proceso de regeneración, originada a partir de la alteración de la selva mediana caducifolia original.

VIII.1.3 Referencias Bibliográficas

- Arizmendi, M. C., & Márquez Valdelamar, L. (1998). Áreas de importancia para la conservación de las aves en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Arriaga, L., Vázquez-Domínguez, E., González-Cano, J., Jiménez, R., Muñoz, E., & Aguilar, V. (Coords.). (1998). Regiones marinas prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Breña Puyol, A. F. (2006). Principios y fundamentos de la hidrología superficial. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (s.f.). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (s.f.). Ley de Aguas Nacionales. Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAN.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (s.f.). Ley del Sector Eléctrico. Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LSE.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (s.f.). Ley General de Cambio Climático. Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (s.f.). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (s.f.). Ley General de Vida Silvestre. Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGVS.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (s.f.). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (s.f.). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (s.f.). Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LAN_250814.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (s.f.). Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGDFS.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (s.f.). Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGVS.pdf

- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (s.f.). Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf

- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (s.f.). Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MPCCA_311014.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (s.f.). Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.pdf
- Ceballos, G., & Oliva, G. (Coords.). (2005). Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; Fondo de Cultura Económica.
- Comisión Federal de Electricidad. (2009). Diseño para caminos de acceso a subestaciones (Manual CFE 10100-68). Comisión Federal de Electricidad.
- Comisión Federal de Electricidad. (2013). Diseño de subestaciones de distribución (Manual CFE DCCSED01). Comisión Federal de Electricidad.
- Comisión Federal de Electricidad. (2014). Diseño de subestaciones eléctricas de distribución en bajo perfil y encapsuladas en SF6 (Manual CFE DCDSEBPE). Comisión Federal de Electricidad.
- Comisión Federal de Electricidad. (s.f.). Especificaciones para la construcción de subestaciones de transmisión. Comisión Federal de Electricidad.
- Comisión Federal de Electricidad. (s.f.). Subestaciones. Gobierno de México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/926069/Subestaciones.pdf
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2000). Estrategia nacional sobre biodiversidad de México. CONABIO; SEMARNAT.
- Conesa Fernández-Vítora, V. (2010). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental (4.ª ed.). Ediciones Mundi-Prensa.
- Dellavedova, M. G. (2016). Guía metodológica para la elaboración de una evaluación de impacto ambiental. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Arquitectura y Urbanismo
- Escalante-Pliego, P., Sada, A. M., & Robles-Gil, J. (1996). Listado de nombres comunes de las aves de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; Sierra Madre.
- Espinoza, G. (2001). Fundamentos de evaluación de impacto ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo; Centro de Estudios para el Desarrollo.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2006). Base referencial mundial del recurso suelo: Un marco conceptual para clasificación, correlación y comunicación internacional. FAO.
- García, E. (2004). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (5.ª ed.). Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.

- Geocomunes. (2020). Alumbrar las contradicciones del Sistema Eléctrico Mexicano y de la transición energética: Preguntas clave para entenderlos y construir otros modelos energéticos. Fundación Rosa Luxemburgo. http://geocomunes.org/Visualizadores/SistemaElectricoMexico/

- Gómez Orea, D., & Gómez Villarino, M. T. (2003). Evaluación de impacto ambiental: Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. Mundi-Prensa.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2001). Carta topográfica, escala 1:50,000. Hoja Seybaplaya. INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2005). Guía para la interpretación de cartografía de uso potencial del suelo. INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2008). Características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México. INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2021). Censo de Población y Vivienda 2020. INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2024). Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación, escala 1:250,000, Serie VII. INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2024). Conjunto de datos vectoriales edafológicos, escala 1:250,000. INEGI.
- Leopold, L. B., Clarke, F. E., Hanshaw, B. B., & Balsley, J. R. (1971). A procedure for evaluating environmental impact (Geological Survey Circular 645). U.S. Geological Survey.
- López Blanco, J., & Señor, T. (1997). Modificación del método de criterios relevantes integrados para la evaluación de impactos ambientales. En Resúmenes de conferencias del IV Congreso Interamericano sobre el Medio Ambiente. Universidad Simón Bolívar.
- Rzedowski, J. (2006). Vegetación de México (1.ª ed. digital). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2000). N-CTR-CAR-1-01-010/00: Terraplenes reforzados. Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. (2020). Programa Territorial Operativo de Seybaplaya. SEDATU. https://mimexicolate.gob.mx/wp-content/uploads/2020/09/02_Sedatu_PTO_Seybaplaya.pdf
- Secretaría de Energía. (2022). Programa para el Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2022–2036. Gobierno de México. https://www.gob.mx/sener/articulos/programa-para-el-desarrollo-del-sistema-electrico-nacional-304042
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2002). Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector eléctrico. Modalidad particular. SEMARNAT.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2012). Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2012). Acuerdo por el que se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y se da a conocer la parte regional del propio programa. Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2010). NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental–Especies nativas de México de flora y fauna silvestres–Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio–Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación.

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2019). Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2022). NOM-001-SEMARNAT-2021, Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación. Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. (1998). NOM-002-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. (1998). NOM-003-SEMARNAT-1997, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público. Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2006). NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2013). NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo. Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (1995). NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2013). Acuerdo por el que se modifica el numeral 5.4 de la NOM-081-SEMARNAT-1994. Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (s.f.). Guía para la elaboración de manifestaciones de impacto ambiental. Modalidad particular. SEMARNAT.
- Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2020). Caracterización de subestaciones eléctricas: Región central. Grupo de Investigación ORCA; Semillero de Investigación Barión.
- Universidad Nacional Autónoma de México, & Comisión Federal de Electricidad. (s.f.). Manual del participante: Construcción de la obra civil de subestaciones eléctricas de potencia. UNAM; CFE.

Páginas web consultadas

- Asociación Mexicana de Energía Solar. (2022). Centrales solares ASOLMEX. https://asolmex.org/centrales-solares/
- Centro Nacional de Prevención de Desastres. (s.f.). Atlas Nacional de Riesgos. https://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (s.f.). Áreas Naturales Protegidas de México. https://www.gob.mx/conanp
- Comisión Nacional del Agua. (s.f.). Normales climatológicas por estado: Campeche. Servicio Meteorológico Nacional. https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/normales-climatologicas-por-estado?estado=camp
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (s.f.). Regiones hidrológicas prioritarias de México. https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/regiones-hidrologicas-prioritarias-de-mexico
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (s.f.). Regiones marinas prioritarias de México. https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/regiones-marinas-prioritarias-de-mexico
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (s.f.). Regiones terrestres prioritarias de México. https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/regiones-terrestres-prioritarias-de-mexico
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (s.f.). Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. https://www.snib.mx/
- Comisión Reguladora de Energía. (2022). Tabla de permisos de generación e importación de energía eléctrica administrados al 30 de septiembre de 2022. https://www.cre.gob.mx/Permisos/index.html
- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. (s.f.). Apéndices CITES. https://cites.org/esp/app/index.php
- Dirección General de Vida Silvestre. (s.f.). Vida silvestre. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. https://www.gob.mx/semarnat
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (s.f.). Mapa Digital de México. https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (s.f.). Mapa Digital de México V6.0. http://gaia.inegi.org.mx/
- Municipio de Seybaplaya. (2025). Gaceta Municipal de Seybaplaya, Tomo III. https://municipioseybaplaya.gob.mx/wp-content/uploads/2025/10/Gaceta-Marzo-Seybaplaya-2025-Tomo-III.pdf
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (s.f.). Bitácora Ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/bitacora-ambiental-golfo-de-mexico-y-mar-caribe

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (s.f.). Gaceta Ecológica. http://sinat.semarnat.gob.mx/Gaceta/aniosgaceta
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (s.f.). Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental. https://servicios.semarnat.gob.mx/sigeia-web/#/sigeia/0
- Secretaría de Protección Civil. (s.f.). Atlas climatológico de ciclones tropicales en México. http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/Resource/375/1/images/acctm.pdf

VIII.1.4 Otros Anexos

Anexo I. Documentación Legal

1. INE del Apoderado Legal
2. CURP del Apoderado Legal
3. Acta constitutiva de la Sociedad Cementos Cruz Azul No. 64,574
4. Escrituras del predio No. 60,384
5. Constancia de situación fiscal de la Sociedad Cementos Cruz Azul

Anexo II. Estudios técnicos

1. Estudio Geohidrológico del Proyecto
2. Estudio de Mecánica de suelos del Proyecto

Anexo lll. Planos del Proyecto

1. Plano_Barda_perimetral
2. Plano_Barda_perimetral_cimentacion
3. Plano_Barda_perimetral_columnas_trabes
4. Plano_Barda_perimetral_descarga_pluvial
5. Plano_Barda_perimetral_estructuras
6. Plano_Barda_perimetral_porton_acceso
7. Plano_Barda_perimetral_señalizaciones
8. Plano_Caseta_control_AireAcondicionado
9. Plano_Caseta_control_Alumbrado
10. Plano_Caseta_control_arquitectonico_acabados
11. Plano_Caseta_control_arquitectonico_acotaciones
12. Plano_Caseta_control_arquitectonico_cortes
13. Plano_Caseta_control_arquitectonico_detalles
14. Plano_Caseta_control_arquitectonico_planta
15. Plano_Caseta_control_arquitectonico_puertas_ventanas
16. Plano_Caseta_control_cimentacion_detalles
17. Plano_Caseta_control_cimentacion_planta
18. Plano_Caseta_control_cortes_detalles
19. Plano_Caseta_control_estructura_detalles
20. Plano_Caseta_control_estructura_fachadas
21. Plano_Caseta_Control_Pisos_terminados
22. Plano_Caseta_control_planta
23. Plano_Caseta_vigilancia_Arquitectonico
24. Plano_Caseta_vigilancia_estructura_cimentacion

25. Plano_Caseta_vigilancia_hidrosanitaria
26. Plano_cimentaciones_estructuras_mayores
27. Plano_cimentaciones_mayores
28. Plano_Diagrama_Unifilar
29. Plano_Disposición_equipos_cortes
30. Plano_Disposición_equipos_planta
31. Plano_Estructuras_mayores_columnas
32. Plano_Estructuras_mayores_detalles
33. Plano_Estructuras_mayores_trabes
34. Plano_instalacion_hidraulica
35. Plano_Instalación_sanitaria
36. Plano_Pisos_terminados
37. Plano_pisos_terminados_cortes_detalles
38. Plano_Planta_Alumbrado_exterior
39. Plano_Planta_Diesel_Arquitectonico
40. Plano_Planta_Diesel_cimentacion
41. Plano_Planta_Diesel_estructura
42. Plano_Terracerias
43. Plano_Topografico_curvas_nivel

Anexo IV. Programas técnicos

1. Programa de Rescate, Ahuyentamiento y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre
2. Programa de Reforestación y Revegetación de Áreas Verdes.
3. Programa de Capacitación Ambiental

Anexo V. Fichas técnicas de los equipos principales

Anexo IV. Hojas de Datos de Seguridad (HDS) de sustancias químicas.

- Diésel.
- Gasolina.
- SF_6.
- Aceites dieléctricos.

ANEXO I

DOCUMENTACION LEGAL DEL PROMOVENTE

ANEXO II

ESTUDIOS TÉCNICOS DEL PROYECTO

ANEXO III

PLANOS DEL PROYECTO

ANEXO IV

PROGRAMAS TÉCNICOS

ANEXO V

FICHAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS PRINCIPALES

ANEXO IV

HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD (HDS) DE SUSTANCIAS QUÍMICAS.