INDICE GENERAL

Contenido

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 12

I.1 Proyecto 12

I.1.1 Nombre del proyecto 12

I.1.2 Ubicación del proyecto 12

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto 12

I.1.4 Presentación de la documentación legal: 12

I.2 Promovente 12

1.2.1 Nombre o razón social 12

1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente: 12

1.2.3 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones: 13

I.3 Responsable del estudio de impacto ambiental 13

1.3.1 Nombre o Razón Social 13

I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 15

II.1 Información general del proyecto 15

II.1.1 Naturaleza del proyecto 15

II.1.2 Selección del sitio 18

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización 23

II.1.4. Inversión Requerida 31

II.1.5 Dimensiones del proyecto 33

II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias 37

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 45

II.1.7.1. Servicios requeridos durante la preparación y operación del proyecto 46

II.1.7.2. Abastecimiento de agua 46

II.1.7.3. Energía eléctrica 46

II.1.7.4. Servicios sanitarios 47

II.1.7.5. Combustibles y lubricantes 47

II.1.7.6. Manejo de residuos sólidos urbanos 47

CONSULTA PÚBLICA

II.1.7.7. Manejo de residuos de manejo especial y residuos peligrosos 48
II.1.7.8. Telefonía y comunicación 48
II.1.7.9. Infraestructura temporal de apoyo 48
II.1.7.10. Requerimientos de infraestructura durante las diferentes etapas del proyecto 49
II.2 Características particulares del proyecto 50
II.2.1 Programa General de Trabajo 55
II.2.2 Preparación del sitio 57
II.2.3. Etapa de construcción. 64
II.2.4. Construcción de obras asociadas o provisionales 64
II.2.5. Etapa de operación y mantenimiento 67
II.2.6. Requerimientos 69
II.2.7. Etapa de Abandono del sitio 71
II.2.7.1. Programa de abandono, rehabilitación y restauración del sitio. 71
II.2.7.2. Programa de estabilización, nivelación y restauración de taludes 79
II.2.8. Utilización de explosivos 87
II.2.9. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmosfera 88
II.2.10. Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos 100
II.2.11. Otras fuentes de daños 105
III.VINCULACION CON LAS NORMAS Y REGULACIONES SOBRE USO DEL SUELO. 110
III.1 ORDENAMIENTO ECOLÓGICO 110
III.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT). 110
III.1.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del municipio de Calakmul. 123
III.2 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS, REGIONES PRIORITARIAS Y ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN. 135
III.3 VINCULACIÓN CON LAS POLÍTICAS E INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN DEL DESARROLLO EN LA REGIÓN 144
III.3.1. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2025-2030 144
III.3.2 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DE CAMPECHE 2024-2027 146
III.3.3 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO 147

CONSULTA PÚBLICA

III.4. ANÁLISIS DE INSTRUMENTOS NORMATIVOS. 149
III.4.1. LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE. 149
III.4.2. REGLAMENTO DE LA LGEEPA. 152
III.4.3 PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (PROMARNAT) 2025-2030. 153
III.4.6. LEY DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE CAMPECHE. 155
III.4.7. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS) 160
III.4.8. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE 161
III.4.9. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE 162
III.4.10. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS 163
III.4.11. LEY FEDERAL DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL 164
III.5. NORMAS OFICICALES MEXICANAS 168
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 177
IV.1. Inventario Ambiental 177
IV.2. Delimitación del área de estudio. 179
IV.3. Caracterización y análisis del sistema ambiental y el área de influencia 182
VI.3.1. Delimitación del Sistema Ambiental 182
IV.3.2. Delimitación del Área de Influencia 184
VI.3.3. Ubicación del proyecto respecto al Sistema Ambiental y al Área de Influencia 187
VI.3.4. Análisis integral de los componentes ambientales 187
IV.3.5. Aspectos abióticos 188
a. Clima 188
b. Geología y geomorfología 194
c. Edafología 201
d. Geohidrología e hidrología superficial y subterránea. 205
IV.3.6. Aspectos bióticos 215

CONSULTA PÚBLICA

a. Vegetación. 215
1. Caracterización de la fauna silvestre 233
2. Metodología de muestreo 233
3. Resultados del inventario faunístico 236
4. Posibles afectaciones del proyecto sobre la fauna 244
IV.3.7. Paisaje 245
IV.3.8. Medio socioeconómico. 249
IV.3.9. Diagnostico ambiental 256
V.IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 271
V.1. Metodología para identificar los impactos ambientales. 271
V.1.1. Indicadores de impacto ambiental 271
V.1.2. identificación de impactos ambientales (Matriz de Leopold) 273
V.1.3. Descripción de impactos ambientales 278
V.2. Evaluación de los impactos ambientales para el proyecto 282
V.2.1. Criterios de evaluación de impactos ambientales 282
V.2.1.1. Metodología para la evaluación de impactos ambientales 283
VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales 293
VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental. 293
VI.1.2. Aplicación de los programas ambientales 307
VI.1.3. Verificación de la eficacia de las medidas 309
VI.2. Impactos residuales 310
VI.2.1. Identificación y descripción de los impactos residuales por componente ambiental 311
VI.2.2. Análisis de los principales impactos residuales 315
VI.2.3. Efectos residuales asociados con las medidas de mitigación 318
VI.2.4. Alcance espacial y temporal de los impactos residuales 319
VI.2.5. Conclusión sobre los impactos residuales 320
VII. Pronósticos ambientales y en su caso, evaluación de alternativas. 323
VII.1. Pronostico del escenario. 323
VII.1.1. Pronóstico del escenario sin proyecto 324
VII.1.2. Pronóstico del escenario con proyecto 326

CONSULTA PÚBLICA

VII.1.3. Pronóstico del escenario con aplicación de medidas preventivas, de mitigación y compensación 330

VII.1.4. Pronóstico del escenario sin aplicación de medidas preventivas, de mitigación y compensación 333

VII.1.5. Comparación de los escenarios ambientales 335

VII.2. Evaluación de alternativas 337

VII.2.1. Alternativa de no ejecución del proyecto 337

VII.2.2. Alternativa de extracción por etapas 337

VII.2.3. Alternativa de extracción sin aplicación de medidas ambientales 338

VII.2.4. Alternativa de aprovechamiento del material fuera de especificación comercial 338

VII.2.5. Integración de la alternativa ambiental propuesta 339

VII.3. Conclusión del pronóstico ambiental 339

VII.6. Programa de vigilancia 341

VII.6.1. Introducción 341

VII.6.2. Objetivos 342

VII.6.3. Alcance y ámbito de aplicación 343

VII.6.4. Organización y responsables del programa 344

VII.6.5. Levantamiento, almacenamiento y manejo de la información ambiental 345

VII.6.6. Indicadores generales del Programa de Vigilancia Ambiental 346

VII.6.7. Medidas de vigilancia y seguimiento por impacto ambiental identificado 347

VII.6.8. Seguimiento específico de los siete programas ambientales 352

VII.6.9. Metodología para la interpretación de resultados 355

VII.6.10. Procedimientos de corrección y retroalimentación 356

VII.6.11. Indicadores de éxito y resultados esperados 358

VII.6.12. Cronograma de ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental 359

VII.6.13. Informes y documentación de cumplimiento 361

VII.6.14. Evaluación de la eficacia y mejora continua 362

VII.6.15. Conclusión 363

VII.7. Conclusiones 364

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES 371

CONSULTA PÚBLICA

VIII.1.1. Planos definitivos y cartografía temática 372
VIII.1.2. Listas de flora y fauna 374
VIII.2. OTROS ANEXOS 376
VIII.2.1. Documentación legal y administrativa 376
VIII.2.2. Información cartográfica y fuentes oficiales 376
VIII.2.3. Memorias de cálculo y bases de datos 377
VIII.2.4. Instrumentos metodológicos para la identificación y evaluación de impactos 378
VIII.2.5. Documentación de las medidas ambientales y del Programa de Vigilancia Ambiental 379
VIII.2.6. Bibliografía y referencias técnicas 379
VIII.3. GLOSARIO DE TÉRMINOS 380
ANEXOS 382

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ubicación administrativa 23
Tabla 2. Coordenadas de la superficie total del predio 28
Tabla 3. Coordenadas de la Etapa 1 de aprovechamiento 29
Tabla 4. Coordenadas de la Etapa 2 del aprovechamiento 29
Tabla 5. Coordenadas de la Franja de amortiguamiento 30
Tabla 6. Coordenadas de las obras complementarias 31
Tabla 7. Inversión requerida anual 32
Tabla 8. Relación de superficies con respecto al proyecto 33
Tabla 9. Distribución de la superficie con respecto al tipo de cobertura vegetal 34
Tabla 10. Extracción programada 36
Tabla 11. Programa general de extracción 36
Tabla 12. Distribución de áreas 39
Tabla 13. Programa de aprovechamiento 51
Tabla 14. Requerimiento de personal en las diferentes etapas del proyecto 69
Tabla 15. Requerimiento de combustible en las diferentes etapas del proyecto 70
Tabla 16. Maquinaria utilizada en el proyecto 70
Tabla 17. Medidas de rehabilitación, restitución, compensación y restauración 76
Tabla 18. Programa tentativo para las actividades de abandono y restauración 77
Tabla 19. Programa de estabilización de taludes 85
Tabla 20. Indicadores de cumplimiento del programa de estabilización de taludes 86
Tabla 21. Valores de referencia estimados para la intensidad y duración estimada de ruido 93
Tabla 22. Resumen de residuos y emisiones por etapa 96

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 23. Estimación de residuos generados por el proyecto 97
Tabla 24. Infraestructura y servicios considerados para el manejo de residuos 102
Tabla 25. Principales escenarios accidentales..... 105
Tabla 26. Características de la unidad biofísica 110
Tabla 27. Estrategias y vinculación con respecto al POEGT 115
Tabla 28. Características de la UGA 124
Tabla 29. Criterio ecológico particular 126
Tabla 30. Criterio Ecológico Particular 156
Tabla 31. Normas oficiales mexicanas aplicables al proyecto 168
Tabla 32. Coordenadas del SA..... 183
Tabla 33. Coordenadas del Área de influencia..... 186
Tabla 34. Características de referencia de la estación meteorológica 190
Tabla 35. Parámetros morfométricos de la subcuenca RH31Aa, Río Noahabin. 206
Tabla 36. disponibilidad de agua subterránea del acuífero Península de Yucatán..... 211
Tabla 37. Evolución cartográfica del uso del suelo y la vegetación en el sitio del proyecto 215
Tabla 38. Distribución de las superficies del proyecto y caracterización preliminar de la vegetación 222
Tabla 39. Listado florístico de la Etapa 1..... 224
Tabla 40. Listado florístico de la Etapa 2 y zona de amortiguamiento 228
Tabla 41. Resumen de la composición florística registrada en las etapas del proyecto..... 230
Tabla 42. Características de la campaña de muestreo faunístico..... 234
Tabla 43. Resumen de la fauna registrada durante los recorridos 236
Tabla 44. Anfibios registrados en el área del proyecto..... 237
Tabla 45. Aves registradas en el área del proyecto 238
Tabla 46. Mamíferos registrados durante el muestreo 239
Tabla 47. Reptiles registrados en el área del proyecto..... 240
Tabla 48. Indicadores demográficos del área de referencia. 250
Tabla 49. Efectos socioeconómicos favorables potenciales del proyecto 254
Tabla 50. Distribución de las superficies del proyecto..... 261
Tabla 51. Base de datos de fauna 262
Tabla 52. Condiciones de sensibilidad ambiental 265
Tabla 53. Árbol de acciones o Lista de verificación por etapa del Proyecto y las respectivas actividades del Proyecto. 272
Tabla 54. Árbol de factores o indicadores ambientales propensos a ser afectados por la implementación del proyecto 272
Tabla 55. Matriz de Leopold..... 274
Tabla 56. Impacto por factor ambiental 276
Tabla 57. Importancia del impacto (Conesa, 1997) I= (3IN + 2EX+ MO + PE+ RV +SI+ AC+EF+PR+MC)..... 284
Tabla 58. Valores de importancia del impacto..... 285
Tabla 59. Impactos aire 285
Tabla 60. Impactos suelo..... 286

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 61. Impactos agua 287
Tabla 62. Impactos flora 288
Tabla 63. Impactos fauna 289
Tabla 64. Impactos paisaje 289
Tabla 65. Impactos socioeconómicos 290
Tabla 66. Valores de impactos 291
Tabla 67. Medidas de prevención, mitigación y corrección por componente ambiental 294
Tabla 68. Impactos residuales previstos después de la aplicación de las medidas ambientales. .. 311
Tabla 69. Efectos adicionales poteciales derivados de la aplicación de las medidas ambientales. 318
Tabla 70. Comparación de los escenarios ambientales 335
Tabla 71. Distribución de responsabilidades del PVA 344
Tabla 72. Indicadores y su forma de determinación y cumplimiento del PVA 346
Tabla 73. Programa de vigilancia y seguimiento ambiental por componente 347
Tabla 74. Seguimiento de los programas ambientales específicos 352
Tabla 75. Criterios para activar acciones correctivas 357
Tabla 76. Indicadores de éxito y resultados esperados 358
Tabla 77. Diagrama de Gantt para el Programa de vigilancia ambiental 360

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Uso de suelo y vegetación Serie VI, en donde el sitio del proyecto aparece como Agricultura Temporal Anual (TA) 16
Fig. 2. Uso de suelo y vegetación Serie VII, en donde el sitio del proyecto comprende dos usos de suelo, pastizal cultivado y Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia 17
Fig. 3. Impactos previos dentro del polígono destinado para la Etapa 1 17
Fig. 4. Macro localización del sitio del proyecto 25
Fig. 5. Micro localización del sitio del proyecto 26
Fig. 6. Distribución de las áreas del proyecto (Etapa 1, Etapa 2 y Franja de amortiguamiento) 27
Fig. 7. Ubicación de las obras complementarías 28
Fig. 8. Uso de suelo y vegetación Serie VI con respecto al sitio del proyecto 38
Fig. 9. Uso de suelo y vegetación Serie VII con respecto al sitio del proyecto y sus etapas 39
Fig. 10. Uso de suelo y vegetación Serie VII de la Etapa 1 40
Fig. 11. Uso de suelo y vegetación Serie VII de la Etapa 2 41
Fig. 12. Camino existente que será rehabilitado 59
Fig. 13. Ubicación del proyecto con respecto al POEGT 111
Fig. 14. Ubicación del proyecto con respecto al POET de Hopelchén 123
Fig. 15. Ubicación del proyecto con respecto a las ANP's 135
Fig. 16. Ubicación del proyecto con respecto a las RTP 137
Fig. 17. Ubicación del proyecto con respecto a las AICAS 141
Fig. 18. Sistema Ambiental 183
Fig. 19. Ubicación del Área de Influencia 185
Fig. 20. Clima en el sitio del proyecto 189
Fig. 21. Provincias fisiográficas 199

CONSULTA PÚBLICA

Fig. 22. Subprovincias fisiográficas 199
Fig. 23. Fallas geológicas 200
Fig. 24. DEM del sitio del proyecto 200
Fig. 25. Edafología en el sitio del proyecto 205
Fig. 26. Cuenca hidrología referenciada al proyecto 213
Fig. 27. Ubicación del proyecto con respecto al coeficiente de escurrimiento 214
Fig. 28. Uso de suelo y vegetación en las series IV y V conforme al SIGEIA 217
Fig. 29. Uso de suelo y vegetación de la Serie VI. Agricultura temporal anual conforme al SIGEIA 218
Fig. 30. Uso de suelo y vegetación Serie VII Pastizal cultivado y VSA/SMQ conforme al SIGEIA 219
Fig. 31. Uso de suelo y vegetación de acuerdo con la Serie VII 221
Fig. 32. Uso de suelo y vegetación en la Etapa 1 del proyecto, la cual corresponde a Pastizal cultivado 223
Fig. 33. Uso de suelo y vegetación Serie VII en la Etapa 2 y franja de amortiguamiento 226
Fig. 34. Recorridos de campo para el avistamiento de aves 235
Fig. 35. Ubicación de los transectos y puntos de monitoreo 235
Fig. 36. Galeria fotográfica 243

CONSULTA PÚBLICA

PRESENTACIÓN

El presente estudio de impacto ambiental corresponde al proyecto **“Aprovechamiento de Banco de Yeso Ukum”**, promovido por Mangle Soluciones Ambientales S.A.S. de C.V. El proyecto contempla el aprovechamiento de yeso durante un periodo estimado de cinco años: cuatro años para las actividades de extracción, organizadas en dos etapas de dos años cada una, y un año destinado principalmente a las actividades de cierre, reforestación y ejecución y seguimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental.

Este estudio tiene como propósito describir las características generales del proyecto y su área de influencia, identificar y valorar los posibles efectos sobre el ambiente y establecer las medidas que correspondan para prevenir, mitigar, restaurar o compensar dichos efectos. La información y los alcances específicos deberán integrarse conforme a las características definitivas del proyecto y a los requerimientos de la autoridad ambiental competente

ESTUDIO ELABORADO POR

_____

[redacted]

CONSULTA PÚBLICA

CONSULTA PÚBLICA

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

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

I.1 Proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto

“Aprovechamiento de Banco de Yeso Ukum”

I.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto se ubica con acceso en camino blanco de terracería ubicado aproximadamente a 500 metros de la Carretera Estatal Dzilbalchén – Ukum a la altura del kilómetro 36.3

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

Se estima una vida útil total de **cinco años** para el proyecto *“Aprovechamiento de Banco de Yeso Ukum”*. Durante los primeros cuatro años se realizará el aprovechamiento de yeso, dividido en dos etapas: la Etapa 1 se desarrollará durante los dos primeros años y la Etapa 2, durante los dos años siguientes.

El quinto año se destinará principalmente a la ejecución y seguimiento de las actividades de cierre, reforestación y demás medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental establecidas para el proyecto. Estas acciones podrán comenzar de manera progresiva durante las etapas de aprovechamiento, de acuerdo con el avance de las áreas intervenidas y con lo que se establezca en el programa correspondiente.

La duración efectiva del aprovechamiento y de las actividades de restauración dependerá del cumplimiento de las autorizaciones aplicables, del avance de las labores y de los resultados del seguimiento ambienta

I.1.4 Presentación de la documentación legal:

La documentación legal del promovente se presenta en el apartado Anexos

I.2 Promovente

1.2.1 Nombre o razón social

[redacted]

1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente:

[redacted]

CONSULTA PÚBLICA

1.2.3 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones:

[redacted]

I.3 Responsable del estudio de impacto ambiental

1.3.1 Nombre o Razón Social

[redacted]

CONSULTA PÚBLICA

CONSULTA PÚBLICA

CAPITULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto, consiste en el aprovechamiento de un yacimiento de material geológico constituido principalmente por yeso, mediante actividades de preparación del sitio, extracción, manejo, trituración, acarreos y transporte del material aprovechable, así como las actividades de mantenimiento y abandono y restauración del sitio una vez concluidas las actividades de aprovechamiento.

El proyecto se desarrollará de manera progresiva en dos etapas de aprovechamiento, dentro de un predio con una superficie total de **44,105.11 m².** Para la ejecución del proyecto se contempla una primera etapa con una superficie de **10,467.01 m²** y una segunda etapa con una superficie de **21,339.64 m².** Adicionalmente, se establece una franja de amortiguamiento con una superficie de **12,298.45 m²,** la cual funcionará como área de transición y protección entre las superficies destinadas al aprovechamiento y las áreas circundantes, contribuyendo a reducir los posibles efectos ambientales derivados de las actividades del proyecto.

El acceso al proyecto se realizará mediante un camino blanco de terracería, ubicado aproximadamente a 500 metros de la Carretera Estatal Dzilbalchén–Ukum, a la altura del kilómetro 36.3. Como parte de las actividades iniciales se contempla la rehabilitación del camino de acceso, procurando que las obras de mejoramiento se limiten a las condiciones necesarias para garantizar el ingreso y tránsito de la maquinaria, equipo y vehículos requeridos para el desarrollo de las actividades autorizadas.

La naturaleza del proyecto corresponde a una actividad extractiva de carácter minero, cuyo objetivo es el aprovechamiento racional de un recurso mineral no metálico, específicamente yeso, mediante la extracción progresiva del material identificado dentro de los polígonos de aprovechamiento. El volumen total de material que se pretende aprovechar durante la vida útil considerada para el proyecto será de **465,124.80 m³,** distribuido de la siguiente manera: **155,041.60 m³** correspondientes a la primera etapa y **310,083.20 m³** correspondientes a la segunda etapa.

CONSULTA PÚBLICA

La distribución espacial de estas superficies responde a un esquema de aprovechamiento progresivo, mediante el cual se pretende concentrar las actividades extractivas en áreas previamente definidas, evitando una intervención indiscriminada de la totalidad del predio y manteniendo una zona de amortiguamiento que permita establecer una transición entre las áreas de aprovechamiento y el entorno inmediato.

De acuerdo con la información disponible en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) y las capas de Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), se identifican cambios históricos en la cobertura y uso del suelo dentro del área del proyecto.

Con base en la Serie VI de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI, correspondiente al año 2017, el sitio del proyecto se encuentra representado principalmente como “Agricultura de temporal anual (TA)”. Por su parte, la Serie VII de Uso de Suelo y Vegetación, correspondiente al año 2018, presenta una diferenciación dentro del área proyectada, identificando el polígono correspondiente a la primera etapa como “Pastizal cultivado”, mientras que el polígono destinado a la segunda etapa se encuentra representado como “Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia”.

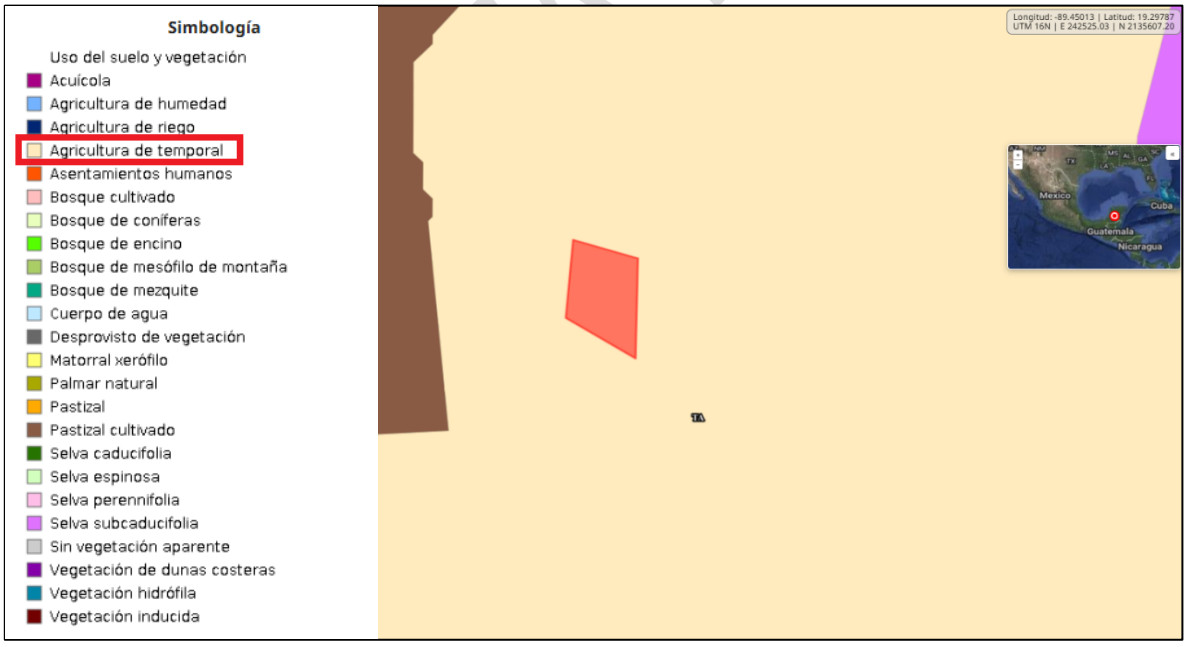


Fig. 1. Uso de suelo y vegetación Serie VI, en donde el sitio del proyecto aparece como Agricultura Temporal Anual (TA)

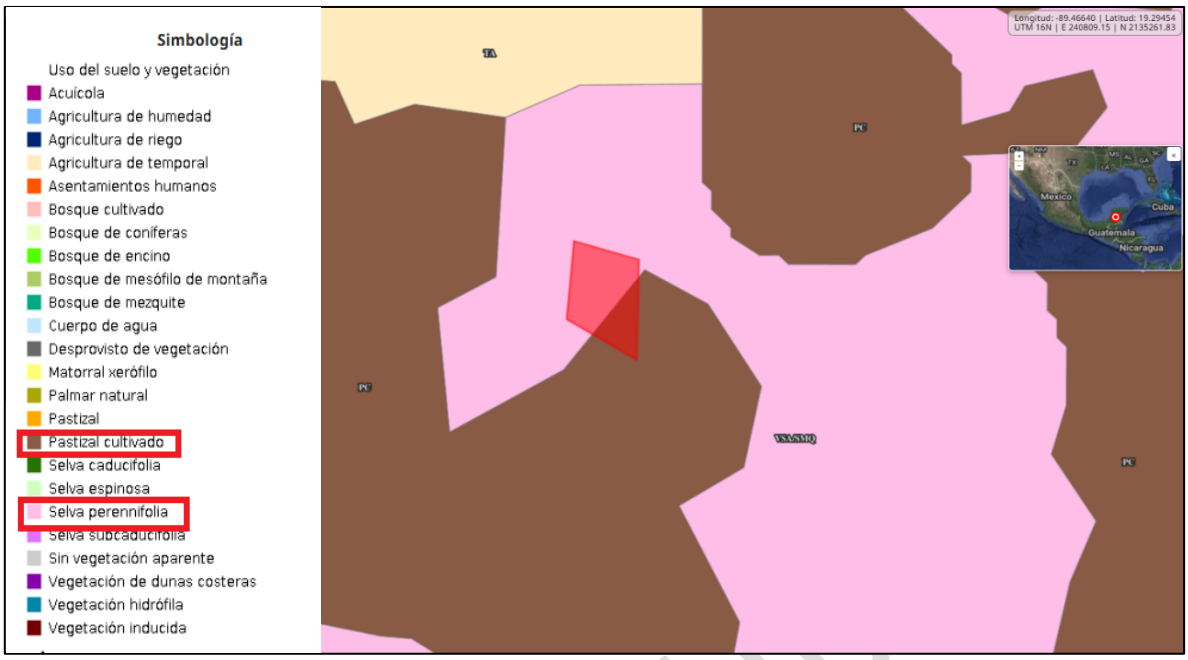


Fig. 2. Uso de suelo y vegetación Serie VII, en donde el sitio del proyecto comprende dos usos de suelo, pastizal cultivado y Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia

Estas diferencias entre las capas cartográficas permiten reconocer que el territorio ha presentado modificaciones en su cobertura y uso del suelo a lo largo del tiempo. Asimismo, se cuenta con el antecedente de que, durante el año 2015, parte del polígono actualmente considerado para la primera etapa ya había sido objeto de actividades de explotación, situación que constituye un antecedente de intervención previa dentro de dicha superficie.



Fig. 3. Impactos previos dentro del polígono destinado para la Etapa 1

En este sentido, el proyecto no se plantea sobre un área que haya permanecido de manera permanente e inalterada, sino dentro de un espacio en el que se identifican antecedentes de transformación de la cobertura vegetal y cambios en el uso del suelo, particularmente asociados a actividades agropecuarias y, en una parte del área, a actividades previas de aprovechamiento.

No obstante, lo anterior, la existencia de antecedentes de intervención no implica que las superficies con cobertura vegetal actual carezcan de importancia ambiental. Por esta razón, previo al inicio de las actividades de aprovechamiento se contempla la ejecución de medidas específicas de prevención, mitigación y manejo ambiental, así como la delimitación física de las superficies autorizadas para evitar afectaciones fuera de los polígonos de intervención.

II.1.2 Selección del sitio

La selección del sitio para el desarrollo del proyecto, estuvo determinada principalmente por la presencia de un yacimiento de yeso con características adecuadas para su aprovechamiento, constituyendo la disponibilidad del recurso mineral el principal criterio técnico y económico para establecer la ubicación del proyecto.

El predio seleccionado presenta una superficie total de 44,105.11 m² y se localiza con acceso mediante un camino blanco de terracería que se encuentra aproximadamente a 500 metros de la Carretera Estatal Dzilbalchén–Ukum, a la altura del kilómetro 36.3. Esta condición representa una ventaja para el desarrollo de las actividades de extracción, debido a que permite establecer una conexión con la infraestructura vial existente sin requerir la apertura de una nueva vía de comunicación de gran longitud.

La delimitación espacial del predio fue revisada a partir del polígono georreferenciado proporcionado para el proyecto, cuya superficie calculada a partir de sus vértices es de aproximadamente 44,105.11 m². El polígono presenta una configuración compacta y continua, condición que facilita la planeación y delimitación de las áreas destinadas al aprovechamiento.

CONSULTA PÚBLICA

Criterios técnicos

El criterio técnico fundamental para la selección del sitio fue la existencia del depósito de yeso susceptible de aprovechamiento. Al tratarse de un proyecto de extracción de un recurso mineral, la localización del yacimiento constituye un factor determinante, debido a que el recurso no puede ser trasladado a un sitio alternativo para realizar su extracción.

Como parte de los estudios realizados para la caracterización del sitio se cuenta con un estudio estratigráfico, mediante el cual se efectuó la caracterización de las condiciones físicas y estratigráficas del terreno y se obtuvo información que sustenta la presencia y condiciones del material de interés.

Otro criterio técnico considerado corresponde a la accesibilidad del predio. El sitio cuenta con comunicación mediante un camino de terracería existente que conecta con la Carretera Estatal Dzilbalchén–Ukum, aproximadamente a 500 metros del punto de conexión referido, por lo que las actividades de preparación y operación pueden desarrollarse aprovechando la infraestructura vial existente.

Asimismo, el proyecto fue planteado mediante un esquema de aprovechamiento progresivo, evitando considerar la totalidad del predio como superficie de extracción simultánea. Para tal efecto, se definieron dos etapas de aprovechamiento:

- Primera etapa: 10,467.01 m².
- Segunda etapa: 21,339.64 m².
- Franja de amortiguamiento: 12,298.45 m².

La superficie destinada directamente al aprovechamiento representa 31,806.65 m², (72.11%) mientras que 12,298.45 m² (27.88%) permanecerán como franja de amortiguamiento. Esta distribución permite concentrar las actividades extractivas en áreas previamente delimitadas y establecer una zona de transición respecto de las áreas circundantes.

Criterios ambientales

Para la selección y configuración del sitio se consideraron las condiciones actuales y los antecedentes de transformación del terreno.

Un antecedente relevante es que parte de la superficie que actualmente se contempla para la primera etapa ya había sido objeto de actividades de explotación durante el año 2015. Dichas actividades fueron realizadas por un tercero y no por el actual promovente. Por lo tanto, el antecedente de aprovechamiento previo forma

CONSULTA PÚBLICA

parte de la historia de transformación del sitio y constituye un elemento que fue considerado durante la planeación del proyecto.

Asimismo, la información de Uso de Suelo y Vegetación disponible en SIGEIA y en las capas de INEGI permite reconocer cambios en la cobertura y uso del suelo registrados para el área. La Serie VI de INEGI, correspondiente a 2017, identifica el área como Agricultura de temporal anual (TA), mientras que la Serie VII, correspondiente a 2018, diferencia las condiciones de cobertura dentro del área proyectada, identificando la superficie de la primera etapa como Pastizal cultivado y la correspondiente a la segunda etapa como Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.

Estos antecedentes fueron considerados para establecer un esquema de intervención por etapas y para definir una franja de amortiguamiento dentro del propio predio.

En particular, la existencia de vegetación secundaria arbórea en el polígono correspondiente a la segunda etapa será considerada dentro de las actividades de preparación del sitio, mediante la aplicación de medidas de manejo ambiental, incluyendo la delimitación de las superficies autorizadas, el rescate de flora y fauna y las acciones de prevención y mitigación correspondientes.

De esta manera, la selección del sitio no se fundamenta únicamente en la disponibilidad del recurso mineral, sino que el diseño del proyecto incorpora criterios destinados a controlar espacialmente la superficie que será intervenida y a reducir la extensión de los efectos asociados a las actividades extractivas.

Criterios de accesibilidad y logística

Otro factor considerado para la selección del sitio fue su accesibilidad. El predio se encuentra comunicado mediante un camino blanco de terracería ubicado aproximadamente a 500 metros de la Carretera Estatal Dzilbalchén–Ukum, a la altura del kilómetro 36.3.

La existencia de este acceso permite establecer una ruta de entrada y salida para maquinaria, equipo y vehículos destinados al desarrollo de las actividades del proyecto. Como parte de la preparación del sitio se contempla la rehabilitación del camino de acceso, sin plantear la construcción de una nueva vía de comunicación de gran longitud.

La ubicación del predio también permite establecer una logística de operación basada en el traslado del material aprovechado hacia su destino mediante vehículos de transporte, utilizando el acceso existente y la infraestructura carretera estatal.

CONSULTA PÚBLICA

Criterios relacionados con infraestructura y servicios

El sitio fue seleccionado considerando que las actividades proyectadas corresponden principalmente al aprovechamiento de un recurso mineral y no a un proyecto que requiera infraestructura urbana permanente.

Actualmente el predio no cuenta con servicios de energía eléctrica, agua potable, drenaje u otros servicios urbanos. Esta condición no constituye una limitante determinante para el proyecto, debido a que las necesidades de operación serán atendidas mediante infraestructura y servicios temporales o auxiliares.

Para el desarrollo de las actividades se contempla la instalación de campers, un área de sombra, letrinas portátiles y recipientes para el almacenamiento temporal de residuos sólidos urbanos. El suministro de agua y los requerimientos operativos que no puedan ser atendidos mediante infraestructura existente serán cubiertos mediante medios apropiados para las actividades del proyecto.

Por lo anterior, no se contempla la necesidad de desarrollar infraestructura urbana permanente para hacer posible la operación del banco.

Criterios hidrológicos

Como parte de la selección del sitio se consideró la presencia de cuerpos y corrientes de agua superficiales en el entorno inmediato del área de proyecto. De acuerdo con la información disponible y el reconocimiento realizado para la integración del proyecto, no se identificaron cuerpos de agua superficiales cercanos que condicionen directamente la ubicación de las áreas destinadas al aprovechamiento.

Esta condición permite establecer las áreas de extracción sin que se contemple la ocupación directa de un cuerpo de agua superficial como parte de las obras o actividades proyectadas.

Consideración de alternativas de sitio

No se consideraron sitios alternativos para trasladar la actividad extractiva, debido a que la selección del sitio está directamente condicionada por la localización del yacimiento de yeso.

A diferencia de proyectos cuya infraestructura puede instalarse en diferentes terrenos, en el caso de un banco de material mineral la ubicación del recurso constituye el elemento determinante para establecer el sitio de aprovechamiento. En consecuencia, trasladar la actividad a un terreno distinto implicaría

CONSULTA PÚBLICA

necesariamente disponer de un yacimiento de características similares que, además, pudiera ser técnica y legalmente aprovechable.

Por esta razón, la estrategia de planeación del proyecto se orientó a optimizar el aprovechamiento del recurso existente dentro del predio seleccionado, delimitando las superficies de extracción, estableciendo dos etapas de aprovechamiento y conservando una franja de amortiguamiento de 12,298.45 m².

Conclusión de la selección del sitio

Con base en los criterios técnicos, ambientales, de accesibilidad, propiedad y disponibilidad del recurso, se determinó que el sitio seleccionado presenta las condiciones necesarias para desarrollar el proyecto.

El factor determinante de la selección corresponde a la existencia del yacimiento de yeso susceptible de aprovechamiento, respaldada por los estudios técnicos realizados en el sitio, entre ellos el estudio estratigráfico. A este factor se suman la existencia de un acceso vial previamente establecido, los antecedentes de transformación del terreno y la posibilidad de realizar el aprovechamiento de manera progresiva y espacialmente delimitada.

La configuración propuesta considera una superficie total de 44,105.11 m², de la cual 31,806.65 m² serán destinados al aprovechamiento distribuido en dos etapas y 12,298.45 m² serán destinados a una franja de amortiguamiento. Esta distribución permite evitar la intervención simultánea de la totalidad del predio y facilita la implementación de medidas de prevención, mitigación, manejo y restauración ambiental.

Por lo anterior, la selección del sitio responde principalmente a la disponibilidad del recurso mineral y a las condiciones técnicas que permiten su aprovechamiento, incorporando al mismo tiempo criterios de manejo ambiental orientados a limitar y controlar la superficie de intervención y a favorecer la recuperación de las áreas una vez concluidas las actividades extractivas.

CONSULTA PÚBLICA

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

El proyecto denominado se localiza en el Estado de Campeche, dentro del municipio de Hopelchén, en las inmediaciones de la localidad de Ukum.

De acuerdo con la división territorial del Estado de Campeche, la localidad de Ukum forma parte del municipio de Hopelchén y constituye la cabecera de la Sección Municipal de Ukum. Dentro de esta sección municipal se encuentran diversas localidades y comunidades de la región.

Para efectos del presente estudio, la ubicación administrativa del proyecto se establece de la siguiente manera:

Tabla 1. Ubicación administrativa

Concepto	Ubicación
Estado	Campeche
Municipio	Hopelchén
Localidad	Ukum
Superficie total del predio	44,105.11 m²
Superficie de la Etapa 1	10,467.01 m²
Superficie de la Etapa 2	21,339.64 m²
Franja de amortiguamiento	12,298.45 m²

El proyecto se encuentra asociado al corredor vial que comunica la localidad de Dzibalchén con Ukum. La red vial regional de esta zona incluye la carretera estatal que comunica Dzibalchén con las localidades ubicadas hacia el sur del municipio de Hopelchén, constituyendo una de las vías de comunicación relevantes para la conexión de las localidades rurales de esta región.

El predio donde se pretende desarrollar el proyecto presenta una superficie total de 44,105.11 m² y se encuentra delimitado mediante un polígono georreferenciado.

Dentro del predio se han establecido tres superficies principales para efectos de la planeación del proyecto:

- Polígono correspondiente a la primera etapa: 10,467.01 m².
- Polígono correspondiente a la segunda etapa: 21,339.64 m².
- Franja de amortiguamiento: 12,298.45 m².

CONSULTA PÚBLICA

La superficie destinada directamente a las actividades de aprovechamiento comprende 31,806.65 m², mientras que la superficie restante se mantendrá como franja de amortiguamiento.

La ubicación y delimitación precisa del predio se presenta en los planos de localización y en el archivo geográfico digital correspondiente, donde se representan los límites del predio, las etapas de aprovechamiento, la franja de amortiguamiento y las vías de acceso.

El acceso al proyecto se realiza a partir de la Carretera Estatal Dzilbalchén–Ukum, aproximadamente a la altura del kilómetro 36.3. Desde esta carretera se toma un camino blanco de terracería existente, con una longitud aproximada de 500 metros hasta alcanzar el predio donde se desarrollará el proyecto.

El camino de terracería constituye el acceso inmediato al área del proyecto y será utilizado para el ingreso y salida de la maquinaria, equipo y vehículos requeridos durante las diferentes etapas del aprovechamiento.

Como parte de las actividades de preparación del sitio se contempla la rehabilitación del camino de acceso, con la finalidad de mantener condiciones adecuadas para el tránsito de los vehículos y equipos que participarán en las actividades de preparación, extracción, acarreo y transporte del material.

La rehabilitación se realizará sobre el acceso existente, evitando, en la medida de lo posible, la apertura de nuevos caminos y la generación de superficies adicionales de afectación.

Durante la etapa de operación, el mismo acceso será utilizado para el traslado de maquinaria y equipo hacia el banco, así como para el movimiento y transporte del material de yeso extraído.

Como parte de la documentación técnica del proyecto se integrarán los planos de localización correspondientes, los cuales permitirán identificar la posición geográfica del predio.

CONSULTA PÚBLICA

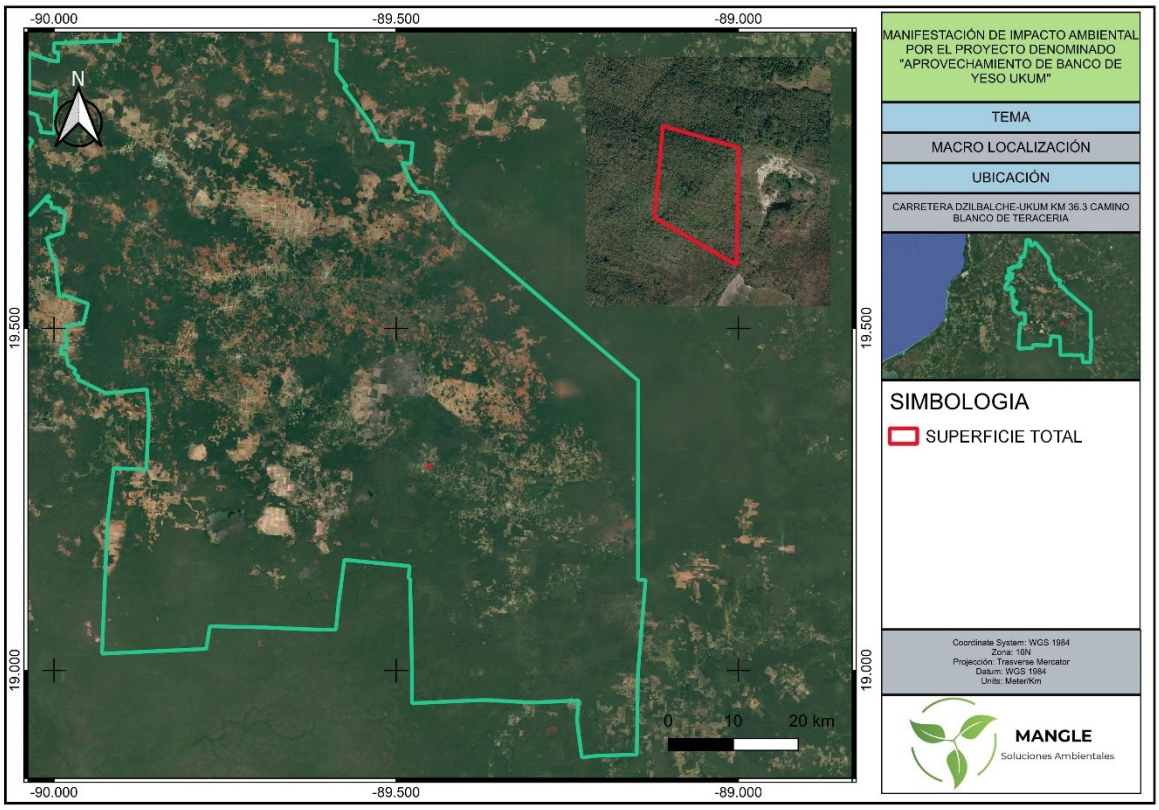


Fig. 4. Macro localización del sitio del proyecto

CONSULTA

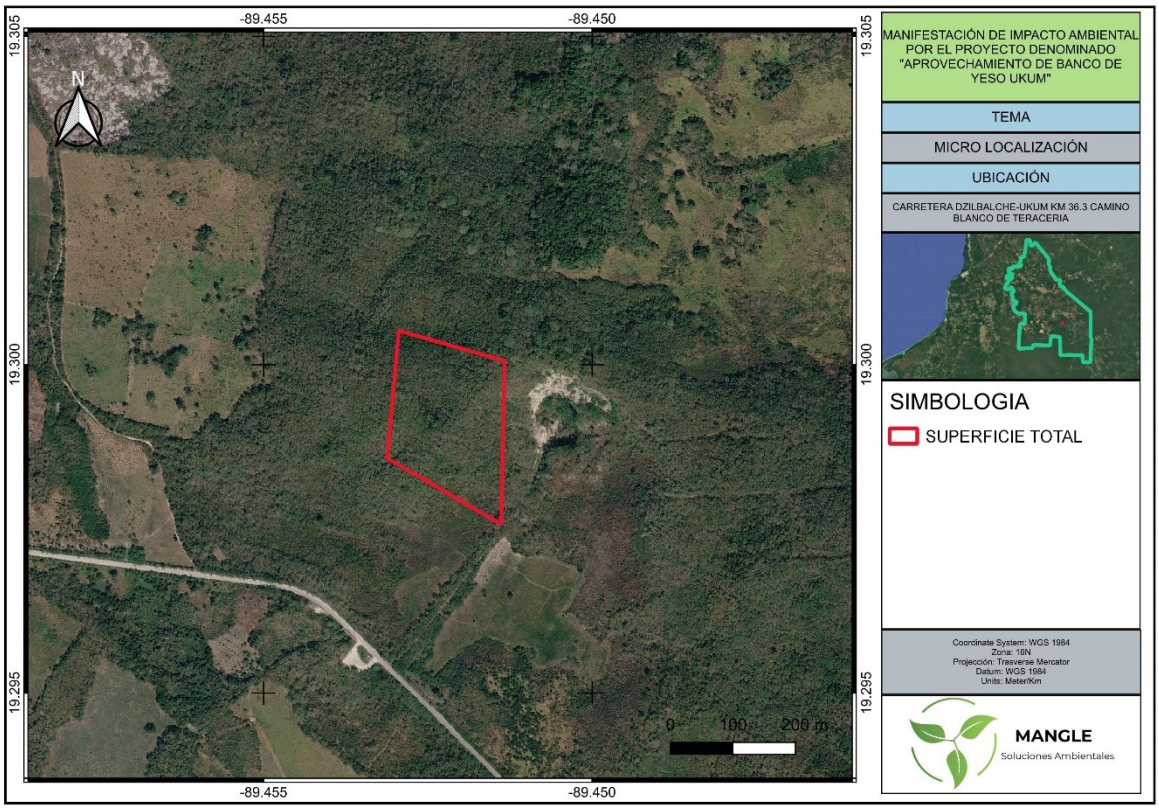


Fig. 5. Micro localización del sitio del proyecto

CONSULTA

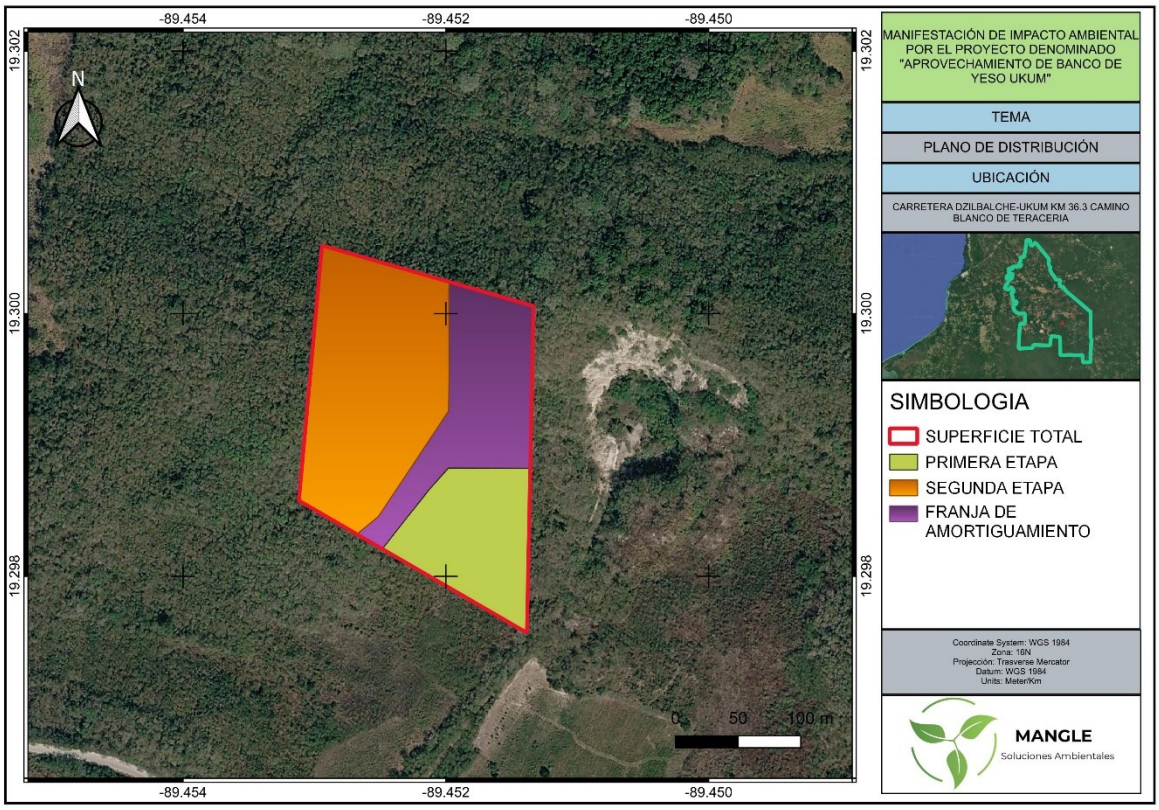


Fig. 6. Distribución de las áreas del proyecto (Etapa 1, Etapa 2 y Franja de amortiguamiento)

CONSULTA

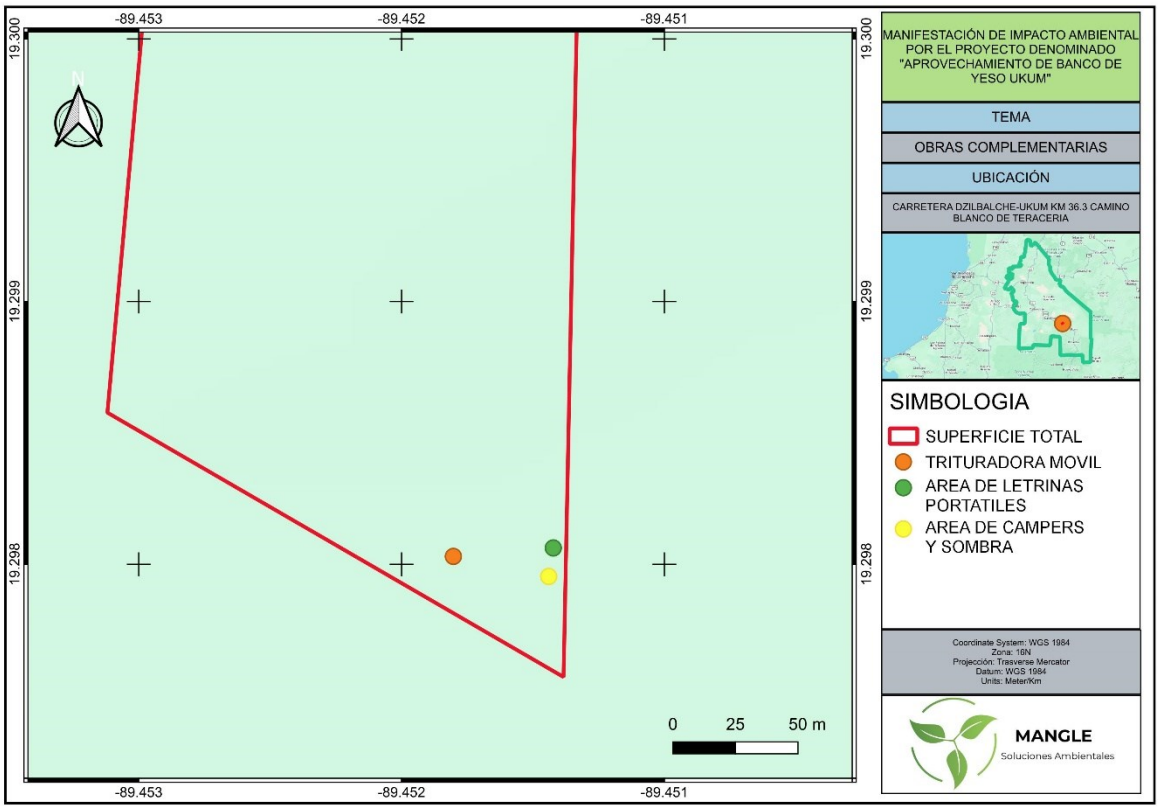


Fig. 7. Ubicación de las obras complementarías

Tabla 2. Coordenadas de la superficie total del predio

COORDENADAS SUPERFICIE TOTAL			
Vértice	**Coordenadas UTM**		**Superficie**
	X	**Y**	
1	242392.881	2135575.224	44,105.11 m²
2	242402.0668	2135850.627	
3	242233.5481	2135904.049	
4	242212.0166	2135689.223	

CONSULTA

Tabla 3. Coordenadas de la Etapa 1 de aprovechamiento

COORDENADAS DEL BANCO 1ERA ETAPA			
Vértice	Coordenadas UTM		Superficie
	X	Y	
1	242310.4624	2135689.18	10,467.01 m²
2	242298.1867	2135673.534	
3	242278.2687	2135647.577	
4	242316.1	2135623.686	
5	242393.4209	2135575.274	
6	242394.8852	2135618.604	
7	242398.1959	2135713.707	
8	242332.1184	2135714.938	
9	242316.4149	2135697.005	

Tabla 4. Coordenadas de la Etapa 2 del aprovechamiento

COORDENADAS DEL BANCO 2DA ETAPA			
Vértice	Coordenadas UTM		Superficie
	X	Y	
1	242275.5102	2135675.005	21,339.64 m²
2	242295.212	2135705.202	
3	242332.7787	2135762.948	
4	242333.6643	2135791.842	
5	242334.4297	2135864.225	
6	242334.9674	2135871.709	
7	242300.6165	2135882.697	
8	242258.6626	2135896.504	
9	242234.0518	2135904.136	
10	242229.5295	2135853.521	
11	242226.018	2135819.625	
12	242219.4801	2135757.383	
13	242213.8132	2135698.193	
14	242212.6959	2135689.128	
15	242258.058	2135660.26	

CONSULTA PUBLICA

Tabla 5. Coordenadas de la Franja de amortiguamiento

COORDENADAS DE LA FRANJA DE AMORTIGUAMIENTO			
Vértice	**Coordenadas UTM**		**Superficie**
	X	**Y**	
1	242295.0729	2135668.801	12,298.45 m²
2	242309.286	2135688.166	
3	242331.7729	2135715.395	
4	242397.2641	2135714.068	
5	242399.2983	2135766.935	
6	242400.5528	2135804.866	
7	242402.3508	2135850.494	
8	242375.9876	2135858.992	
9	242342.8302	2135869.711	
10	242334.8345	2135871.837	
11	242334.6814	2135854.7	
12	242334.1906	2135825.689	
13	242333.458	2135801.195	
14	242332.6504	2135763.279	
15	242324.0608	2135749.443	
16	242309.4476	2135727.026	
17	242295.8282	2135706.608	
18	242282.8231	2135686.79	
19	242275.5514	2135675.572	
20	242258.5335	2135660.561	
21	242278.4353	2135647.738	

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 6. Coordenadas de las obras complementarias

COORDENADAS DEL AREA DE CAMPERS		
Vértice	**Coordenadas UTM**	
	X	**Y**
1	242387.00	2135618.00
COORDENADAS DEL AREA DE LETRINAS		
Vértice	**Coordenadas UTM**	
	X	**Y**
1	242389.00	2135630.00
COORDENADAS DE TRITURADORA MOVIL		
Vértice	**Coordenadas UTM**	
	X	**Y**
1	242349.00	2135627.00

II.1.4. Inversión Requerida

Para el desarrollo del proyecto se estima una inversión de aproximadamente [redacted] destinada a cubrir los gastos asociados con la preparación del sitio, operación del banco, renta de maquinaria y equipo, trituración, acarreo y transporte del material, instalación de infraestructura temporal, contratación de personal, mantenimiento y cumplimiento de las medidas ambientales.

Considerando que el proyecto contempla un aprovechamiento progresivo en dos etapas, el monto de inversión será ejercido de manera gradual conforme avance la operación y se habiliten las superficies correspondientes. La inversión no será ejercida necesariamente en una sola exhibición, sino de acuerdo con las necesidades operativas y el programa de trabajo del proyecto.

De manera estimativa, la inversión anual se distribuirá de la siguiente forma:

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 7. Inversión requerida anual

Concepto	Inversión anual estimada
Renta de maquinaria y equipo	[redacted]
Renta y operación de triturador móvil	[redacted]
Combustibles, lubricantes e insumos	[redacted]
Personal y operadores	[redacted]
Campers e infraestructura temporal	[redacted]
Letrinas portátiles y servicios sanitarios	[redacted]
Mantenimiento y refacciones	[redacted]
Preparación y rehabilitación del acceso	[redacted]
Medidas de prevención y mitigación ambiental	[redacted]
Rescate y manejo de flora y fauna	[redacted]
Supervisión y seguimiento ambiental	[redacted]
Abandono, restauración y compensación ambiental	[redacted]
TOTAL ESTIMADO ANUAL	[redacted]

Dentro de este monto se considera una partida específica para el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental, así como para las actividades de supervisión, seguimiento y restauración que correspondan.

La inversión destinada exclusivamente a aspectos ambientales se estima inicialmente en aproximadamente [redacted], considerando las medidas preventivas, de mitigación y de compensación, asi como todo lo estipulado en lo relativo a la resolución ambiental que otorgue la autoridad.

Los montos señalados son estimaciones preliminares y podrán variar de acuerdo con las condiciones de operación, precios de renta de maquinaria, volumen efectivamente aprovechado, requerimientos de transporte, duración de las actividades y obligaciones ambientales que, en su caso, sean establecidas por la autoridad competente.

CONSULTA PÚBLICA

II.1.5 Dimensiones del proyecto

El proyecto denominado “Aprovechamiento de Banco de Yeso Ukum” contempla el aprovechamiento de un yacimiento de yeso mediante el desarrollo de dos etapas de explotación y una franja de amortiguamiento. La superficie total del polígono considerado para el desarrollo del proyecto es de 44,105.11 m², equivalente a 4.410511 hectáreas.

La superficie total del proyecto se encuentra conformada por la Etapa 1, la Etapa 2 y una franja de amortiguamiento, cuya distribución espacial y relación respecto de la superficie total del proyecto se presenta a continuación:

Tabla 8. Relación de superficies con respecto al proyecto

Componente del proyecto	Superficie (m²)	Superficie (ha)	Porcentaje respecto al proyecto
Etapa 1	10,467.01	1.046701	23.73 %
Etapa 2	21,339.64	2.133964	48.38 %
Franja de amortiguamiento	12,298.45	1.229845	27.88 %
Total	**44,105.11**	**4.410511**	**100.00 %***

En cuanto a la cobertura vegetal existente dentro del polígono del proyecto, se identifican dos condiciones principales. La superficie correspondiente a la Etapa 1 presenta cobertura de tipo pastizal cultivado, mientras que la Etapa 2 y la franja de amortiguamiento presentan vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.

La Etapa 1 comprende una superficie de 10,467.01 m², equivalente a 1.046701 hectáreas y al 23.73 % de la superficie total del proyecto. Esta superficie presenta principalmente cobertura de pastizal cultivado, asociada a terrenos que han sido utilizados previamente para actividades productivas.

La Etapa 2 comprende una superficie de 21,339.64 m², equivalente a 2.133964 hectáreas y al 48.38 % de la superficie total del proyecto. En esta superficie se presenta vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.

Por su parte, la franja de amortiguamiento comprende una superficie de 12,298.45 m², equivalente a 1.229845 hectáreas y al 27.88 % de la superficie total del proyecto, presentando igualmente vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.

CONSULTA PÚBLICA

La distribución de la superficie del proyecto de acuerdo con el tipo de cobertura vegetal se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 9. Distribución de la superficie con respecto al tipo de cobertura vegetal

Tipo de comunidad vegetal	Superficie (m^2)	Superficie (ha)	Porcentaje respecto al proyecto
Pastizal cultivado	10,467.01	1.046701	23.73 %
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	33,638.09	3.363809	76.27 %
Total	**44,105.11**	**4.410511**	**100.00 %***

En términos generales, la superficie del proyecto está constituida en un 23.73 % por pastizal cultivado y en aproximadamente un 76.27 % por vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. Esta distribución permite identificar las condiciones de cobertura vegetal existentes dentro del área sujeta al proyecto y constituye la base para determinar las superficies susceptibles de modificación como consecuencia de las actividades de aprovechamiento.

Cabe señalar que la franja de amortiguamiento forma parte de la superficie general del proyecto, pero no está destinada directamente a las actividades de extracción del material. Su establecimiento tiene como finalidad mantener una zona de separación entre las áreas de aprovechamiento y las superficies colindantes, contribuyendo a disminuir posibles efectos ambientales asociados con las actividades propias de la explotación del banco de yeso.

Asimismo, el aprovechamiento se desarrollará de manera progresiva conforme a las etapas establecidas para el proyecto. Por lo tanto, las superficies correspondientes a la Etapa 1 y Etapa 2 no serán intervenidas simultáneamente, sino de acuerdo con el avance programado de las actividades extractivas. Esta condición permitirá realizar las acciones de prevención, mitigación y manejo ambiental de manera gradual y conforme a las necesidades de cada etapa.

La delimitación de las superficies y la identificación de las comunidades vegetales presentes en cada una de ellas permiten establecer las condiciones actuales del sitio y constituyen elementos fundamentales para la evaluación de los impactos ambientales asociados al proyecto, particularmente aquellos relacionados con la modificación de la cobertura vegetal y la ocupación del suelo.

CONSULTA PÚBLICA

El proyecto contempla el aprovechamiento de un volumen total de **465,124.80 m³** de yeso, distribuido en dos etapas de explotación. La extracción se desarrollará de manera progresiva, considerando un periodo de aprovechamiento de dos años para cada etapa. Para efectos de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se considera una distribución uniforme del volumen de extracción durante el periodo de operación de cada etapa, por lo que se obtiene un volumen promedio semanal, mensual y anual.

La primera etapa contempla un volumen total de aprovechamiento de **155,041.60 m³** durante un periodo de dos años, mientras que la segunda etapa contempla un volumen total de **310,083.20 m³** durante un periodo de dos años.

Primera etapa

La primera etapa se desarrollará sobre una superficie de 10,467.01 m² y contempla el aprovechamiento de 155,041.60 m³ de yeso durante un periodo de dos años.

El volumen promedio de extracción será de:

- Volumen total: 155,041.60 m³.
- Periodo de aprovechamiento: 2 años.
- Volumen promedio anual: 77,520.80 m³/año.
- Volumen promedio mensual: 6,460.07 m³/mes.
- Volumen promedio semanal: 1,490.78 m³/semana.

Por lo tanto, durante la primera etapa se estima una extracción promedio de aproximadamente 1,490.78 m³ de yeso por semana, equivalente a 6,460.07 m³ mensuales y 77,520.80 m³ anuales.

Segunda etapa

La segunda etapa se desarrollará sobre una superficie de 21,339.64 m² y contempla el aprovechamiento de 310,083.20 m³ de yeso durante un periodo de dos años.

El volumen promedio de extracción será de:

- Volumen total: 310,083.20 m³.
- Periodo de aprovechamiento: 2 años.
- Volumen promedio anual: 155,041.60 m³/año.
- Volumen promedio mensual: 12,920.13 m³/mes.

CONSULTA PÚBLICA

- Volumen promedio semanal: 2,981.57 m³/semana.

Por lo tanto, durante la segunda etapa se estima una extracción promedio de aproximadamente 2,981.57 m³ de yeso por semana, equivalente a 12,920.13 m³ mensuales y 155,041.60 m³ anuales.

Considerando ambas etapas, el volumen total de aprovechamiento será de 465,124.80 m³. Debido a que las etapas se desarrollarán de manera sucesiva, el volumen anual de extracción será diferente durante cada periodo de operación.

Durante los primeros dos años, correspondientes a la primera etapa, se tendrá un volumen promedio de extracción de 77,520.80 m³/año.

Posteriormente, durante los dos años correspondientes a la segunda etapa, se tendrá un volumen promedio de extracción de 155,041.60 m³/año.

En consecuencia, el proyecto tendrá una duración estimada de cuatro años para el desarrollo de las dos etapas de aprovechamiento, considerando dos años para cada una.

Tabla 10. Extracción programada

Etapa	Superficie	Volumen total	Duración	Volumen anual	Volumen mensual	Volumen semanal
Etapa 1	10,467.01 m²	155,041.60 m³	2 años	77,520.80 m³/año	6,460.07 m³/mes	1,490.78 m³/semana
Etapa 2	21,339.64 m²	310,083.20 m³	2 años	155,041.60 m³/año	12,920.13 m³/mes	2,981.57 m³/semana
Total	**31,806.65 m²**	**465,124.80 m³**	**4 años**	**—**	**—**	**—**

Tabla 11. Programa general de extracción

Periodo	Etapa activa	Extracción anual	Extracción mensual promedio	Extracción semanal promedio
Año 1	Etapa 1	77,520.80 m³	6,460.07 m³	1,490.78 m³
Año 2	Etapa 1	77,520.80 m³	6,460.07 m³	1,490.78 m³
Año 3	Etapa 2	155,041.60 m³	12,920.13 m³	2,981.57 m³
Año 4	Etapa 2	155,041.60 m³	12,920.13 m³	2,981.57 m³
Total	**Ambas etapas**	**465,124.80 m³**	**—**	**—**

CONSULTA PÚBLICA

Es importante señalar que los valores semanales y mensuales representan **promedios de extracción**, por lo que la producción real podrá presentar variaciones de acuerdo con las condiciones operativas del banco, disponibilidad de maquinaria, mantenimiento de los equipos, condiciones climáticas, demanda del material y programación de las actividades.

La extracción se realizará exclusivamente dentro de los polígonos correspondientes a cada etapa, respetando la superficie de aprovechamiento establecida y manteniendo la franja de amortiguamiento de 12,298.45 m² contemplada dentro del predio.

De esta manera, el aprovechamiento será progresivo y secuencial, iniciando con la primera etapa y, una vez concluido el periodo previsto para ésta, continuando con la segunda etapa. Al finalizar el periodo total de aprovechamiento se habrá extraído un volumen máximo acumulado de 465,124.80 m³ de yeso.

II.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

El proyecto se pretende desarrollar en una superficie total de 44,105.11 m², localizada en la localidad de Ukum, municipio de Hopelchén, estado de Campeche. Para la determinación del uso actual del suelo y vegetación se consideró la información cartográfica oficial disponible del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), particularmente las Series VI y VII de Uso de Suelo y Vegetación, complementada con la verificación de las condiciones actuales del predio y con la distribución de las superficies que integran el proyecto.

De acuerdo con la Serie VI de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI, correspondiente al año 2017, la totalidad del polígono del proyecto se encuentra cartografiada como Agricultura de temporal anual (TA). Esta clasificación representa el uso del suelo registrado en dicha fuente cartográfica para el periodo de referencia y constituye un antecedente del proceso de transformación del territorio en el área donde se pretende establecer el proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

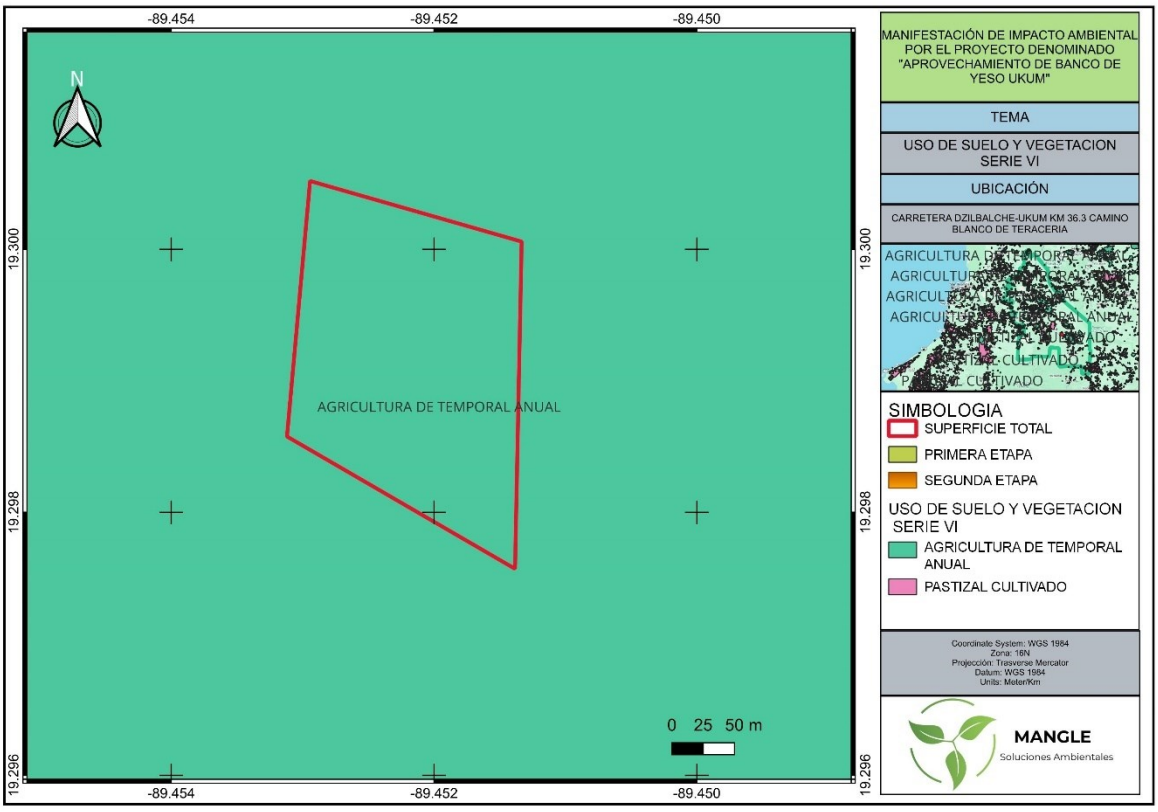


Fig. 8. Uso de suelo y vegetación Serie VI con respecto al sitio del proyecto

No obstante, la información más reciente disponible a escala de la Serie VII de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI, correspondiente al año 2018, permite identificar una diferenciación en las condiciones de cobertura vegetal dentro del polígono del proyecto. Conforme a esta información, la superficie correspondiente a la Etapa 1 se encuentra clasificada como Pastizal cultivado, mientras que la superficie correspondiente a la Etapa 2 y la franja de amortiguamiento se encuentran clasificadas como Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.

CONSULTA

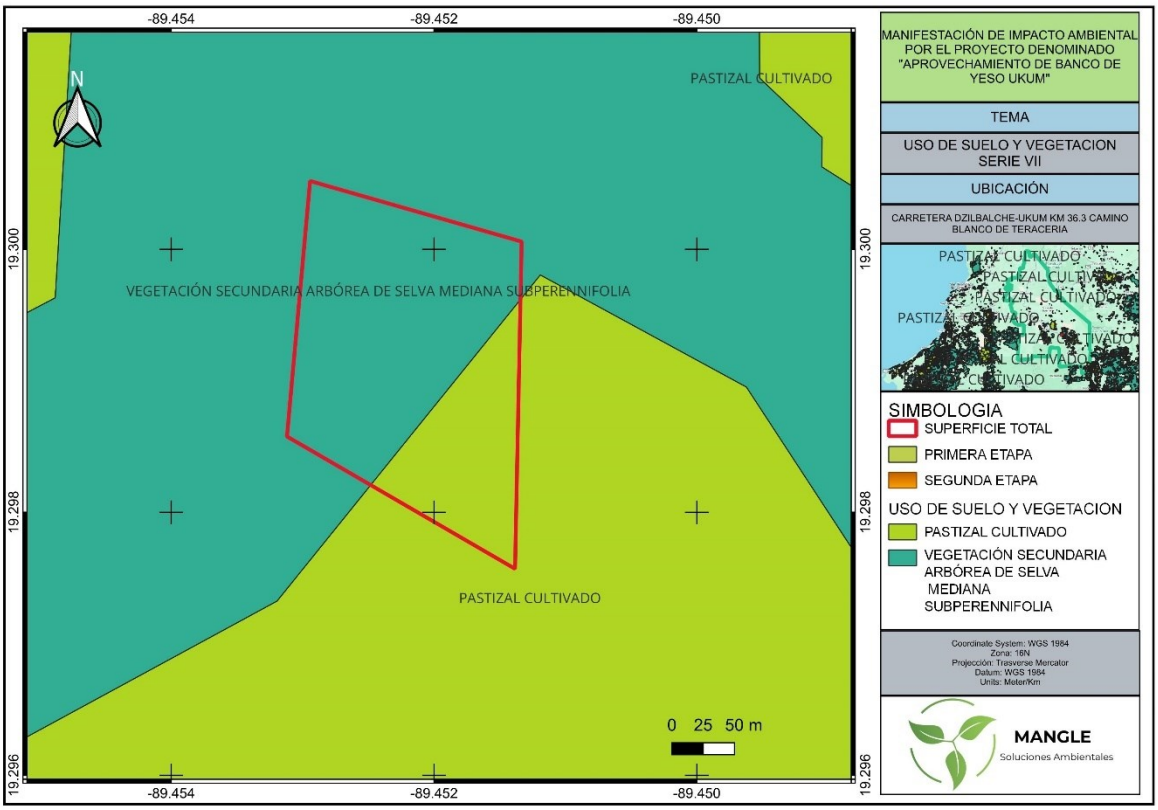


Fig. 9. Uso de suelo y vegetación Serie VII con respecto al sitio del proyecto y sus etapas

El proyecto contempla una superficie total de 44,105.11 m², distribuida de la siguiente manera:

Tabla 12. Distribución de áreas

Componente del proyecto	Superficie
Etapa 1	10,467.01 m²
Etapa 2	21,339.64 m²
Franja de amortiguamiento	12,298.45 m²
Superficie total del predio	44,105.11 m²

La Etapa 1, con una superficie de 10,467.01 m², presenta como uso de suelo y cobertura vegetal de referencia Pastizal cultivado. En esta superficie se contempla inicialmente la realización de actividades de deshierbe y despalme, previo al desarrollo de las actividades de aprovechamiento del banco de yeso. Asimismo, debe señalarse como antecedente que una parte de esta superficie fue objeto de actividades de aprovechamiento en el año 2015 por un tercero distinto al actual promovente, situación que constituye un antecedente de perturbación y modificación de las condiciones originales del terreno.

CONSULTA

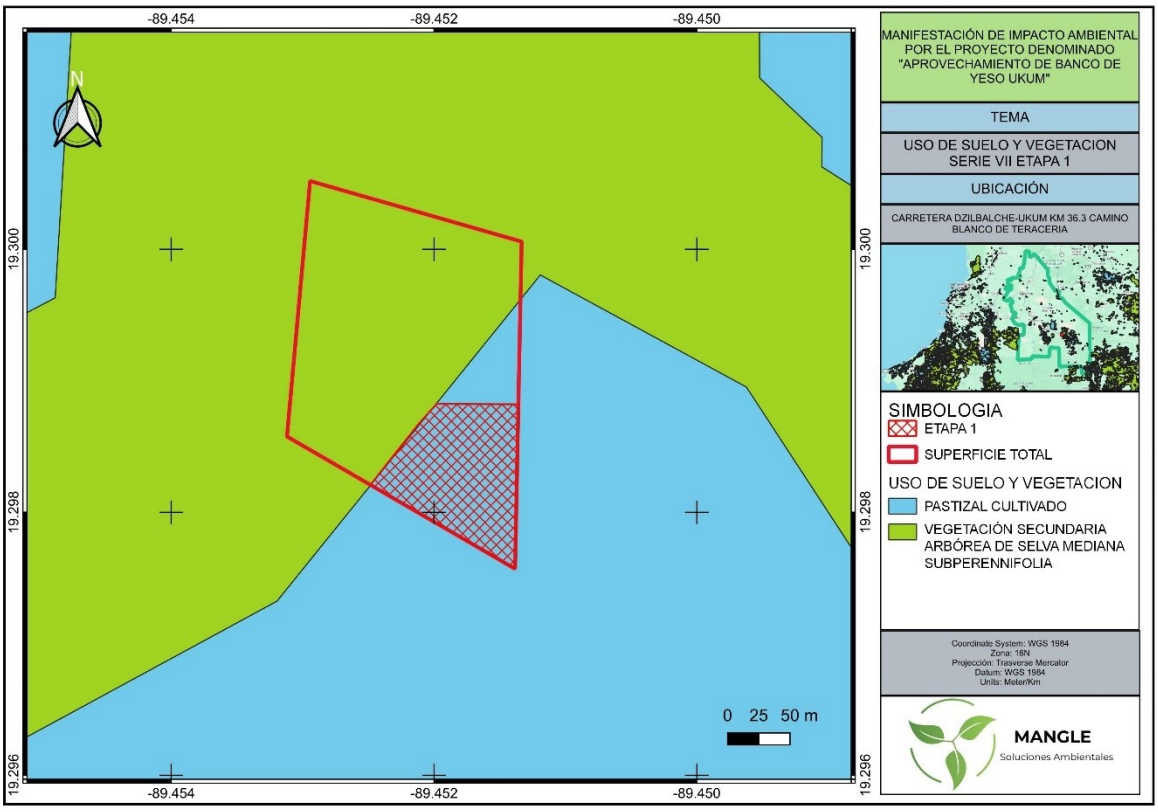


Fig. 10. Uso de suelo y vegetación Serie VII de la Etapa 1

La Etapa 2, con una superficie de 21,339.64 m², se encuentra cartografiada por el INEGI como Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. Para esta etapa se contempla la realización de actividades de desmonte y posterior aprovechamiento del recurso mineral. Debido a la presencia de vegetación secundaria arbórea de carácter forestal, las actividades proyectadas implican la remoción de vegetación forestal para destinar el terreno a una actividad distinta a la forestal, por lo que el desarrollo de esta etapa se encuentra sujeto a la obtención de las autorizaciones que correspondan en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

CONSULTA

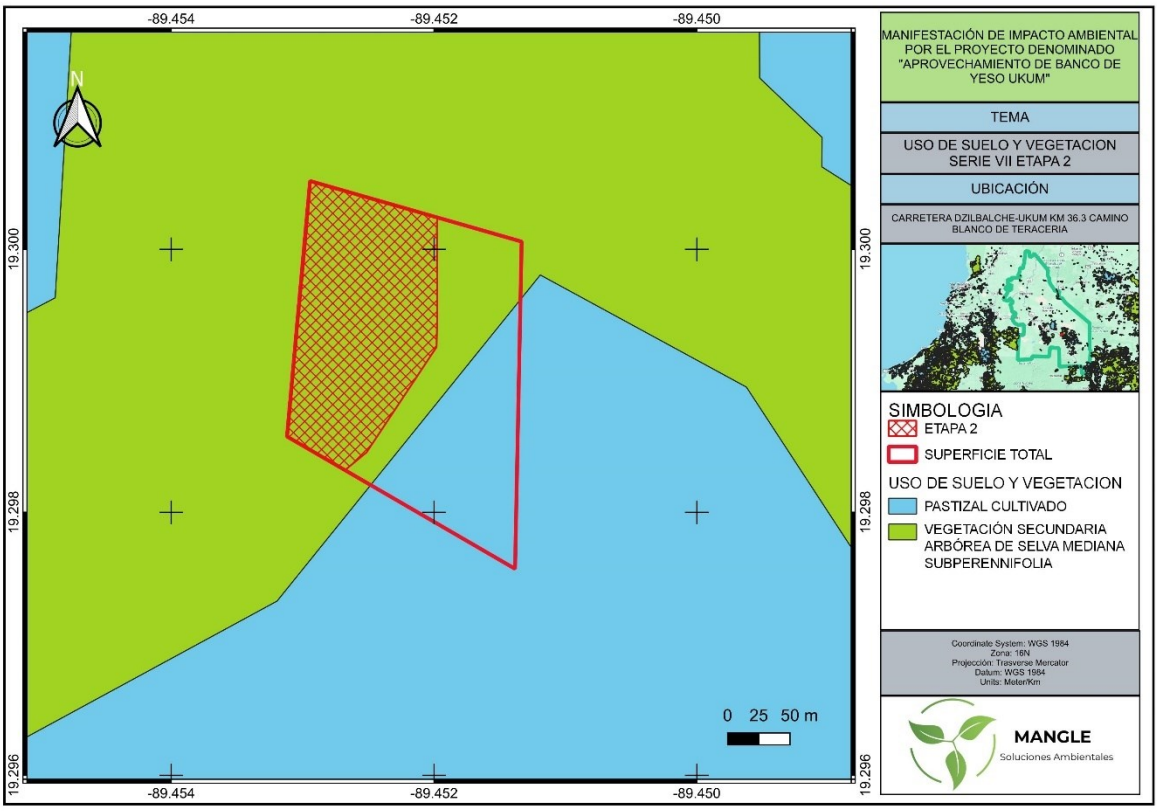


Fig. 11. Uso de suelo y vegetación Serie VII de la Etapa 2

Por su parte, la franja de amortiguamiento, con una superficie de 12,298.45 m², también se encuentra clasificada en la Serie VII del INEGI como Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. Esta superficie no forma parte de la superficie directa de extracción y se mantendrá como zona de protección y amortiguamiento del proyecto, contribuyendo a conservar una cobertura vegetal entre las áreas de aprovechamiento y el entorno inmediato. En consecuencia, la superficie de la franja de amortiguamiento no se considera dentro de la superficie de intervención directa para la extracción del yeso.

En términos generales, el uso actual del suelo en el predio corresponde a un área previamente transformada por actividades agropecuarias y que actualmente presenta una combinación de pastizal cultivado y vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. Esta condición refleja un proceso histórico de modificación de la cobertura vegetal original, por lo que el proyecto deberá considerar las condiciones actuales del sitio y no únicamente la clasificación histórica de la Serie VI del INEGI.

CONSULTA

De manera particular, la superficie correspondiente a la Etapa 2 y, en su caso, cualquier superficie de vegetación forestal que resulte susceptible de intervención de acuerdo con la delimitación definitiva del proyecto, deberá sujetarse al procedimiento correspondiente en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Lo anterior se fundamenta en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), que define el cambio de uso de suelo en terreno forestal como la remoción total o parcial de la vegetación forestal de terrenos forestales arbolados u otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales. Asimismo, el artículo 93 de dicho ordenamiento establece que la Secretaría podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica del Consejo Estatal Forestal correspondiente y con base en un Estudio Técnico Justificativo que permita demostrar, entre otros aspectos, que la biodiversidad de los ecosistemas afectados se mantendrá y que se mitigarán los efectos sobre la erosión del suelo, la capacidad de almacenamiento de carbono, la calidad del agua y su captación.

De igual manera, las autorizaciones de cambio de uso de suelo deben contemplar, conforme a la LGDFS, las medidas correspondientes para el rescate y reubicación de ejemplares de flora y fauna afectados, así como el cumplimiento de las disposiciones establecidas en los instrumentos de ordenamiento ecológico, Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales aplicables. La propia Ley establece además la obligación de acreditar el depósito correspondiente por concepto de compensación ambiental en el Fondo Forestal Mexicano, en los términos establecidos por la legislación aplicable.

En materia de impacto ambiental, el artículo 28, fracción VII, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente establece que los cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas, se encuentran sujetos al procedimiento de evaluación del impacto ambiental en los casos previstos por la legislación. En concordancia, el artículo 5, inciso O, del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental contempla los cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas, entre las obras o actividades que requieren previamente autorización en materia de impacto ambiental.

En este sentido, el presente proyecto incorpora dentro de su evaluación ambiental los efectos asociados con la modificación de la cobertura vegetal y contempla las medidas preventivas, de mitigación, rescate, reubicación, restauración y seguimiento ambiental que resulten aplicables. Asimismo, la superficie forestal que sea autorizada para cambio de uso de suelo deberá quedar claramente delimitada

CONSULTA PÚBLICA

respecto de la superficie de extracción y de la franja de amortiguamiento, evitando intervenir superficies adicionales a las autorizadas.

Por lo anterior, la ejecución de las actividades correspondientes a la Etapa 2 deberá sujetarse a la obtención previa de las autorizaciones federales que resulten procedentes en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales, sin iniciar actividades de desmonte o remoción de vegetación forestal hasta contar con las autorizaciones correspondientes.

Dentro de la superficie del proyecto **no existen cuerpos de agua superficiales** permanentes o temporales que sean utilizados para abastecimiento público, recreación, pesca, acuicultura, conservación de la vida acuática, actividades industriales, agrícolas o pecuarias, navegación o alguna otra actividad relacionada con el aprovechamiento de aguas superficiales.

Asimismo, en el área donde se pretende desarrollar el proyecto no se identificaron cuerpos de agua superficiales que pudieran ser directamente afectados por las actividades de preparación del sitio, extracción, trituración, almacenamiento temporal, transporte o abandono del banco de yeso.

En consecuencia, el proyecto no contempla el aprovechamiento, modificación, desvío, canalización, relleno o disposición de materiales dentro de cauces, cuerpos de agua o zonas asociadas a éstos. Las actividades de extracción se desarrollarán dentro de los límites establecidos para las superficies de aprovechamiento, manteniendo la franja de amortiguamiento prevista en el proyecto.

No obstante, debido a que las actividades de extracción y manejo de maquinaria pueden generar riesgos potenciales de contaminación del suelo y, de manera indirecta, de los recursos hídricos, se deberán implementar medidas preventivas para evitar derrames de combustibles, lubricantes y otras sustancias, así como procedimientos de atención inmediata ante cualquier incidente.

En cuanto al componente hidrogeológico, el sitio del proyecto se encuentra dentro del acuífero Península de Yucatán, identificado con la clave 3105 por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Este acuífero comprende una amplia extensión territorial de la Península de Yucatán y abarca la totalidad o parte de diversos municipios de los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo, incluyendo el municipio de Hopelchén, Campeche.

CONSULTA PÚBLICA

De acuerdo con la información de CONAGUA, el acuífero Península de Yucatán corresponde a la clave 3105 y constituye una unidad hidrogeológica de importancia regional. La información oficial de disponibilidad de aguas subterráneas identifica para este acuífero los parámetros de recarga media anual, descarga natural comprometida, volumen de extracción y disponibilidad media anual.

La presencia del proyecto dentro de este acuífero constituye un elemento ambiental relevante debido a que las actividades de extracción de yeso implican la modificación de la superficie del terreno y el uso de maquinaria pesada. Por tal motivo, las actividades deberán desarrollarse bajo medidas de prevención orientadas a evitar la infiltración de hidrocarburos, aceites, lubricantes, residuos o cualquier otra sustancia potencialmente contaminante hacia el subsuelo.

El proyecto no contempla la extracción o aprovechamiento directo de agua subterránea como parte de las actividades de explotación del banco de yeso. En caso de que durante la ejecución del proyecto se requiera el aprovechamiento de aguas nacionales, éste deberá sujetarse a las autorizaciones, concesiones o permisos que correspondan conforme a la legislación en materia de aguas nacionales.

Asimismo, no se prevé la disposición directa de aguas residuales sobre el terreno. Los servicios sanitarios requeridos durante las etapas de preparación y explotación deberán manejarse mediante instalaciones sanitarias adecuadas y sistemas de manejo autorizados, evitando en todo momento la infiltración de aguas residuales al subsuelo.

Con base en la información cartográfica analizada, el predio presenta actualmente una condición heterogénea respecto a su uso de suelo y cobertura vegetal. La Serie VI del INEGI registra la totalidad del polígono como Agricultura de temporal anual; sin embargo, la Serie VII, de mayor actualización, identifica en la Etapa 1 un Pastizal cultivado y en la Etapa 2 y la franja de amortiguamiento Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.

Esta diferenciación es relevante para efectos de la evaluación ambiental, ya que la superficie de la Etapa 2 presenta condiciones de vegetación forestal que deberán ser consideradas en el procedimiento de cambio de uso de suelo correspondiente. La franja de amortiguamiento, aun cuando presenta vegetación secundaria arbórea, se conservará como superficie sin aprovechamiento directo, funcionando como elemento de protección y separación entre las áreas de extracción y el entorno.

CONSULTA PÚBLICA

Por otra parte, la ausencia de cuerpos de agua superficiales dentro del polígono del proyecto reduce la posibilidad de afectaciones directas sobre este componente; sin embargo, debido a que el predio se encuentra dentro del acuífero Península de Yucatán, clave 3105, las medidas de prevención y control de contaminación del suelo y subsuelo constituyen un elemento fundamental durante todas las etapas del proyecto.

En consecuencia, el proyecto se desarrollará procurando mantener delimitadas las superficies autorizadas de intervención, conservar la franja de amortiguamiento, evitar afectaciones fuera del polígono de aprovechamiento y aplicar las medidas de prevención, mitigación, compensación, rescate de flora y fauna y restauración que correspondan conforme a las autorizaciones ambientales y forestales aplicables.

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El área donde se pretende desarrollar el proyecto corresponde a un sitio de características predominantemente rurales, sin infraestructura urbana permanente dentro del predio. Actualmente, el terreno no cuenta con redes de abastecimiento de agua potable, drenaje sanitario, energía eléctrica, alumbrado público, telefonía, pavimentación o cualquier otro servicio propio de una zona urbana.

Por las características y naturaleza del proyecto, no se requiere llevar a cabo obras de urbanización del predio, toda vez que se trata de un proyecto de aprovechamiento de un banco de material, cuya operación se realizará de manera temporal y progresiva. En consecuencia, no se contempla la construcción de vialidades urbanas, redes de agua potable, redes de drenaje, infraestructura eléctrica permanente ni instalaciones habitacionales permanentes.

El acceso al proyecto se realizará mediante la infraestructura vial existente. El predio se localiza aproximadamente a la altura del km 36.3 de la Carretera Estatal Dzilbalchén–Ukum, desde donde se continúa por un camino blanco de terracería de aproximadamente 500 m hasta llegar al área del proyecto. Este camino constituye el acceso existente al predio y será utilizado para el ingreso del personal, maquinaria, vehículos de transporte y equipos necesarios para las actividades de aprovechamiento.

En caso de requerirse trabajos de rehabilitación del acceso, éstos se limitarán a actividades de mantenimiento y mejoramiento de las condiciones de tránsito del camino existente, tales como nivelación, conformación, compactación y, en su caso, incorporación de material adecuado para mejorar su superficie de rodamiento. No se contempla la apertura de una nueva carretera ni la construcción de infraestructura vial urbana.

CONSULTA PÚBLICA

II.1.7.1. Servicios requeridos durante la preparación y operación del proyecto

Debido a que el proyecto se desarrollará en un área rural y no cuenta con infraestructura de servicios urbanos, se contempla el suministro temporal de los servicios necesarios para el desarrollo de las actividades mediante sistemas móviles o provisionales, evitando la construcción de infraestructura permanente que no sea necesaria para la operación del banco.

II.1.7.2. Abastecimiento de agua

Durante las actividades de preparación del sitio y explotación se requerirá agua principalmente para el control de emisiones de partículas y polvo, riego de caminos y superficies de trabajo, limpieza y, en su caso, para las necesidades del personal.

El agua requerida será suministrada mediante pipas o vehículos cisterna y transportada hasta el sitio conforme a las necesidades de operación. No se contempla, como parte del proyecto, la construcción de infraestructura permanente para el abastecimiento de agua potable ni la perforación de pozos para la extracción de agua subterránea.

El agua destinada al consumo humano será proporcionada mediante agua potable envasada o mediante los sistemas de suministro que correspondan, garantizando condiciones adecuadas para el consumo del personal.

II.1.7.3. Energía eléctrica

El sitio actualmente no cuenta con infraestructura de energía eléctrica. Debido a que las actividades principales del proyecto se realizarán mediante maquinaria y equipos móviles, no se considera necesaria la instalación de una red eléctrica permanente dentro del predio.

Para las necesidades menores de iluminación, comunicación y funcionamiento de equipos auxiliares, se podrán utilizar sistemas eléctricos portátiles o, en caso de ser necesario, plantas generadoras de energía de capacidad adecuada. El empleo de estos equipos será temporal y estará sujeto a las medidas de seguridad y ambientales correspondientes.

En caso de utilizar plantas generadoras, éstas deberán encontrarse en condiciones adecuadas de operación y mantenimiento, evitando derrames de combustibles o lubricantes y reduciendo las emisiones atmosféricas y ruido asociados con su funcionamiento.

CONSULTA PÚBLICA

II.1.7.4. Servicios sanitarios

Durante las etapas de preparación y explotación se instalarán servicios sanitarios portátiles para atender las necesidades del personal que labore en el proyecto.

El número de sanitarios se determinará de acuerdo con la cantidad de trabajadores presentes en cada etapa. El mantenimiento, limpieza y retiro de los residuos generados estará a cargo de una empresa prestadora del servicio que cuente con las autorizaciones correspondientes.

No se permitirá la descarga de aguas residuales directamente sobre el terreno, ni su disposición en áreas de vegetación, zonas de extracción o superficies destinadas a la franja de amortiguamiento.

II.1.7.5. Combustibles y lubricantes

La maquinaria y los vehículos utilizados durante el proyecto requerirán combustibles y lubricantes para su funcionamiento y mantenimiento.

No se contempla la construcción de un tanque de almacenamiento permanente de combustibles dentro del predio. El abastecimiento de combustible podrá realizarse mediante el traslado controlado de combustible en vehículos autorizados o mediante el suministro directamente en estaciones de servicio ubicadas en las localidades cercanas, dependiendo de las necesidades operativas.

Las actividades de mantenimiento emergente de maquinaria se realizarán preferentemente fuera del área de extracción y en sitios que cuenten con condiciones adecuadas para prevenir la contaminación del suelo. En caso de que alguna actividad de mantenimiento menor deba realizarse dentro del predio, se deberán implementar medidas de protección para evitar derrames y disponer adecuadamente los residuos generados.

II.1.7.6. Manejo de residuos sólidos urbanos

Durante las actividades del proyecto se generarán residuos sólidos urbanos principalmente por el consumo de alimentos, bebidas y productos de uso cotidiano por parte del personal.

Para su manejo se instalarán recipientes identificados y distribuidos en las áreas de trabajo y de estancia del personal. Los residuos serán recolectados periódicamente y trasladados a los sitios de disposición autorizados que correspondan.

Se promoverá la separación de residuos susceptibles de aprovechamiento y se evitará en todo momento la disposición de residuos directamente sobre el suelo, así como su quema a cielo abierto.

CONSULTA PÚBLICA

II.1.7.7. Manejo de residuos de manejo especial y residuos peligrosos

Las actividades de mantenimiento o reparación emergente de maquinaria, equipos y vehículos podrán generar residuos de manejo especial y, eventualmente, residuos peligrosos, tales como filtros usados, estopas impregnadas, envases contaminados, aceites lubricantes usados, acumuladores y otros materiales relacionados con el mantenimiento.

Estos residuos deberán manejarse de manera diferenciada, evitando su mezcla con los residuos sólidos urbanos. Cuando se generen residuos peligrosos, éstos serán almacenados temporalmente bajo condiciones de seguridad y posteriormente entregados a prestadores de servicios autorizados, conforme a la legislación ambiental aplicable.

El proyecto deberá implementar los procedimientos de manejo, almacenamiento temporal, transporte y disposición que correspondan de acuerdo con las características y cantidades de los residuos generados.

II.1.7.8. Telefonía y comunicación

No se contempla la instalación de una red telefónica permanente dentro del predio. Para las comunicaciones entre el personal, operadores, responsables del proyecto y vehículos de transporte se utilizarán principalmente teléfonos celulares y, en caso necesario, radios de comunicación portátiles.

II.1.7.9. Infraestructura temporal de apoyo

Para facilitar las actividades de preparación, explotación y supervisión del banco de yeso se contempla la instalación de infraestructura temporal, principalmente campers para alojamiento o permanencia del personal, un área de sombra para descanso, servicios sanitarios portátiles y recipientes para el almacenamiento temporal de residuos.

Estas instalaciones tendrán carácter provisional y serán retiradas una vez que concluyan las actividades que las hagan necesarias, particularmente durante la etapa de abandono y restauración del sitio.

CONSULTA PÚBLICA

II.1.7.10. Requerimientos de infraestructura durante las diferentes etapas del proyecto

Los requerimientos de servicios variarán de acuerdo con la etapa de ejecución del proyecto. Durante la preparación del sitio serán necesarios principalmente agua para control de polvo, combustible para maquinaria, servicios sanitarios portátiles y suministro de energía para necesidades auxiliares.

Durante la explotación se incrementará el requerimiento de agua para el control de emisiones de partículas y el mantenimiento de caminos, así como el consumo de combustibles para maquinaria, trituradora móvil y vehículos de transporte. Asimismo, se mantendrán los servicios sanitarios, el manejo de residuos y las instalaciones temporales de apoyo.

Durante la etapa de abandono se reducirá progresivamente la demanda de servicios, permaneciendo principalmente los requerimientos relacionados con maquinaria para limpieza, retiro de infraestructura temporal, acondicionamiento del terreno y actividades de restauración.

En términos generales, el proyecto no requiere la ampliación de las redes de infraestructura urbana de la localidad de Ukum, debido a que los servicios necesarios serán proporcionados mediante sistemas temporales y móviles. Esta característica permite que el aprovechamiento del banco de yeso se desarrolle sin generar una expansión urbana asociada al proyecto.

Finalmente, una vez concluido el periodo de aprovechamiento y las actividades de abandono y restauración, se procederá al retiro de los campers, sanitarios portátiles, recipientes, equipos e instalaciones temporales que hayan sido utilizados durante la operación, procurando que el predio quede libre de infraestructura temporal, residuos y materiales ajenos a las condiciones finales previstas para el sitio.

CONSULTA PÚBLICA

II.2 Características particulares del proyecto

El proyecto consiste en el aprovechamiento de un banco de yeso mediante un sistema de extracción a cielo abierto, cuyo objetivo es la extracción, trituración, acarreo y transporte del material de yeso para su posterior comercialización.

La superficie total considerada para el desarrollo del proyecto es de 44,105.11 m², distribuida en dos etapas de aprovechamiento y una franja de amortiguamiento. La Etapa 1 comprende una superficie de 10,467.01 m², la Etapa 2 una superficie de 21,339.64 m² y la franja de amortiguamiento una superficie de 12,298.45 m².

El aprovechamiento tendrá una vida útil total de cinco años, de los cuales dos años corresponderán al desarrollo y operación de la Etapa 1, dos años a la operación de la Etapa 2 y un año adicional estará destinado a las actividades de restauración y rehabilitación del sitio.

Durante los cuatro años de operación se estima una extracción total de 465,124.80 m³ de yeso. De este volumen, 155,041.60 m³ corresponderán a la Etapa 1 y 310,083.20 m³ a la Etapa 2. La profundidad de aprovechamiento será variable, estimándose entre 1.00 y 3.00 m, de acuerdo con las características del yacimiento y las condiciones que se presenten durante el desarrollo de las actividades extractivas.

La extracción se realizará a cielo abierto mediante procedimientos mecánicos y con el empleo de maquinaria pesada, sin considerar el uso de explosivos. Entre los principales equipos que se utilizarán se encuentran excavadoras, retroexcavadoras, trituradora móvil y vehículos tipo volteo. El mantenimiento y reparación de la maquinaria y equipo se realizará fuera del sitio del proyecto, con la finalidad de reducir la generación de residuos contaminados y prevenir posibles derrames de combustibles, aceites y lubricantes dentro del área de aprovechamiento.

El aprovechamiento del material se desarrollará de manera gradual y programada durante cuatro años de operación, distribuidos entre las dos etapas del proyecto. La tasa de extracción se establecerá de acuerdo con la capacidad de aprovechamiento prevista para cada etapa, procurando mantener un ritmo de explotación controlado y compatible con la superficie autorizada.

Durante los años 1 y 2 se desarrollará la Etapa 1, con una extracción anual estimada de 77,520.80 m³ por año, equivalente a un promedio mensual de 6,460.07 m³ y un promedio semanal de 1,490.78 m³.

Durante los años 3 y 4 se desarrollará la Etapa 2, con una extracción anual estimada de 155,041.60 m³ por año, equivalente a un promedio mensual de 12,920.13 m³ y un promedio semanal de 2,981.57 m³.

CONSULTA PÚBLICA

De esta manera, el programa de extracción queda establecido de la siguiente forma:

Tabla 13. Programa de aprovechamiento

Periodo	Etapa activa	Extracción anual	Extracción mensual promedio	Extracción semanal promedio
Año 1	Etapa 1	77,520.80 m³	6,460.07 m³	1,490.78 m³
Año 2	Etapa 1	77,520.80 m³	6,460.07 m³	1,490.78 m³
Año 3	Etapa 2	155,041.60 m³	12,920.13 m³	2,981.57 m³
Año 4	Etapa 2	155,041.60 m³	12,920.13 m³	2,981.57 m³
Total	**Ambas etapas**	**465,124.80 m³**	—	—

El quinto año no contempla actividades ordinarias de extracción, destinándose a las actividades de restauración y rehabilitación del sitio. Durante este periodo se ejecutarán las acciones necesarias para favorecer la recuperación de las áreas intervenidas, de acuerdo con las condiciones finales del terreno y con las medidas y programas ambientales establecidos para el proyecto.

La Etapa 1 comprende una superficie de 10,467.01 m² y tendrá una duración de dos años. Durante esta etapa se realizarán inicialmente las actividades de delimitación del área de trabajo, deshierbe y despalme, así como las acciones necesarias para la preparación del sitio. La delimitación tendrá como finalidad establecer físicamente los límites de intervención y evitar que las actividades se extiendan hacia superficies no contempladas para el aprovechamiento.

Como parte de las actividades de preparación se contempla la rehabilitación del camino de acceso existente, procurando aprovechar la infraestructura de acceso disponible y evitar, en la medida de lo posible, la apertura de nuevos caminos.

Previo y durante el desarrollo de las actividades se implementarán las medidas ambientales correspondientes, incluyendo el Programa de Vigilancia Ambiental, Programa Integral de Residuos, Programa de Capacitación Ambiental, Programa de Mantenimiento y Reparación de Maquinaria y Equipo y el Protocolo de Prevención y Atención ante Derrames de Combustibles.

Para proporcionar servicios básicos al personal se instalarán elementos provisionales, entre ellos letrinas, recipientes para el almacenamiento temporal de residuos, campers y áreas de sombra. Estas instalaciones serán de carácter temporal y estarán asociadas exclusivamente al desarrollo de las actividades del proyecto. Una vez concluidas las actividades preparatorias, se realizará la

CONSULTA PÚBLICA

extracción del material de yeso mediante excavadoras y retroexcavadoras. El material extraído será trasladado dentro del área de trabajo para su procesamiento mediante un triturador móvil, cuando las características y requerimientos de comercialización así lo determinen.

El material procesado será cargado en vehículos tipo volteo para su acarreo y transporte hacia los sitios de destino para su comercialización. Durante los dos años correspondientes a esta etapa se estima una extracción total de 155,041.60 m³ de yeso.

La Etapa 2 comprende una superficie de 21,339.64 m² y tendrá una duración de dos años, iniciando una vez concluidas las actividades correspondientes a la Etapa 1 y previo cumplimiento de las autorizaciones ambientales que resulten aplicables.

Como actividad inicial se realizará la delimitación de la superficie correspondiente a esta etapa. Asimismo, previo al inicio de las actividades que impliquen afectación de la vegetación, se elaborarán y gestionarán los estudios y autorizaciones correspondientes, incluyendo el Estudio Técnico Justificativo (ETJ), cuando resulte aplicable.

Una vez obtenidas las autorizaciones correspondientes, se implementarán las medidas ambientales previstas para la etapa, particularmente el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, además de las acciones establecidas en los demás programas ambientales aplicables.

Posteriormente se realizarán las actividades de desmonte y despalme exclusivamente dentro de la superficie autorizada. Estas actividades serán ejecutadas de manera controlada y progresiva, evitando la intervención anticipada de superficies que no sean necesarias para el desarrollo inmediato de la explotación.

Una vez preparada el área se procederá con la extracción a cielo abierto del material de yeso, mediante el uso de excavadoras, retroexcavadoras y demás maquinaria requerida. El material será sometido a trituración mediante equipo móvil y posteriormente será cargado, acarreado y transportado para su comercialización.

Durante esta etapa también se contará con instalaciones provisionales para el personal, tales como letrinas, recipientes para residuos, campers y áreas de sombra. La extracción prevista para los dos años de operación de esta etapa será de 310,083.20 m³ de yeso.

CONSULTA PÚBLICA

La franja de amortiguamiento comprende una superficie de 12,298.45 m² y permitirá establecer una zona de transición y protección alrededor de las áreas de extracción, contribuyendo a disminuir la interacción directa de las actividades del banco con las áreas colindantes y favoreciendo el control de posibles efectos asociados al movimiento de maquinaria, generación de partículas, ruido y tránsito de vehículos. La franja de amortiguamiento no forma parte del volumen de material considerado para extracción, por lo que permanecerá fuera de las actividades directas de aprovechamiento.

Debido a las características del proyecto, no se contempla la construcción de infraestructura permanente de gran escala. Las necesidades operativas y de atención al personal serán cubiertas mediante instalaciones de carácter temporal.

Entre las instalaciones provisionales se consideran:

- Letrinas para el manejo de las necesidades sanitarias del personal.
- Recipientes y botes para el almacenamiento temporal de residuos.
- Campers destinados a las actividades de apoyo y atención del personal.
- Áreas de sombra para proporcionar condiciones adecuadas de descanso durante las jornadas de trabajo.

Estas instalaciones serán colocadas únicamente durante el periodo en que sean necesarias para el desarrollo de las actividades y serán retiradas al concluir la etapa correspondiente o al finalizar la operación del proyecto.

La operación del banco requerirá maquinaria y equipo especializado para las diferentes actividades del proyecto. De manera general se contempla el empleo de excavadoras, retroexcavadoras, trituradora móvil y vehículos tipo volteo. La maquinaria será utilizada de manera progresiva conforme avance el frente de explotación, evitando mantener áreas de trabajo mayores a las requeridas para las actividades programadas.

CONSULTA PÚBLICA

El mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo se efectuará fuera del sitio del proyecto. Esta medida permitirá reducir la generación de residuos peligrosos y de manejo especial, así como disminuir el riesgo de contaminación del suelo por aceites, lubricantes, combustibles y otros materiales asociados al mantenimiento de maquinaria.

Una vez concluidos los cuatro años de extracción y comercialización del material, el quinto año de vida útil del proyecto estará destinado a la restauración y rehabilitación del sitio. Las actividades de restauración se realizarán sobre las superficies que hayan sido intervenidas durante las etapas de aprovechamiento y estarán orientadas a recuperar condiciones ambientales y de estabilidad física compatibles con las características finales del terreno.

Las acciones específicas de restauración serán determinadas de acuerdo con las condiciones que presente el sitio al concluir la explotación y estarán vinculadas con las medidas ambientales establecidas para el proyecto.

La programación de un año exclusivo para restauración permitirá que las actividades de aprovechamiento no se prolonguen más allá del periodo autorizado y que el cierre del proyecto contemple acciones específicas posteriores a la extracción del material.

El diseño y operación del proyecto incorpora medidas ambientales destinadas a prevenir, reducir, controlar y vigilar las alteraciones potenciales asociadas con las actividades de preparación, extracción, trituración, acarreo y transporte.

En términos generales, el proyecto se encuentra diseñado para desarrollar el aprovechamiento del recurso mineral de manera gradual, delimitada y programada, concentrando las actividades de mayor intensidad en las superficies autorizadas para cada etapa. La división del proyecto en dos etapas permite distribuir temporalmente la intervención y facilita la aplicación de las medidas ambientales de manera previa, durante la operación y al término del aprovechamiento.

La vida útil de cinco años, integrada por cuatro años de extracción y un año destinado exclusivamente a la restauración y rehabilitación, establece un horizonte definido para el aprovechamiento del banco y permite incorporar desde la planeación del proyecto las acciones necesarias para el cierre ambientalmente adecuado del sitio.

CONSULTA PÚBLICA

II.2.1 Programa General de Trabajo

El proyecto de aprovechamiento del banco de yeso contempla una vida útil de cinco años, considerando cuatro años de actividades de preparación, extracción, trituración, acarreo y transporte del material, distribuidos en dos etapas de aprovechamiento, así como un quinto año destinado exclusivamente a las actividades de post-operación, restauración y rehabilitación del sitio. La programación general se estructura de acuerdo con las características particulares del proyecto y considera las actividades de preparación del sitio, obras e instalaciones provisionales, operación y mantenimiento, así como las actividades posteriores al aprovechamiento.

La Etapa 1 se desarrollará durante los años 1 y 2 del proyecto, sobre una superficie de 10,467.01 m², contemplando las actividades de delimitación, deshierbe, despalme, rehabilitación del camino de acceso, instalación de infraestructura provisional, implementación de medidas ambientales, extracción de yeso, trituración, acarreo y transporte del material para su comercialización. La Etapa 2 se desarrollará durante los años 3 y 4, sobre una superficie de 21,339.64 m². Previo al inicio de las actividades que impliquen la remoción de vegetación, se contempla la elaboración y gestión del Estudio Técnico Justificativo (ETJ), así como la obtención de las autorizaciones ambientales correspondientes. Una vez obtenidas dichas autorizaciones se ejecutarán los programas de rescate de flora y fauna y las demás medidas ambientales aplicables, para posteriormente realizar el desmonte, despalme, instalación de elementos provisionales, extracción, trituración, acarreo y transporte del material.

El quinto año corresponderá a la etapa de post-operación, durante la cual no se contempla extracción de material. Este periodo estará destinado al retiro de las instalaciones provisionales, limpieza general, restauración y rehabilitación de las superficies intervenidas, así como al seguimiento de las medidas establecidas para el cierre ambiental del proyecto. No se contempla una etapa de construcción convencional debido a que el proyecto no considera la edificación de infraestructura permanente de gran escala. Las instalaciones requeridas para el desarrollo de las actividades serán de carácter provisional y estarán constituidas principalmente por letrinas, recipientes para el almacenamiento temporal de residuos, campers y áreas de sombra.

CONSULTA PÚBLICA

El programa general de trabajo podrá ajustarse en función de las condiciones operativas del proyecto, de la disponibilidad del material, de las condiciones ambientales y de los tiempos requeridos para la obtención de las autorizaciones ambientales aplicables, particularmente para el inicio de la Etapa 2. Cualquier modificación deberá realizarse observando las autorizaciones, términos y condicionantes ambientales correspondientes.

Etapa / Actividad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
ETAPA 1					
Delimitación del área de trabajo					
Deshierbe					
Despalme					
Rehabilitación del camino de acceso					
Instalación de letrinas, botes, campers y áreas de sombra					
Implementación de medidas ambientales y programas ambientales					
Extracción de yeso					
Trituración del material					
Acarreo y transporte					
Mantenimiento de maquinaria y equipo fuera del sitio					
Vigilancia y seguimiento ambiental					
ETAPA 2					
Delimitación del área de trabajo					
Elaboración y gestión del ETJ					
Obtención de autorizaciones ambientales					
Programa de rescate y reubicación de flora					
Programa de ahuyentamiento, rescate fauna					
Desmonte y despalme					
Instalación de letrinas, botes, campers y áreas de sombra					
Implementación de medidas ambientales y programas ambientales					
Extracción de yeso					
Trituración del material					
Acarreo y transporte					
Mantenimiento de maquinaria y equipo fuera del sitio					

CONSULTA PÚBLICA

Etapa / Actividad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Vigilancia y seguimiento ambiental					
POST-OPERACIÓN					
Desmantelamiento y retiro de instalaciones provisionales					
Limpieza general del área					
Restauración y rehabilitación del sitio					
Rehabilitación de superficies intervenidas					
Actividades de reforestación/restauración ambiental					
Seguimiento y vigilancia de las acciones de restauración					

II.2.2 Preparación del sitio

La preparación del sitio comprende el conjunto de actividades previas necesarias para acondicionar las superficies destinadas al desarrollo del proyecto de Banco de Yeso, previo al inicio de las actividades de extracción. Estas actividades se realizarán de manera diferenciada para cada una de las etapas del proyecto, considerando las características de uso de suelo y cobertura vegetal existentes en cada superficie.

Las actividades correspondientes a la preparación del sitio se describen a continuación.

ETAPA 1

La Etapa 1 comprende una superficie de 10,467.01 m². De acuerdo con la Serie VII de las cartas de Uso del Suelo y Vegetación del INEGI, esta superficie se encuentra clasificada como Pastizal cultivado; sin embargo, durante la verificación realizada en campo se identificó la presencia de vegetación herbácea.

Por las características actuales de la cobertura vegetal, en esta etapa no se contempla el desmonte de vegetación arbórea o arbustiva, sino únicamente el deshierbe de la vegetación herbácea existente.

CONSULTA PÚBLICA

1. **Delimitación del área de trabajo**

Previo al inicio de las actividades de preparación del sitio se realizará la delimitación de la superficie correspondiente a la Etapa 1, mediante trabajos topográficos que permitan establecer y verificar físicamente los límites del área de intervención.

La delimitación será complementada mediante el establecimiento de estacas y cinta de señalización, de manera que los límites de la superficie de trabajo sean claramente identificables durante las actividades posteriores. La superficie delimitada corresponderá exclusivamente a los 10,467.01 m² destinados a la Etapa 1, evitando la intervención de superficies externas al área establecida para el aprovechamiento.

2. **Deshierbe**

Una vez delimitada la superficie de trabajo, se realizará el deshierbe de la vegetación herbácea presente dentro de los 10,467.01 m² correspondientes a la Etapa 1. Esta actividad consistirá en el retiro de la vegetación herbácea existente mediante medios mecánicos y/o manuales, según las condiciones que presente el terreno al momento de iniciar los trabajos.

Debido a que la cobertura vegetal corresponde a vegetación herbácea y no se contempla el retiro de vegetación arbórea o arbustiva, esta actividad no implica la realización de desmonte en esta etapa. El material vegetal generado será manejado dentro del sitio conforme a las medidas ambientales establecidas para el proyecto, evitando su acumulación en zonas que interfieran con las actividades posteriores.

3. **Despalme**

Posterior al deshierbe se realizará el despalme de la superficie correspondiente a la Etapa 1. Esta actividad consistirá en el retiro de la capa superficial del suelo, considerando un espesor aproximado de entre 20 y 30 cm.

El material producto del despalme será retirado y colocado temporalmente en un sitio previamente seleccionado dentro del área del proyecto, procurando que su almacenamiento no interfiera con las actividades de extracción, circulación de maquinaria ni con el funcionamiento general del proyecto.

El material será conservado para su posterior utilización durante las actividades de restauración y rehabilitación del área intervenida, particularmente durante la etapa de restauración contemplada al finalizar la vida útil del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

4. Rehabilitación del camino de acceso

Como parte de la preparación del sitio se contempla la rehabilitación del camino de acceso existente al proyecto, el cual presenta una longitud aproximada de 500 m. El camino corresponde a una vía de terracería, conocida localmente como camino blanco, que actualmente es utilizada como camino saca cosecha debido a la existencia de predios agrícolas en las áreas colindantes.

Las actividades estarán orientadas a mejorar las condiciones de tránsito del camino existente para permitir el acceso del personal, maquinaria y vehículos relacionados con el proyecto. No se contempla la apertura de un nuevo camino de acceso, sino únicamente el acondicionamiento y rehabilitación del camino existente.



Fig. 12. Camino existente que será rehabilitado

5. Instalación de letrinas, botes, campers y áreas de sombra

Previo al inicio de las actividades operativas se instalarán elementos provisionales destinados a atender las necesidades básicas del personal que participará en los trabajos. Se contempla la instalación de un camper, una letrina sanitaria, dos tambores para el almacenamiento temporal de residuos y un área de sombra de aproximadamente 3 × 3 m, mediante la colocación de malla sombra.

Considerando que se estima una plantilla aproximada de cinco trabajadores, se contempla una letrina sanitaria, tomando como referencia una relación de una letrina por cada diez trabajadores. Las instalaciones serán de carácter provisional y estarán ubicadas de manera que no interfieran con las actividades de preparación, extracción, circulación de maquinaria y transporte de material.

6. Implementación de medidas ambientales

De manera paralela a las actividades de preparación del sitio se implementarán las medidas ambientales previstas para el proyecto, con la finalidad de establecer desde el inicio de los trabajos las acciones de prevención, mitigación, control y manejo ambiental aplicables. Entre las medidas contempladas se encuentran aquellas relacionadas con el manejo adecuado de residuos, prevención de derrames, control de emisiones de polvo, manejo de maquinaria y equipo, protección de la fauna, capacitación del personal y conservación de los materiales producto del deshierbe y despalme.

Estas medidas serán aplicadas de manera progresiva conforme avance la preparación del sitio y continuarán durante las etapas subsecuentes del proyecto.

7. Vigilancia y seguimiento ambiental

Durante las actividades de preparación del sitio se implementarán acciones de vigilancia y seguimiento ambiental, mediante recorridos periódicos de supervisión dentro de las áreas de trabajo.

La vigilancia tendrá como finalidad verificar que las actividades se desarrollen dentro de las superficies previamente delimitadas, que se cumplan las medidas ambientales establecidas en la presente manifestación de impacto ambiental y en las exhibidas en el resolutivo que otorgue la autoridad y que el manejo de los materiales y residuos generados se realice conforme a los procedimientos establecidos para el proyecto. Los resultados de las actividades de vigilancia y seguimiento serán registrados para, en su caso, establecer las acciones correctivas necesarias durante el desarrollo de los trabajos.

CONSULTA PÚBLICA

ETAPA 2

La Etapa 2 comprende una superficie de 21,339.64 m². De acuerdo con la información de uso de suelo y vegetación y con las condiciones observadas en campo, la superficie corresponde a vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.

Debido a las características de la cobertura vegetal presente, en esta etapa se contempla la realización de actividades de desmonte y despalme, mismas que estarán condicionadas a la elaboración y gestión del Estudio Técnico Justificativo (ETJ), así como a la obtención de las autorizaciones ambientales correspondientes.

1. **Delimitación del área de trabajo**

Previo al desarrollo de las actividades de intervención se realizará la delimitación de la superficie correspondiente a la Etapa 2 mediante trabajos topográficos.

La delimitación será materializada en campo mediante estacas y cinta de señalización, permitiendo identificar claramente los límites de la superficie autorizada y mantener las actividades de preparación dentro de los 21,339.64 m² correspondientes a esta etapa. La delimitación se realizará antes de cualquier actividad de desmonte, con la finalidad de establecer físicamente la superficie que podrá ser intervenida.

2. **Elaboración y gestión del ETJ**

Como actividad previa al desmonte de la vegetación existente en la Etapa 2, se contempla la elaboración y gestión del Estudio Técnico Justificativo (ETJ), de conformidad con los requerimientos ambientales aplicables al cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

El ETJ comprenderá la integración de la información técnica, ambiental y documental necesario para sustentar las actividades que se pretenden realizar en la superficie de 21,339.64 m² y será presentado ante las autoridades competentes para su evaluación. Las actividades de desmonte de esta etapa no se iniciarán hasta contar con las autorizaciones que resulten aplicables.

3. **Obtención de autorizaciones ambientales**

Una vez elaborado y presentado el ETJ, se realizará la gestión correspondiente ante las autoridades competentes para obtener las autorizaciones ambientales necesarias para la intervención de la superficie de la Etapa 2.

CONSULTA PÚBLICA

La ejecución de las actividades que impliquen la remoción de la vegetación estará sujeta a la obtención previa de las autorizaciones correspondientes y al cumplimiento de las condicionantes, medidas y obligaciones que, en su caso, sean establecidas por las autoridades ambientales.

4. **Programa de Rescate y Reubicación de Flora**

Previo al inicio del desmonte se implementará el Programa de Rescate y Reubicación de Flora, mediante el cual se realizarán recorridos y actividades de identificación de los ejemplares de interés ambiental que se encuentren dentro de la superficie de intervención.

Los ejemplares que resulten susceptibles de rescate serán manejados conforme a los procedimientos establecidos en el programa y, cuando corresponda, serán trasladados a sitios previamente definidos para su conservación, manejo o posterior utilización durante las actividades de restauración. Las actividades de rescate se realizarán antes del inicio del desmonte de la superficie correspondiente a la Etapa 2.

5. **Programa de Rescate de Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna**

Previo y durante las actividades de preparación de la Etapa 2 se implementará el Programa de Rescate de Fauna, orientado a prevenir afectaciones a los ejemplares de fauna silvestre que pudieran encontrarse dentro de la superficie de intervención. Se realizarán recorridos de reconocimiento y búsqueda, así como acciones de ahuyentamiento y, cuando sea necesario, rescate y reubicación de ejemplares, de acuerdo con los procedimientos establecidos en el programa.

El desarrollo de estas actividades será previo al inicio del desmonte y se mantendrá el seguimiento durante las actividades de preparación que pudieran generar desplazamiento de fauna.

6. **Desmonte y despalme**

Una vez obtenidas las autorizaciones ambientales correspondientes y concluidas las actividades previstas en los programas de rescate de flora y fauna, se procederá con el desmonte de la vegetación existente dentro de los 21,339.64 m² de la Etapa 2. El desmonte consistirá en el retiro de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia presente dentro de la superficie autorizada, utilizando maquinaria y equipo adecuados para las condiciones del terreno.

CONSULTA PÚBLICA

El material vegetal producto del desmonte será sometido a un proceso de triturado. Una vez triturado, será almacenado temporalmente en un sitio previamente seleccionado, procurando que su ubicación no interfiera con la operación, circulación de maquinaria o actividades de extracción.

El material triturado será posteriormente reintegrado al suelo como parte del manejo de la materia orgánica y de las actividades de restauración del área intervenida. Posteriormente se realizará el despalme de la superficie, considerando un espesor aproximado de entre 20 y 30 cm. El material producto del despalme será almacenado temporalmente en un sitio adecuado dentro del proyecto y será conservado para su posterior utilización durante las actividades de restauración y rehabilitación.

Tanto el material vegetal triturado como el material producto del despalme serán manejados de manera que se evite su dispersión y se garantice su conservación hasta el momento en que sean requeridos para las actividades de restauración.

7. **Instalación de letrinas, botes, campers y áreas de sombra**

Para la Etapa 2 se contempla la instalación de los elementos provisionales necesarios para atender las necesidades básicas del personal durante las actividades de preparación y operación. Se considera la utilización de un camper, una letrina sanitaria, dos tambores para residuos y un área de sombra de aproximadamente 3 × 3 m mediante malla sombra.

Las instalaciones serán de carácter provisional y se colocarán en sitios previamente definidos, procurando que no interfieran con las actividades de preparación, extracción, circulación de maquinaria y transporte.

8. **Implementación de medidas ambientales**

Durante la preparación de la Etapa 2 se implementarán las medidas ambientales previstas para el proyecto, de manera complementaria a los programas específicos de rescate de flora y fauna. Las medidas comprenderán acciones relacionadas con el manejo de residuos, prevención y atención de derrames, control de emisiones de polvo, manejo de maquinaria y equipo, protección de fauna, conservación del suelo y material vegetal, capacitación ambiental del personal y vigilancia de los límites de intervención.

CONSULTA PÚBLICA

La implementación de estas medidas se realizará de manera previa, durante y posterior a las actividades de preparación del sitio, de acuerdo con la naturaleza y avance de cada actividad. En conjunto, las actividades de preparación del sitio se desarrollarán de manera progresiva y diferenciada entre ambas etapas, respetando las superficies establecidas para cada una y manteniendo sin intervención directa la franja de amortiguamiento de 12,298.45 m².

II.2.3. Etapa de construcción.

No se contempla actividades para esta etapa.

II.2.4. Construcción de obras asociadas o provisionales

El proyecto no contempla la construcción de obras civiles permanentes, edificaciones, oficinas, talleres, plantas de proceso fijas o instalaciones destinadas a permanecer de manera permanente en el sitio. Las necesidades operativas del proyecto serán atendidas mediante instalaciones provisionales y mediante el aprovechamiento y rehabilitación de infraestructura de acceso existente.

De acuerdo con las características y alcances del proyecto, las obras asociadas y provisionales que se contemplan son las siguientes:

Abastecimiento de energía eléctrica

No se contempla la construcción de instalaciones para la generación, transformación o conducción de energía eléctrica dentro del área del proyecto.

Las actividades principales corresponden al aprovechamiento del material mediante maquinaria y equipo de combustión interna, por lo que no será necesaria la instalación de una subestación eléctrica, transformadores, líneas de distribución ni infraestructura eléctrica permanente.

En caso de requerirse energía eléctrica para las instalaciones provisionales destinadas al personal, ésta será atendida mediante sistemas autónomos y/o equipos portátiles, de acuerdo con las necesidades operativas del proyecto, sin que se contemple la construcción de una red eléctrica permanente.

CONSULTA PÚBLICA

Camino de acceso existente y rehabilitación

Como obra asociada al proyecto se contempla el aprovechamiento de un camino existente de terracería, conocido localmente como camino blanco, con una longitud aproximada de 500 m.

Actualmente, dicho camino es utilizado como camino saca cosecha, debido a la presencia de predios agrícolas en las áreas colindantes. Por lo tanto, constituye una vía de acceso existente que permite la comunicación con el área donde se desarrollará el proyecto.

Como parte de las actividades de preparación del sitio se realizará únicamente su rehabilitación y acondicionamiento para permitir el tránsito seguro de maquinaria, vehículos de transporte y personal relacionados con el proyecto.

Las actividades podrán comprender la nivelación, conformación y compactación de la superficie de rodamiento, así como el mantenimiento de las condiciones de transitabilidad del camino, de acuerdo con las condiciones que presente al momento de iniciar los trabajos.

No se contempla la apertura de una nueva vía de comunicación, ni la construcción de un camino adicional, ni la modificación sustancial del trazo existente. La intervención se limitará al mejoramiento de la superficie del camino actualmente utilizado.

Instalaciones sanitarias provisionales

Como parte de las instalaciones provisionales se contempla la colocación de letrinas sanitarias para atender las necesidades del personal durante las actividades de preparación y aprovechamiento. Considerando una plantilla estimada de cinco trabajadores, se contempla la instalación de una letrina sanitaria, tomando como referencia una relación de una letrina por cada diez trabajadores.

La instalación será de carácter temporal y se ubicará en un sitio previamente definido, procurando que no interfiera con las actividades de extracción, circulación de maquinaria o transporte.

El área prevista para la instalación de la letrina se localiza en el siguiente punto de referencia ***UTM: 16N X 242389.00 Y 2135630.00***

CONSULTA PÚBLICA

Camper para uso del personal

Se contempla la colocación de un camper como instalación provisional para apoyar las actividades del personal durante el desarrollo del proyecto.

Se considera un solo camper, el cual será colocado sobre la superficie previamente delimitada y no requerirá la construcción de cimentaciones, estructuras permanentes o modificaciones importantes del terreno.

El área prevista para el camper se localiza en el siguiente punto de referencia UTM: ***16N Coordenada X 242387.00 Coordenada Y 2135618.00***

El camper tendrá carácter temporal y permanecerá en el sitio durante el periodo en que sea requerido para las actividades del proyecto.

Área provisional de sombra

Se contempla la instalación de un área provisional de sombra destinada al descanso y protección del personal durante las jornadas de trabajo.

Esta instalación tendrá una superficie aproximada de 9 m², correspondiente a un área de 3 × 3 m, y estará conformada mediante malla sombra y elementos ligeros de soporte.

No se contempla la construcción de una estructura permanente ni la ejecución de obras de cimentación para esta instalación.

Área para almacenamiento temporal de residuos

Como parte de la infraestructura provisional se dispondrá de recipientes destinados al almacenamiento temporal de los residuos generados durante las actividades del proyecto.

Para este fin se contempla la colocación de dos tambores para residuos, los cuales serán utilizados para la separación y almacenamiento temporal de los residuos generados por el personal y las actividades desarrolladas en el sitio.

Los recipientes serán colocados en un sitio previamente definido y acondicionado, procurando que no interfieran con las actividades de operación y que se evite la dispersión de los residuos.

Los residuos almacenados serán retirados periódicamente y manejados conforme al Programa Integral de Residuos establecido para el proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

II.2.5. Etapa de operación y mantenimiento

La extracción y el aprovechamiento del material se realizará a cielo abierto mediante; la extracción mecánica de material, así mismo contempla la trituración del material, el acarreo y transporte del material.

No se realizarán trabajos de explotación por debajo del freático; de igual forma, será necesario considerar medidas para evitar la contaminación del agua subterránea, esto debido a que un área explotada presenta una menor distancia con el manto freático. De forma más específica, los procesos de operación se describen a continuación.

a) EXTRACCIÓN DEL MATERIAL

Extracción Mecánica

1. Preparación del banco de material de yeso

La preparación del banco se realizará una vez se tenga el nuevo frente retirando el suelo que esta sobre el material útil utilizando maquinaria pesada. Este material se apilará y se va acarrear hacia un sitio destinado para su acopio. al retirar este material el frente está listo para empezar a ejecutar las actividades de explotación mecánica.

2. Explotación Mecánica

Con maquinaria pesada (excavadora hidráulica con aditamento de martillo neumático) se comienza a excavar el frente del banco, tratando de obtener rocas de tamaño adecuado para ser cargadas a los camiones. La explotación se realiza en base al procedimiento descrito en el plan de minado para poder obtener la calidad de material que se requiere en el siguiente proceso. Con la excavadora hidráulica se excavando el frente de trabajo de manera tal que el material se va seleccionado en base a la calidad y tamaño requerido.

3. Acarreo y transporte

Una vez que el material cumple con las especificaciones en cuanto al tamaño y calidad, se carga en el área mediante maquinaria pesada (cargador frontal “trascabo”) en camiones de volteo. El producto final será roca transformada en materia prima para la elaboración de cemento, esto último se realizará fuera del sitio.

CONSULTA PÚBLICA

4. Trituración

Se realizará la trituración del material hasta legar a los tamaños que el cliente y el promovente desea. Esto se realizará mediante un triturador móvil primaria donde sale a una granulometría máxima de 20 cm, luego mediante la banda transportadora cae a una trituradora secundaria y es depositado en las pilas de almacenamiento de materiales dentro de la planta.

Durante el desarrollo de la extracción, carga y transporte, se preverá que tanto la maquinaria como los camiones de volteo, se restrinjan al sitio y ruta asignada en cada caso para no invadir las áreas aledañas, sobre todo aquellas donde se desarrollen otras actividades productivas o exista vegetación. En el sitio no se llevarán a cabo trabajos de mantenimiento, ya que la maquinaria y equipo que se encuentre dentro del proyecto deberá tener su mantenimiento adecuado y funcionando en buenas condiciones.

b) MANTENIMIENTO

Las áreas a las que se les dará mantenimiento son el camino existente, el cual funcionara como entrada del banco de material, las áreas específicas para maniobras de camiones y resguardo de maquinaria, así como la maquinaria misma empleada en el proceso de extracción. De éstos, únicamente la maquinaria pesada poseerá un programa de mantenimiento regular, ya que las instalaciones mencionadas se repararán conforme se vayan deteriorando, utilizando para esto el mismo material extraído del banco de yeso y la maquinaria con que se cuenta. Durante la temporada de lluvias puede ocurrir el mayor desgaste de las terracerías habilitadas en la propiedad debido al paso constante de vehículos y maquinaria.

En cuanto a la maquinaria, vehículos y equipo como son, por ejemplo: el tractor tipo D6, cargador frontal, la excavadora hidráulica, compresor, etc., que se encuentren en uso durante las actividades de extracción, se les realiza un servicio de mantenimiento y revisión general periódica, de acuerdo al horómetro transcurrido. Esta actividad se realizará en talleres fuera del área del proyecto.

La maquinaria pesada en uso será la única fuente posible de generación de residuos peligrosos (aceites gastados y materiales impregnados con grasas y aceites) en el proceso de operación. Esto también aplica para los vehículos y camiones de volteo; los cuales serán sometidos a afinación y revisión vehicular cada seis meses, contados a partir del inicio de las actividades en el banco de material.

CONSULTA PÚBLICA

II.2.6. Requerimientos

Se estima la generación de empleos temporales y permanentes. Los requerimientos aproximados de personal para las diferentes etapas que conforman el proyecto se presentan a continuación:

- **Personal**

Tabla 14. Requerimiento de personal en las diferentes etapas del proyecto

PREPARACIÓN DEL SITIO Y OPERACIÓN		
Personal	**Cantidad**	**Tipo de contratación**
Residente de obra	1	Permanente
Biólogo y/o Ing. Ambiental	1	Permanente
OPERACIÓN		
Personal	**Cantidad**	**Tipo de contratación**
Operadores en general	2	Permanente
Mecánico	1	Temporal

- **Insumos**

El requerimiento de combustible será variable dependiendo del grado de trabajo que se presente, éste será adquirido de las estaciones de servicio cercanas al sitio y en caso de emergencia, serán transportadas hasta el área del proyecto mediante pipas despachadoras, por lo que en ningún momento se contempla el almacenamiento de este combustible. Los aceites y lubricantes serán adquiridos al momento en que se requiera, por lo que tampoco se contempla almacenarlos en la obra.

La cantidad de combustible estará en función del número de máquinas que laboren en la obra por lo que puede variar a lo largo del proyecto. En la tabla siguiente se presenta la estimación aproximada del volumen de combustible que se requerirá por tipo de maquinaria, así como los equipos en operación.

Consumos de combustible proyectado.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 15. Requerimiento de combustible en las diferentes etapas del proyecto

EQUIPO	CANTIDAD	HORAS/MES	DIESEL/MES (L)	ACEITE/MES (L)
Tractor de orugas	1	104	1,560	15.6
Trackdrill	1	80	1,120	11.2
Cargador frontal	2	208	3,744	37.4
Excavadora con martillo	1	156	2,808	28.1
Motoconformadora	1	52	728	7.3
Pipa de agua	1	104	1,248	12.5
Camión tándem	5	520	9,360	93.6
Camioneta pick-up	1	156	1,092	10.9
Camión volteo	2	208	3,744	37.4
Triturador móvil	1	104	1,664	16.6
Totales	**16**	**1,692**	**27,068**	**270.6**

- **Maquinaria y equipo**

La maquinaria que se utilizara en las diferentes etapas del proyecto, es principalmente maquinaria pesada y algunos vehículos menores, mismos que se describen a continuación:

P= Preparación del sitio
O = Operación
PO = Pos-Operación

Tabla 16. Maquinaria utilizada en el proyecto

Equipo	Cantidad	Etapa del proyecto	Horas de trabajo diario	Tipo de combustible
Tractor de orugas	1	P, O Y OP	6 h/día	Diésel
Trackdrill	1	O	6 h/día	Diésel
Cargador frontal	2	P, O Y OP	8 h/día	Diésel
Excavadora con martillo	1	P, O Y OP	8 h/día	Diésel
Motoconformadora	1	P, O Y OP	6 h/día	Diésel
Pipa de agua	1	P, O Y OP	6 h/día	Diésel
Camión tándem	5	O	8 h/día	Diésel
Camioneta pick-up	1	P, O Y OP	8 h/día	Gasolina
Camión volteo	2	O	8 h/día	Diésel
Triturador móvil	1	O	8 h/día	Diésel
Total	**16 equipos**			

CONSULTA PÚBLICA

II.2.7. Etapa de Abandono del sitio

La etapa de abandono del sitio o post-operación del proyecto “Banco de Yeso” se contempla durante el quinto año de vida útil del proyecto, una vez concluidas las actividades de extracción y aprovechamiento del material correspondientes a las Etapas 1 y 2. Esta etapa tendrá como finalidad realizar las acciones de rehabilitación y restauración de las áreas intervenidas, procurando que las condiciones finales del sitio permitan su recuperación progresiva y favorezcan el establecimiento de vegetación.

El abandono del sitio no contempla el desarrollo de nuevas obras permanentes, ampliaciones del área de aprovechamiento ni actividades adicionales de extracción. Las acciones estarán orientadas principalmente al retiro de instalaciones provisionales, limpieza general, acondicionamiento de las áreas intervenidas y ejecución de las medidas de restauración establecidas para el proyecto.

A continuación, se presenta el programa de abandono del sitio:

II.2.7.1. Programa de abandono, rehabilitación y restauración del sitio.

1. Introducción

El presente Programa de Abandono, Rehabilitación y Restauración del Sitio tiene como finalidad establecer las acciones que serán implementadas una vez concluidas las actividades de aprovechamiento y extracción de yeso del proyecto, con el objeto de rehabilitar las áreas intervenidas y propiciar la recuperación progresiva de las condiciones ambientales del sitio. La etapa de abandono o post-operación se contempla durante el quinto año de vida útil del proyecto, una vez concluidas las actividades extractivas correspondientes a las Etapas 1 y 2.

Las acciones de abandono estarán orientadas al retiro de la maquinaria e instalaciones provisionales, limpieza de las áreas intervenidas, reincorporación del material producto del despalme, acondicionamiento y nivelación de las superficies, estabilización de los taludes y establecimiento de vegetación mediante actividades de reforestación.

El programa considera como principio fundamental el aprovechamiento de los materiales disponibles dentro del propio predio, particularmente el material producto del despalme que haya sido previamente conservado durante las etapas de preparación y operación, con la finalidad de utilizarlo como capa superficial durante la rehabilitación de las áreas intervenidas.

CONSULTA PÚBLICA

2. Objetivo general

Establecer las medidas, acciones y procedimientos que serán implementados durante la etapa de abandono y post-operación del proyecto para rehabilitar las áreas intervenidas por las actividades extractivas, mediante la restitución de la capa superficial del suelo con material producto del despalme, la adecuación de las superficies, la nivelación y estabilización de taludes y la reforestación de las áreas susceptibles de recuperación.

3. Objetivos específicos

- Retirar la maquinaria, equipos e instalaciones provisionales utilizadas durante la operación del banco.
- Realizar la limpieza general de las áreas intervenidas.
- Reincorporar el material producto del despalme previamente almacenado dentro del predio.
- Restituir una capa superficial de material edáfico sobre las áreas destinadas a restauración.
- Realizar trabajos de conformación y nivelación de las superficies intervenidas.
- Ejecutar las acciones de estabilización de taludes conforme al programa específico establecido para tal efecto.
- Favorecer el establecimiento de vegetación mediante actividades de reforestación.
- Prevenir la generación de procesos erosivos en las superficies rehabilitadas.
- Dar seguimiento al establecimiento y supervivencia de la vegetación.
- Realizar acciones de mantenimiento y reposición de individuos vegetales cuando resulte necesario.
- Verificar las condiciones finales del sitio y documentar las acciones de restauración realizadas.

CONSULTA PÚBLICA

4. Alcance del programa

El presente programa será aplicable a las superficies que hayan sido directamente intervenidas por las actividades de extracción y operación del proyecto, una vez que éstas hayan dejado de ser utilizadas para fines extractivos.

Las actividades de restauración se desarrollarán de manera progresiva y ordenada, priorizando aquellas superficies en las que haya concluido definitivamente el aprovechamiento. La superficie destinada a la franja de amortiguamiento de 12,298.45 m² permanecerá como área de protección y separación del área de aprovechamiento, por lo que las acciones de restauración se concentrarán principalmente en las superficies directamente intervenidas por las actividades extractivas.

5. Actividades del programa

5.1. Retiro de maquinaria y equipo

Una vez concluida la extracción, se procederá al retiro de la maquinaria y equipo utilizados durante la operación del banco.

La maquinaria será retirada del área del proyecto y trasladada a los sitios destinados para su resguardo o mantenimiento. No se contempla realizar actividades de mantenimiento o reparación de maquinaria dentro del área del proyecto durante la etapa de abandono.

5.2. Retiro de instalaciones provisionales

Se realizará el retiro de las instalaciones provisionales utilizadas durante las etapas de preparación y operación, incluyendo el camper, letrina, área de sombra y recipientes destinados al almacenamiento temporal de residuos.

Una vez retirados estos elementos, se realizará la limpieza y acondicionamiento de las superficies donde hayan sido colocados.

5.3. Limpieza general del sitio

Se efectuará una inspección general de las áreas intervenidas para identificar y retirar residuos, materiales sobrantes, piezas, elementos de maquinaria y cualquier otro material generado durante la operación.

Los residuos serán separados de acuerdo con sus características y manejados conforme al Programa Integral de Residuos y a la legislación ambiental aplicable.

CONSULTA PÚBLICA

No deberá permanecer en el sitio ningún residuo, combustible, lubricante, material contaminante o elemento asociado a la operación que pueda representar un riesgo ambiental.

5.4. Reincorporación del material producto del despalme

El material producto del despalme que haya sido retirado durante la preparación de las áreas de aprovechamiento y conservado dentro del predio será utilizado durante la etapa de restauración. Este material será distribuido sobre las superficies previamente acondicionadas, procurando conservar su estructura y características como sustrato para el establecimiento de vegetación.

La reincorporación del material de despalme se realizará después de concluir los trabajos de conformación y nivelación de las superficies, evitando que sea utilizado como material de relleno estructural. Su función principal durante la restauración será proporcionar una capa superficial con características favorables para el establecimiento de la cobertura vegetal.

5.5. Conformación y nivelación de superficies

Una vez concluidas las actividades extractivas, se realizarán trabajos de conformación y nivelación de las superficies intervenidas. Estas actividades tendrán como finalidad adecuar las condiciones físicas del terreno y generar superficies compatibles con las acciones posteriores de restauración y reforestación.

La conformación del terreno se realizará evitando dejar depresiones, acumulaciones de material o superficies que puedan favorecer la concentración de escurrimientos y procesos erosivos.

5.6. Nivelación y estabilización de taludes

Los taludes generados por las actividades de extracción serán sometidos a trabajos de conformación y estabilización. Las actividades específicas de geometría, conformación, pendientes y métodos de estabilización serán desarrolladas en el Programa de Estabilización de Taludes del proyecto, el cual formará parte complementaria del presente programa.

Una vez concluidos los trabajos de estabilización, se procederá a la colocación del material producto del despalme sobre las superficies susceptibles de revegetación.

CONSULTA PÚBLICA

5.7. Restitución de la capa superficial

Sobre las áreas previamente niveladas y estabilizadas se distribuirá el material producto del despalme conservado durante la operación. La distribución se realizará de manera uniforme, procurando generar una superficie adecuada para el establecimiento de vegetación.

El material será extendido y acomodado mediante maquinaria, evitando compactaciones excesivas que puedan limitar la infiltración de agua y el desarrollo de las raíces.

5.8. Reforestación

Una vez concluidos los trabajos de acondicionamiento del terreno y reincorporación del material de despalme, se realizarán actividades de reforestación en las superficies destinadas a restauración. La reforestación tendrá como finalidad establecer nuevamente una cobertura vegetal que contribuya a la protección del suelo, reduzca la susceptibilidad a la erosión y favorezca la recuperación ambiental del sitio.

Las especies a utilizar deberán ser compatibles con las condiciones ambientales del área y, preferentemente, corresponder a especies nativas o adaptadas a las condiciones locales. La plantación se realizará durante condiciones climáticas favorables, preferentemente al inicio de la temporada de lluvias, con la finalidad de favorecer el establecimiento de los individuos.

5.9. Mantenimiento de las áreas reforestadas

Posteriormente al establecimiento de la vegetación se realizarán actividades de mantenimiento y seguimiento. Estas podrán incluir riego de apoyo durante periodos de baja precipitación, control de malezas competidoras, reposición de individuos muertos o en condiciones deficientes y acciones correctivas cuando se detecten problemas de erosión o pérdida de suelo.

El mantenimiento continuará durante el periodo necesario para verificar que la vegetación establecida presente condiciones adecuadas de supervivencia y desarrollo.

CONSULTA PÚBLICA

5.10. Prevención y control de procesos erosivos

Durante la etapa de restauración se realizará vigilancia permanente de las superficies rehabilitadas, particularmente después de eventos de lluvia. En caso de identificarse procesos erosivos, cárcavas, arrastre de material o pérdida de la capa superficial, se implementarán medidas correctivas, tales como reconformación de superficies, restitución de material de despalme y reforzamiento de la cobertura vegetal.

5.11. Seguimiento y vigilancia ambiental

Durante la etapa de post-operación se mantendrá un esquema de vigilancia ambiental para verificar el cumplimiento de las acciones previstas en el presente programa.

El seguimiento considerará, como mínimo:

- Estado de las superficies rehabilitadas.
- Condiciones de estabilidad de los taludes.
- Presencia o ausencia de procesos erosivos.
- Estado de la capa de material de despalme reincorporada.
- Supervivencia y desarrollo de la vegetación establecida.
- Presencia de residuos o materiales remanentes.
- Necesidad de realizar acciones correctivas o de mantenimiento.

6. Medidas de rehabilitación, restitución, compensación y restauración

Las acciones previstas para la etapa de abandono se agrupan de la siguiente manera:

Tabla 17. Medidas de rehabilitación, restitución, compensación y restauración

Tipo de medida	Acción prevista
Rehabilitación	Limpieza, retiro de maquinaria e instalaciones provisionales y acondicionamiento de las áreas intervenidas.
Restitución	Reincorporación del material producto del despalme sobre las superficies previamente acondicionadas.
Restauración	Conformación del terreno, estabilización de taludes y reforestación de las áreas susceptibles de recuperación.

CONSULTA PÚBLICA

Tipo de medida	Acción prevista
Compensación	En caso de que durante la ejecución del proyecto se determine la necesidad de medidas adicionales conforme a las autorizaciones ambientales correspondientes, éstas serán implementadas de acuerdo con las obligaciones establecidas por la autoridad competente.
Mantenimiento	Riego de apoyo, reposición de individuos vegetales y corrección de procesos erosivos durante el periodo de seguimiento.

7. Programa tentativo de ejecución

Las actividades de abandono y restauración se desarrollarán durante el quinto año del proyecto, de manera secuencial, conforme al siguiente esquema:

Tabla 18. Programa tentativo para las actividades de abandono y restauración

Actividades	Año 5											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Conclusión de actividades extractivas	■											
Retiro de maquinaria y equipo	■	■										
Retiro de instalaciones provisionales			■	■								
Limpieza general del sitio					■	■	■					
Conformación y nivelación de superficies						■	■	■				
Estabilización de taludes							■	■	■			
Reincorporación del material producto del despalme								■	■	■		
Preparación de superficies para reforestación									■	■		
Reforestación										■	■	
Mantenimiento de áreas reforestadas										■	■	■
Vigilancia y seguimiento ambiental	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Las actividades de mantenimiento, vigilancia y seguimiento de las áreas restauradas podrán prolongarse posteriormente al quinto año, en función de las condiciones que presente el sitio y de los resultados obtenidos durante el seguimiento ambiental.

8. Criterios para determinar la conclusión del abandono

La etapa de abandono podrá considerarse concluida cuando se verifique que:

- Las actividades extractivas han finalizado.
- La maquinaria y las instalaciones provisionales han sido retiradas.
- Las áreas intervenidas se encuentran libres de residuos y materiales asociados a la operación.
- Los taludes han sido conformados y estabilizados.
- El material producto del despalme ha sido reincorporado en las áreas destinadas a restauración.
- Las superficies destinadas a recuperación cuentan con condiciones adecuadas para el establecimiento de vegetación.
- Se han realizado las actividades de reforestación previstas.
- La vegetación establecida presenta condiciones satisfactorias de supervivencia y desarrollo.
- No se presentan procesos erosivos significativos que comprometan las áreas restauradas.
- Se han implementado las acciones correctivas necesarias identificadas durante las actividades de seguimiento.

9. Evidencia y seguimiento

Como parte del seguimiento del programa se integrará evidencia documental y fotográfica de las actividades realizadas, incluyendo, cuando corresponda, registros de retiro de instalaciones, limpieza, conformación de superficies, reincorporación del material de despalme, estabilización de taludes, reforestación y mantenimiento.

La información generada permitirá acreditar la ejecución de las medidas de rehabilitación y restauración previstas para la etapa de post-operación del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

II.2.7.2. Programa de estabilización, nivelación y restauración de taludes

1. Introducción

El presente Programa de Estabilización, Nivelación y Restauración de Taludes forma parte de las medidas previstas para la etapa de post-operación del proyecto y tiene como finalidad establecer las acciones necesarias para garantizar condiciones adecuadas de estabilidad física en las superficies y taludes generados como consecuencia de las actividades de extracción del material.

La extracción del yeso se realizará mediante un sistema de aprovechamiento a cielo abierto, con profundidades de extracción estimadas entre 1 y 3 m. Una vez concluidas las actividades extractivas, las superficies intervenidas serán sometidas a trabajos de conformación, nivelación y estabilización, previo a la reincorporación del material producto del despalme y a las actividades de reforestación.

El programa contempla la ejecución ordenada de trabajos de conformación geométrica de los taludes, eliminación de superficies inestables, nivelación de sectores que lo requieran, manejo de escurrimientos superficiales y establecimiento posterior de cobertura vegetal, con el propósito de reducir la posibilidad de erosión, desprendimiento o pérdida de material.

2. Objetivo general

Establecer las acciones técnicas y ambientales necesarias para la conformación, nivelación, estabilización y restauración de los taludes generados durante las actividades de extracción, procurando condiciones adecuadas de estabilidad física y favoreciendo posteriormente su recuperación mediante la reincorporación del material de despalme y la reforestación.

3. Objetivos específicos

- Identificar y revisar los taludes generados durante las actividades de extracción.
- Realizar la conformación y nivelación de las superficies que lo requieran.
- Eliminar zonas con material suelto o geometrías que puedan favorecer procesos de inestabilidad.
- Reducir la susceptibilidad de los taludes a procesos de erosión y pérdida de material.
- Favorecer el manejo adecuado de los escurrimientos superficiales.

CONSULTA PÚBLICA

- Colocar material producto del despalme sobre las superficies estabilizadas que sean destinadas a restauración.
- Favorecer el establecimiento de cobertura vegetal sobre los taludes y superficies rehabilitadas.
- Realizar inspecciones periódicas para verificar la estabilidad de los taludes.
- Implementar medidas correctivas en caso de detectar erosión, asentamientos, desprendimientos o cualquier condición que comprometa la estabilidad de las superficies restauradas.

4. Alcance

El presente programa será aplicable a los taludes y superficies inclinadas que se generen como resultado de las actividades de aprovechamiento.

Las acciones se realizarán una vez que hayan concluido las actividades extractivas en cada área y, de manera particular, durante el quinto año correspondiente a la etapa de abandono, rehabilitación y restauración del sitio.

La estabilización de los taludes será realizada antes de la colocación definitiva del material producto del despalme y de las actividades de reforestación, de manera que la cobertura vegetal se establezca sobre superficies previamente acondicionadas.

5. Principios de estabilización

Las acciones de estabilización se basarán en los siguientes principios:

1. Adecuación de la geometría de los taludes.
2. Eliminación de materiales sueltos o inestables.
3. Nivelación y conformación de superficies.
4. Control y conducción adecuada de escurrimientos superficiales.
5. Protección de las superficies contra procesos erosivos.
6. Restitución de la capa superficial mediante material producto del despalme.
7. Establecimiento de cobertura vegetal.
8. Seguimiento periódico de las condiciones de estabilidad.

CONSULTA PÚBLICA

La ejecución de estas acciones será realizada de manera progresiva, procurando evitar la exposición prolongada de superficies desnudas una vez concluidas las actividades extractivas.

6. Actividades del programa

6.1. Inspección inicial de los taludes

Una vez concluida la extracción en cada área, se realizará una inspección visual y física de los taludes generados.

Durante esta inspección se identificarán, entre otros aspectos:

- Sectores con material suelto.
- Grietas o irregularidades visibles.
- Desprendimientos.
- Acumulaciones de material en la base.
- Superficies susceptibles a erosión.
- Zonas de concentración de escurrimientos.
- Sectores que requieran reconformación o nivelación.

Los resultados de la inspección servirán para definir las acciones de estabilización que deberán ejecutarse en cada sector.

6.2. Retiro de material suelto

En los sectores donde se identifique material superficial suelto o inestable se realizará su retiro y acomodo controlado.

El material podrá ser redistribuido dentro de las áreas que requieran nivelación, siempre que sus características permitan su utilización, evitando generar acumulaciones que puedan favorecer desprendimientos o procesos erosivos.

6.3. Conformación geométrica de los taludes

Los taludes serán sometidos a trabajos de conformación con maquinaria, procurando obtener superficies uniformes y estables.

La conformación buscará eliminar cambios bruscos de pendiente, salientes, irregularidades o zonas que puedan concentrar escurrimientos.

CONSULTA PÚBLICA

La geometría final de cada talud deberá corresponder a las condiciones físicas del material encontrado durante la extracción y a las características finales de la superficie intervenida.

6.4. Nivelación de superficies

Las superficies ubicadas al pie y en la parte superior de los taludes serán niveladas cuando resulte necesario para mejorar la estabilidad y facilitar la restauración.

La nivelación permitirá generar condiciones adecuadas para la posterior colocación del material producto del despalme y para el establecimiento de vegetación.

Los trabajos se realizarán evitando movimientos innecesarios de material y procurando conservar dentro del predio los materiales susceptibles de ser utilizados durante la rehabilitación.

6.5. Formación de superficies de transición

Cuando las condiciones del terreno lo requieran, se conformarán zonas de transición entre las superficies planas y los taludes, evitando cambios abruptos de geometría.

Estas transiciones permitirán disminuir la concentración puntual de escurrimientos y facilitarán el establecimiento posterior de vegetación.

6.6. Manejo de escurrimientos superficiales

Como parte de la estabilización se verificará el comportamiento de los escurrimientos superficiales sobre las áreas rehabilitadas.

Se evitará que el agua de lluvia se concentre directamente sobre las caras de los taludes, particularmente en aquellos sectores donde exista susceptibilidad a erosión.

En caso de identificarse zonas de concentración de escurrimientos, se realizarán las adecuaciones necesarias para favorecer su conducción controlada hacia áreas donde no generen erosión o inestabilidad.

6.7. Colocación del material producto del despalme

Una vez concluidos los trabajos de conformación y estabilización, se colocará sobre las superficies susceptibles de restauración el material producto del despalme que haya sido conservado durante las etapas de preparación y operación.

CONSULTA PÚBLICA

El material será extendido de manera uniforme y se evitará su compactación excesiva, procurando mantener condiciones favorables para la infiltración del agua y el desarrollo radicular.

La colocación del material de despalme constituirá la etapa previa a las actividades de reforestación.

6.8. Protección contra la erosión

Las superficies estabilizadas serán sometidas a acciones de protección contra la erosión, principalmente mediante el establecimiento de cobertura vegetal. La vegetación permitirá disminuir la acción directa de la lluvia sobre el suelo, favorecer la retención de partículas y contribuir al desarrollo progresivo de una superficie más estable.

En los sectores donde se detecte erosión durante el seguimiento, se realizarán acciones correctivas consistentes en reconformación de la superficie, reposición de material de despalme y reforzamiento de la cobertura vegetal.

6.9. Reforestación de taludes

Después de la estabilización y colocación del material de despalme, se procederá a la reforestación de los taludes y superficies que presenten condiciones adecuadas para el establecimiento de vegetación. La plantación se realizará preferentemente durante la temporada de lluvias para favorecer la supervivencia de los individuos.

Se utilizarán especies vegetales adecuadas a las condiciones ambientales locales y compatibles con los objetivos de restauración del sitio.

6.10. Mantenimiento de los taludes restaurados

Durante el periodo posterior a la reforestación se realizarán inspecciones periódicas para verificar las condiciones de estabilidad de los taludes. Cuando se detecten individuos vegetales muertos o en condiciones deficientes, se realizará su reposición.

Asimismo, cuando se identifiquen pequeños procesos erosivos o pérdida de material, se realizarán trabajos correctivos de manera oportuna.

CONSULTA PÚBLICA

7. Maquinaria y equipo

Para las actividades de estabilización y nivelación podrán utilizarse los equipos contemplados dentro del proyecto, principalmente:

- Tractor de orugas.
- Cargador frontal.
- Excavadora con martillo.
- Motoconformadora.
- Pipa de agua.
- Camioneta pick-up.

La selección del equipo dependerá de las condiciones particulares de cada sector y del tipo de trabajo requerido. No se contempla la instalación de talleres o áreas permanentes de mantenimiento dentro del sitio del proyecto.

8. Medidas preventivas

Durante la ejecución de los trabajos de estabilización se observarán las siguientes medidas preventivas:

- Evitar la realización de trabajos que puedan generar inestabilidad en sectores previamente conformados.
- No acumular material en la parte superior de los taludes.
- Evitar concentraciones de agua sobre las caras de los taludes.
- Mantener libres de residuos las superficies en proceso de rehabilitación.
- Realizar las actividades de conformación de manera progresiva.
- Suspender temporalmente los trabajos cuando las condiciones meteorológicas puedan comprometer la seguridad de las actividades.
- Inspeccionar los taludes después de eventos de lluvia intensa.
- Corregir oportunamente cualquier condición que pudiera favorecer procesos erosivos o desprendimientos.

CONSULTA PÚBLICA

9. Programa tentativo de ejecución

Las actividades de estabilización de taludes se desarrollarán principalmente durante el quinto año, una vez concluida la extracción, y estarán coordinadas con el Programa de Abandono, Rehabilitación y Restauración del Sitio.

Tabla 19. Programa de estabilización de taludes

Actividades	Año 5											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inspección de taludes												
Identificación de zonas inestables												
Retiro y redistribución de material suelto												
Conformación geométrica de taludes												
Nivelación de superficies												
Conformación de zonas de transición												
Adecuación del manejo de escurrimientos												
Colocación de material producto del despalme												
Protección contra procesos erosivos												
Reforestación												
Inspección y mantenimiento												

Las actividades de inspección, mantenimiento y seguimiento podrán continuar después del quinto año cuando se identifique la necesidad de realizar acciones correctivas.

10. Seguimiento y monitoreo

El seguimiento de los taludes restaurados se realizará mediante inspecciones periódicas, particularmente después de eventos de precipitación.

Durante las inspecciones se verificará:

- Integridad de las superficies conformadas.
- Presencia de grietas o desprendimientos.
- Formación de cárcavas o surcos erosivos.
- Arrastre de material.

CONSULTA PÚBLICA

- Acumulación de agua.
- Estado de la cobertura vegetal.
- Supervivencia de los individuos establecidos.
- Necesidad de realizar trabajos de reconformación.

En caso de identificarse alguna condición que pueda comprometer la estabilidad del talud o la efectividad de las acciones de restauración, se implementarán las medidas correctivas correspondientes.

11. Indicadores de cumplimiento

Para evaluar la efectividad del programa se utilizarán, entre otros, los siguientes indicadores:

Tabla 20. Indicadores de cumplimiento del programa de estabilización de taludes

Indicador	Criterio de cumplimiento
Taludes conformados	Taludes intervenidos y acondicionados conforme a las condiciones finales del proyecto.
Superficies niveladas	Áreas requeridas correctamente conformadas.
Material de despalme reincorporado	Material disponible utilizado en las superficies destinadas a restauración.
Procesos erosivos	Ausencia de procesos erosivos significativos o aplicación de medidas correctivas cuando sean detectados.
Reforestación	Superficies programadas reforestadas.
Supervivencia vegetal	Seguimiento de individuos establecidos y reposición cuando resulte necesario.
Estabilidad física	Ausencia de desprendimientos o condiciones de inestabilidad que requieran acciones correctivas.

CONSULTA PÚBLICA

12. Conclusión

La implementación del presente Programa de Estabilización, Nivelación y Restauración de Taludes permitirá que las superficies generadas por las actividades de extracción sean sometidas a un proceso ordenado de rehabilitación física antes de su restauración vegetal.

La estrategia contempla como acciones principales la inspección de los taludes, retiro de materiales inestables, conformación y nivelación de superficies, control de escurrimientos, reincorporación del material producto del despalme y establecimiento de cobertura vegetal.

Estas acciones serán complementadas con actividades de vigilancia y mantenimiento posteriores, con la finalidad de verificar que las superficies restauradas mantengan condiciones adecuadas de estabilidad y que la cobertura vegetal contribuya progresivamente a la protección del suelo y recuperación del sitio.

II.2.8. Utilización de explosivos

Para el presente proyecto, no será necesario el uso de explosivos, el método de explotación y aprovechamiento será a cielo abierto.

CONSULTA PÚBLICA

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

Durante las diferentes etapas de ejecución del proyecto, se generarán residuos sólidos, residuos líquidos y emisiones a la atmósfera asociadas principalmente con las actividades de preparación del sitio, extracción y aprovechamiento del material, transporte interno, funcionamiento de maquinaria y equipo, así como con las actividades de rehabilitación y restauración previstas durante la etapa de post-operación.

El manejo de los residuos y emisiones se realizará de manera diferenciada de acuerdo con sus características y con la etapa en la que sean generados, procurando prevenir su dispersión, evitar afectaciones al suelo y agua y mantener condiciones adecuadas de seguridad y protección ambiental.

El proyecto no contempla el uso de explosivos para las actividades de extracción. Asimismo, el mantenimiento y reparación de maquinaria y equipo se realizará fuera del área del proyecto, por lo que no se contempla la generación de aceites usados, filtros contaminados, estopas impregnadas de hidrocarburos u otros residuos derivados del mantenimiento de maquinaria dentro del predio.

1. Residuos sólidos

Los residuos sólidos que se generarán durante el proyecto serán principalmente residuos sólidos urbanos, residuos orgánicos e inorgánicos derivados de las actividades del personal, así como materiales sobrantes asociados con las actividades de preparación, operación y restauración.

Durante la preparación del sitio se generarán principalmente residuos vegetales derivados de las actividades de deshierbe y, para la Etapa 2, del desmonte. El material vegetal susceptible de aprovechamiento será triturado y almacenado temporalmente en un sitio que no interfiera con las actividades del proyecto, para posteriormente ser reincorporado durante las actividades de restauración.

El material producto del despalme será separado del material vegetal y conservado dentro del predio para su posterior utilización durante la etapa de abandono y restauración. Por sus características, este material no será considerado un residuo de disposición final, debido a que será aprovechado como parte de las acciones de restitución de la capa superficial del suelo.

Durante la operación del banco se generarán principalmente residuos sólidos urbanos derivados de las actividades del personal, tales como envases, empaques, papel, cartón, plásticos y restos de alimentos.

CONSULTA PÚBLICA

También podrán generarse residuos de manejo especial asociados con materiales sobrantes, embalajes u otros residuos derivados de las actividades propias de la operación. Estos serán separados y almacenados temporalmente de acuerdo con sus características, evitando su dispersión y mezcla con residuos incompatibles.

No se contempla la generación intencional de residuos peligrosos dentro del proyecto; sin embargo, cualquier residuo que eventualmente presente características de peligrosidad será separado, almacenado y manejado de acuerdo con la legislación ambiental aplicable y entregado a un prestador autorizado.

2. Manejo de los residuos sólidos

Para el manejo de los residuos sólidos se contará con recipientes claramente identificados y ubicados en sitios estratégicos dentro del área de trabajo.

Se realizará la separación primaria de los residuos en:

- Residuos orgánicos.
- Residuos inorgánicos reciclables.
- Residuos inorgánicos no reciclables.
- Residuos que, por sus características, requieran manejo especial.

Los recipientes permanecerán cerrados o protegidos para evitar la dispersión de residuos por acción del viento y el acceso de fauna.

Los residuos serán recolectados periódicamente y trasladados a un sitio autorizado para su aprovechamiento, tratamiento o disposición final, según corresponda.

Queda prohibida la quema, abandono o disposición de residuos directamente sobre el suelo del proyecto.

3. Residuos vegetales

Los residuos vegetales generados durante el deshierbe y desmonte serán manejados de manera diferenciada.

En la Etapa 1, correspondiente al área cubierta principalmente por vegetación herbácea y pastizal cultivado, el material resultante del deshierbe será manejado dentro del área del proyecto.

En la Etapa 2, donde se contempla la intervención de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, el material vegetal derivado del

CONSULTA PÚBLICA

desmonte será manejado conforme al Programa de Rescate y Reubicación de flora y a las medidas ambientales aplicables.

El material vegetal susceptible de aprovechamiento será triturado y almacenado temporalmente en un sitio que no interfiera con las actividades extractivas. Posteriormente será reincorporado durante las actividades de restauración, contribuyendo a la recuperación de las condiciones del suelo.

4. Material producto del despalme

El material producto del despalme, estimado con base en las características del terreno y las actividades de preparación del sitio, será retirado de manera selectiva y almacenado temporalmente dentro del predio.

Este material será conservado para su posterior reincorporación durante la etapa de abandono y restauración del sitio.

La finalidad de conservar el material de despalme es aprovechar sus características como capa superficial para las áreas que serán rehabilitadas, evitando su disposición como residuo y favoreciendo las actividades posteriores de reforestación.

5. Residuos líquidos

Durante las diferentes etapas del proyecto se generarán principalmente aguas residuales de origen sanitario, asociadas con las necesidades fisiológicas del personal que labore en el sitio.

Para su manejo se contará con una letrina sanitaria durante las etapas de preparación y operación, en proporción adecuada al número de trabajadores.

Las aguas residuales sanitarias no serán descargadas directamente sobre el suelo ni sobre cuerpos de agua. El mantenimiento, limpieza y disposición de los residuos generados por la letrina serán realizados por el prestador del servicio correspondiente, de acuerdo con las disposiciones aplicables.

No se contempla la generación de aguas residuales provenientes de procesos industriales, ya que el proyecto corresponde a un banco de extracción de yeso y no contempla procesos de beneficio húmedo, lavado químico o transformación del material mediante procesos que generen aguas residuales industriales.

6. Residuos peligrosos

No se contempla realizar actividades de mantenimiento preventivo o correctivo de maquinaria dentro del área del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Por lo anterior, no se prevé la generación habitual dentro del predio, sin embargo; en caso de una reparación emergente, los aceites lubricantes usados, filtros usados, acumuladores, estopas impregnadas de hidrocarburos u otros residuos derivados de esas reparaciones, se almacenará de manera temporal y será entregado a empresas especializada en el manejo de este tipo de residuos, quienes se encargarán de transportarlos y darle disposición final. El abastecimiento de combustible será realizado de manera controlada, evitando el almacenamiento permanente de combustibles dentro del área del proyecto.

En caso de presentarse accidentalmente un derrame de combustible o lubricante, se aplicará el Protocolo de Prevención y Atención ante Derrames de Combustibles, procediendo a contener el derrame, recuperar el material contaminado y manejarlo conforme a su naturaleza y a las disposiciones ambientales aplicables.

7. Emisiones a la atmósfera

Las principales emisiones a la atmósfera estarán asociadas con el funcionamiento de la maquinaria y vehículos que utilizarán combustibles fósiles, así como con la generación de partículas suspendidas durante las actividades de preparación, extracción, trituración, movimiento y transporte del material.

Las emisiones previstas corresponden principalmente a:

- Partículas suspendidas y polvo.
- Material particulado generado por el movimiento de suelo y material pétreo.
- Gases de combustión provenientes de motores diésel y de gasolina.
- Ruido generado por maquinaria y vehículos.

7.1. Emisiones de partículas y polvo

Las principales fuentes potenciales de emisión de partículas serán:

- Deshierbe y desmonte.
- Despalme.
- Movimiento de suelo.
- Excavación y extracción del yeso.
- Carga del material.
- Trituración.

CONSULTA PÚBLICA

- Transporte mediante camiones.
- Circulación de maquinaria sobre caminos de terracería.
- Conformación y nivelación del terreno.
- Reincorporación del material de despalme.
- Actividades de restauración.

Para reducir la generación y dispersión de polvo se utilizará una pipa de agua para realizar riegos periódicos en caminos y superficies susceptibles de generar partículas, particularmente durante periodos secos y cuando las condiciones meteorológicas favorezcan la dispersión de polvo. Asimismo, se evitarán velocidades excesivas de los vehículos dentro del proyecto y se procurará que el transporte del material se realice de manera controlada, con lonas y/o humedecido.

7.2. Gases de combustión

Las emisiones de gases de combustión estarán asociadas con el funcionamiento de los motores de maquinaria pesada, camiones y vehículos utilizados durante el proyecto.

Los principales contaminantes potenciales serán:

- Monóxido de carbono (CO).
- Óxidos de nitrógeno (NOx).
- Bióxido de azufre (SO_2), dependiendo de las características del combustible utilizado.
- Hidrocarburos no quemados.
- Material particulado.

Para reducir estas emisiones se procurará que la maquinaria y los vehículos se encuentren en condiciones adecuadas de operación y cuenten con mantenimiento preventivo. No se permitirá mantener maquinaria encendida innecesariamente durante periodos prolongados cuando no se encuentre realizando actividades.

CONSULTA PÚBLICA

8. Generación de ruido

La generación de ruido estará asociada principalmente con la operación de maquinaria pesada, vehículos de transporte y equipo utilizado para la extracción, trituración y manejo del material. Las fuentes de ruido serán de carácter temporal y estarán directamente relacionadas con los horarios de operación del proyecto.

No se contempla el uso de explosivos, por lo que no existirán fuentes de ruido o vibraciones asociadas con voladuras.

8.1. Intensidad y duración estimada del ruido

Los niveles indicados en la siguiente tabla corresponden a valores de referencia estimados para maquinaria y equipo de características similares a los contemplados para el proyecto.

Tabla 21. Valores de referencia estimados para la intensidad y duración estimada de ruido

Equipo o actividad	Nivel sonoro estimado*	Duración estimada
Tractor de orugas	80–90 dB(A)	6 h/día
Trackdrill	85–95 dB(A)	6 h/día
Cargador frontal	78–88 dB(A)	8 h/día
Excavadora con martillo	85–100 dB(A)	8 h/día, durante periodos de operación
Motoconformadora	80–90 dB(A)	6 h/día
Pipa de agua	75–85 dB(A)	6 h/día
Camión tándem	78–88 dB(A)	8 h/día
Camioneta pick-up	70–80 dB(A)	8 h/día
Camión volteo	78–88 dB(A)	8 h/día
Triturador móvil	85–100 dB(A)	8 h/día
Actividades de reforestación y restauración	70–85 dB(A)	Variable

**Los niveles corresponden a rangos estimados de emisión sonora de fuentes individuales y no al nivel de ruido ambiental que necesariamente se presentará en el límite del predio.*

La intensidad real percibida en cualquier punto del área del proyecto dependerá de la distancia entre la fuente y el receptor, simultaneidad de operación de los equipos, condiciones meteorológicas, características del terreno y presencia de obstáculos.

8.2. Fuentes emisoras de ruido por etapa

Preparación del sitio

Durante la preparación del sitio las principales fuentes emisoras serán el tractor de orugas, cargadores frontales, excavadora con martillo, motoconformadora, pipa de agua y camioneta pick-up. Las actividades generadoras de mayor intensidad sonora estarán asociadas con el movimiento y acondicionamiento del terreno.

Operación y extracción

Durante la etapa de operación se presentará la mayor actividad de maquinaria y, por consecuencia, la principal generación de ruido del proyecto. Las fuentes corresponderán principalmente al trackdrill, cargadores frontales, excavadora con martillo, trituradora móvil, camiones tándem, camiones de volteo, tractor de orugas, motoconformadora, pipa de agua y camioneta pick-up.

El nivel sonoro ambiental será variable debido a que los equipos no necesariamente operarán simultáneamente durante toda la jornada.

Abandono y post-operación

Durante la etapa de abandono se utilizarán principalmente tractor de orugas, cargadores frontales, excavadora, motoconformadora, pipa de agua y camioneta pick-up para realizar las actividades de conformación, nivelación, estabilización de taludes, reincorporación del material de despalme y restauración.

La generación de ruido será temporal y disminuirá progresivamente conforme concluyan las actividades de rehabilitación.

8.3. Emisión estimada de ruido durante la operación

La emisión sonora de cada fuente será variable en función de las condiciones de operación y de la distancia respecto del punto de evaluación. En términos generales, los equipos que podrán generar los mayores niveles sonoros serán el trackdrill, la excavadora con martillo y el triturador móvil.

La operación simultánea de varias fuentes podrá generar un nivel ambiental superior al producido por una fuente individual; sin embargo, el nivel resultante no corresponde a la suma aritmética de los valores expresados en decibeles, debido a la naturaleza logarítmica de esta unidad. Para el presente proyecto no se contempla la aplicación de un modelo matemático de propagación sonora, por lo que los valores señalados se presentan únicamente como estimaciones de referencia. En caso de que la autoridad ambiental determine necesario realizar una evaluación acústica específica, ésta podrá efectuarse mediante mediciones en campo y/o

CONSULTA PÚBLICA

mediante un modelo de propagación sonora, utilizando las condiciones reales de operación del proyecto.

8.4. Dispositivos y medidas de control de ruido

Debido a que el proyecto corresponde a una actividad extractiva a cielo abierto y no contempla edificaciones industriales cerradas, las principales medidas de control estarán enfocadas en la fuente emisora y en la organización de las actividades.

Las medidas consideradas son:

- Mantener la maquinaria y vehículos en condiciones adecuadas de funcionamiento.
- Realizar mantenimiento preventivo de los equipos fuera del área del proyecto.
- Evitar la operación innecesaria de motores en ralentí.
- Mantener los equipos con sus silenciadores y sistemas de escape en condiciones adecuadas.
- Evitar modificaciones a los sistemas de escape que incrementen las emisiones sonoras.
- Limitar la operación de la maquinaria a los horarios establecidos para el proyecto.
- Evitar la operación simultánea innecesaria de equipos que generen elevados niveles de ruido.
- Mantener, cuando sea técnicamente viable, la mayor distancia posible entre las fuentes de ruido y los receptores externos.
- Utilizar la franja de amortiguamiento del proyecto como zona de separación entre las áreas de aprovechamiento y las áreas exteriores.
- Realizar inspecciones periódicas a la maquinaria para identificar ruidos anormales que puedan indicar fallas mecánicas.

No se contempla la instalación de fuentes fijas permanentes de ruido, casas de bombas, turbogeneradores, turbobombas, contrapozos ni equipos similares.

CONSULTA PÚBLICA

9. Resumen de residuos y emisiones por etapa

Tabla 22. Resumen de residuos y emisiones por etapa

Etapa	Residuos sólidos	Residuos líquidos	Emisiones atmosféricas	Ruido
Preparación del sitio	Vegetales, residuos orgánicos e inorgánicos, material de despalme	Aguas residuales sanitarias	Polvo, partículas y gases de combustión	Maquinaria pesada y vehículos
Operación/extracción	RSU, materiales sobrantes, residuos vegetales y material de despalme conservado	Aguas residuales sanitarias	Polvo, partículas, gases de combustión	Trackdrill, trituradora, excavadora, cargadores y vehículos
Abandono/post-operación	Residuos derivados del retiro de instalaciones y actividades de restauración	Aguas residuales sanitarias	Polvo y gases de combustión	Maquinaria de nivelación, conformación y restauración

Considerando las actividades previstas para la preparación del sitio, operación y extracción del material, así como las actividades de abandono y restauración, se estima la generación de los siguientes residuos. Las cantidades señaladas son valores de referencia para efectos de planeación del manejo ambiental y podrán variar de acuerdo con el número de trabajadores, duración de las jornadas, intensidad de las actividades y características específicas de la operación.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 23. Estimación de residuos generados por el proyecto

Tipo de residuo	Fuente de generación	Etapa	Generación estimada
Residuos sólidos urbanos orgánicos	Restos de alimentos y residuos de consumo del personal	Preparación y operación	0.5 kg/trabajador/día
Residuos sólidos urbanos inorgánicos	Envases, bolsas, botellas, papel, cartón y otros materiales de consumo	Preparación y operación	0.5 kg/trabajador/día
Residuos de manejo especial	Envases, materiales de embalaje, plásticos, cartón y otros residuos no peligrosos derivados de las actividades	Preparación y operación	5–10 kg/día
Residuos vegetales	Producto del deshierbe de la Etapa 1 y desmonte de la Etapa 2	Preparación del sitio	Variable de acuerdo con la cobertura vegetal
Material producto del despalme	Capa superficial del suelo retirada durante la preparación	Preparación del sitio	De acuerdo con la superficie intervenida y espesor de despalme
Residuos sanitarios	Aguas residuales generadas por el uso de la letrina	Preparación y operación	Aproximadamente 5–10 L/persona/día de aguas residuales sanitarias equivalentes
Residuos peligrosos accidentales	Estopas, absorbentes, suelo contaminado, envases contaminados o materiales utilizados	Preparación, operación y restauración	Eventual; no se considera generación ordinaria

CONSULTA PÚBLICA

Tipo de residuo	Fuente de generación	Etapa	Generación estimada
	para atender algún derrame		
Residuos derivados del mantenimiento de maquinaria	Aceites usados, filtros, estopas y otros materiales contaminados	Fuera del sitio del proyecto	No se estima generación dentro del predio

Para efectos de la presente estimación, los residuos sólidos urbanos se consideran asociados principalmente al personal que permanecerá en el sitio durante las actividades. Las cantidades indicadas podrán ajustarse durante la ejecución del proyecto conforme al número real de trabajadores y al comportamiento observado en la generación de residuos.

El material vegetal producto del deshierbe y desmonte no será considerado como un residuo destinado a disposición final, toda vez que se contempla su trituración y posterior aprovechamiento durante las actividades de rehabilitación y restauración del sitio. De igual manera, el material producto del despalme será conservado dentro del predio para su posterior reincorporación como parte de la recuperación de las áreas intervenidas.

Respecto de los residuos de manejo especial, éstos serán separados desde el punto de generación y almacenados temporalmente en condiciones que eviten su dispersión, contaminación del suelo o contacto con aguas superficiales, para posteriormente ser entregados a una empresa que cuente con las autorizaciones ambientales correspondientes para su transporte, aprovechamiento, tratamiento o disposición final.

En cuanto a los residuos peligrosos, no se prevé su generación ordinaria dentro del proyecto debido a que las actividades de mantenimiento y reparación de maquinaria y equipo se realizarán fuera del predio. No obstante, en caso de presentarse algún evento accidental que genere materiales contaminados, éstos serán manejados conforme a la normatividad aplicable y entregados a un prestador de servicios autorizado por las autoridades competentes.

CONSULTA PÚBLICA

10. Medidas generales de manejo ambiental

Durante todas las etapas del proyecto se implementarán medidas orientadas a prevenir y reducir la generación de residuos y emisiones, entre las que destacan:

- Separación y almacenamiento temporal de residuos.
- Prohibición de quema o abandono de residuos.
- Entrega de residuos a prestadores de servicios autorizados, cuando corresponda.
- Conservación y aprovechamiento del material producto del despalme.
- Aprovechamiento del material vegetal triturado durante la restauración.
- Uso de agua para el control de polvo en caminos y superficies susceptibles.
- Mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos fuera del área del proyecto.
- Atención inmediata de cualquier derrame accidental.
- Control de horarios de operación de maquinaria.
- Vigilancia de las condiciones de funcionamiento de los equipos.
- Implementación de medidas de prevención y atención de contingencias ambientales.

En conjunto, estas medidas permitirán mantener bajo control la generación y manejo de residuos, así como las emisiones atmosféricas y sonoras asociadas con el desarrollo del proyecto, procurando que las actividades se realicen bajo condiciones compatibles con la protección del ambiente y con las disposiciones ambientales aplicables.

CONSULTA PÚBLICA

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

Para el desarrollo del proyecto se contempla la generación de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y, de manera eventual, residuos que pudieran presentar características de peligrosidad. Asimismo, durante las etapas de preparación y operación se generarán residuos sanitarios derivados del uso de las letrinas portátiles.

Con la finalidad de garantizar un manejo adecuado de los residuos generados, se utilizarán los servicios e infraestructura disponibles en la región, mediante prestadores de servicios que cuenten con las autorizaciones correspondientes emitidas por las autoridades competentes. El manejo de cada tipo de residuo se realizará de acuerdo con sus características, evitando en todo momento su disposición directa dentro del área del proyecto.

1. Residuos sólidos urbanos

Los residuos sólidos urbanos generados principalmente por las actividades del personal serán separados y almacenados temporalmente en recipientes destinados para tal fin dentro del área del proyecto.

Una vez que se alcance la capacidad de almacenamiento o con la periodicidad que resulte necesaria, los residuos serán recolectados y transportados hasta el sitio de disposición final el cual será el Basurero de Hopelchén, donde serán manejados conforme al sistema de disposición establecido para los residuos sólidos urbanos de la región. El traslado se realizará evitando la dispersión de residuos durante el transporte y procurando que los vehículos utilizados se encuentren en condiciones adecuadas para esta actividad.

La generación de residuos sólidos urbanos del proyecto será relativamente reducida, debido a que se trata de un proyecto de extracción y no de una actividad industrial que implique procesos de transformación o generación masiva de residuos. Por lo anterior, se considera que la infraestructura regional destinada al manejo de residuos sólidos urbanos podrá atender los requerimientos derivados de la operación del proyecto, siempre que se mantenga una adecuada separación, almacenamiento temporal y entrega para disposición final.

CONSULTA PÚBLICA

2. Residuos de manejo especial

Los residuos de manejo especial que eventualmente se generen durante las actividades del proyecto serán separados de los residuos sólidos urbanos y almacenados temporalmente de manera diferenciada.

Para su disposición se contratarán los servicios de una empresa que cuente con las autorizaciones ambientales correspondientes para el manejo, transporte y disposición de este tipo de residuos.

En particular, cuando por las características del residuo sea necesaria su disposición en un banco de tiro, sitio de disposición o instalación autorizada, se verificará previamente que el prestador del servicio cuente con los permisos y autorizaciones vigentes otorgados por la Secretaría de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambio Climático y Energía del Estado de Campeche (SEMABICCE), o por la autoridad competente según corresponda.

La contratación del servicio estará condicionada a la acreditación documental de las autorizaciones aplicables, con la finalidad de asegurar que los residuos sean trasladados y dispuestos en sitios legalmente establecidos. En ningún caso se permitirá la disposición de residuos de manejo especial directamente sobre terrenos naturales, caminos, áreas de extracción, franja de amortiguamiento o cualquier otra superficie del proyecto que no cuente con autorización para tal fin.

3. Residuos sanitarios provenientes de las letrinas

Durante las etapas de preparación y operación se utilizará una letrina sanitaria para atender las necesidades fisiológicas del personal. La limpieza, extracción, transporte y disposición de los residuos sanitarios generados por la letrina serán realizados mediante un prestador de servicios especializado.

Antes de la contratación se verificará que la empresa cuente con los permisos, autorizaciones o registros correspondientes para realizar las actividades de extracción, transporte y disposición de los residuos sanitarios, de acuerdo con la legislación aplicable y con las autoridades competentes.

El mantenimiento de la letrina se realizará con la frecuencia necesaria para evitar derrames, malos olores, condiciones insalubres o cualquier afectación al suelo. No se realizará la descarga directa de los residuos sanitarios al suelo, cuerpos de agua o instalaciones no autorizadas.

CONSULTA PÚBLICA

4. Residuos peligrosos

Como se señaló anteriormente, no se contempla realizar actividades de mantenimiento o reparación de maquinaria dentro del área del proyecto, por lo que no se prevé una generación habitual de residuos peligrosos asociados con dichas actividades. No obstante, en caso de generarse accidentalmente residuos con características de peligrosidad, éstos serán separados inmediatamente de los demás residuos y almacenados temporalmente bajo condiciones que eviten su dispersión o contacto con el suelo.

Para su manejo y disposición se contratará exclusivamente a empresas que cuenten con las autorizaciones correspondientes emitidas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT**)** y, cuando corresponda, por las demás autoridades competentes.

Entre los residuos que eventualmente podrían generarse por una contingencia se encuentran materiales absorbentes contaminados con hidrocarburos, suelo contaminado por derrames, envases contaminados o materiales utilizados durante la atención de una emergencia. Estos residuos serán manejados conforme al Protocolo de Prevención y Atención ante Derrames de Combustibles y serán entregados a un prestador autorizado para su transporte, tratamiento o disposición final.

5. Infraestructura y servicios considerados

La infraestructura y servicios externos que serán utilizados para el manejo de los residuos generados por el proyecto se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 24. Infraestructura y servicios considerados para el manejo de residuos

Tipo de residuo	Manejo dentro del proyecto	Infraestructura o servicio externo	Requisito para su utilización
Residuos sólidos urbanos	Separación y almacenamiento temporal	Basurero de Hopelchén	Servicio de recolección y disposición conforme a las disposiciones aplicables
Residuos de manejo especial	Separación y almacenamiento temporal	Empresa y/o banco de tiro autorizado	Autorización vigente de SEMABICCE
Residuos sanitarios de letrina	Almacenamiento dentro de la instalación sanitaria	Empresa especializada en limpieza, extracción, transporte y disposición	Permisos y autorizaciones aplicables

CONSULTA PÚBLICA

Tipo de residuo	Manejo dentro del proyecto	Infraestructura o servicio externo	Requisito para su utilización
Residuos peligrosos eventuales	Almacenamiento temporal controlado	Empresa autorizada para manejo y disposición de residuos peligrosos	Autorización vigente de SEMARNAT y demás autoridades competentes
Material vegetal	Trituración y almacenamiento temporal	Reutilización dentro del propio proyecto	Reincorporación durante la restauración
Material producto del despalme	Almacenamiento temporal dentro del predio	Reutilización dentro del propio proyecto	Reincorporación durante la rehabilitación y restauración

La demanda de infraestructura externa para el manejo de residuos generados por el proyecto, será limitada debido a que la actividad principal corresponde a la extracción de material y no contempla procesos industriales que generen grandes volúmenes de residuos líquidos, residuos peligrosos o residuos de procesos.

Los residuos sólidos urbanos serán canalizados al sitio de disposición señalado, mientras que los residuos de manejo especial y, en su caso, los residuos peligrosos, serán entregados a prestadores que acrediten contar con las autorizaciones correspondientes.

La contratación de los servicios se realizará de acuerdo con las necesidades reales de generación de residuos durante cada etapa del proyecto. En caso de que durante la ejecución se identifique que un servicio contratado no cuenta con capacidad suficiente o deja de contar con las autorizaciones vigentes, se procederá a contratar un prestador alternativo debidamente autorizado.

Por lo anterior, no se contempla la construcción de infraestructura propia para el tratamiento o disposición final de residuos dentro del predio del proyecto, debido a que las necesidades previstas serán atendidas mediante infraestructura y servicios externos existentes en la región y mediante la reutilización interna de los materiales que puedan ser aprovechados durante las actividades de restauración.

CONSULTA PÚBLICA

Con la finalidad de garantizar que la infraestructura y servicios externos sean utilizados de manera adecuada, se implementarán las siguientes medidas:

- Separar los residuos desde el sitio de generación.
- Mantener recipientes identificados para el almacenamiento temporal.
- Evitar la mezcla de residuos incompatibles.
- Mantener las áreas de almacenamiento temporal limpias y ordenadas.
- Evitar la disposición de residuos directamente sobre el suelo.
- Verificar previamente las autorizaciones de los prestadores de servicios.
- Mantener evidencia documental de la entrega de los residuos cuando corresponda.
- Utilizar exclusivamente sitios de disposición debidamente autorizados.
- Mantener el material producto del despalme dentro del proyecto para su posterior reutilización.
- Reincorporar el material vegetal triturado durante las actividades de restauración.
- Aplicar medidas de contingencia ante derrames o liberaciones accidentales.
- Supervisar periódicamente el manejo de los residuos durante todas las etapas del proyecto.

En términos generales, el proyecto aprovechará la infraestructura y servicios disponibles en la región para el manejo de los residuos que requieran disposición externa, mientras que los materiales susceptibles de aprovechamiento, particularmente el material vegetal y el material producto del despalme, serán reutilizados dentro del propio proyecto como parte de las acciones de rehabilitación y restauración del sitio.

CONSULTA PÚBLICA

II.2.11. Otras fuentes de daños

En el presente apartado se identifican y analizan otras fuentes potenciales de daños ambientales asociadas con la ejecución del proyecto, considerando tanto las características de las actividades de preparación del sitio y extracción del material como las condiciones previstas para el abandono y restauración del área intervenida.

El proyecto contempla la extracción de yeso mediante un sistema de explotación a cielo abierto, con profundidades de extracción estimadas de entre 1 y 3 m, sin utilización de explosivos. En consecuencia, no se prevén fuentes de radiación ionizante, sustancias radiactivas, presas de jales, sistemas de lixiviación, almacenamiento de sustancias tóxicas para beneficio mineral o instalaciones industriales que representen fuentes relevantes de contaminación térmica o luminosa.

Debido a que el proyecto corresponde a una explotación de yeso a cielo abierto, los principales riesgos accidentales identificados se relacionan con la estabilidad de las áreas de extracción, operación de maquinaria pesada, circulación de vehículos, manejo de combustibles y posibles derrames accidentales.

A diferencia de proyectos mineros subterráneos o de beneficio de minerales mediante procesos químicos, el proyecto no contempla túneles o minas subterráneas, presas de jales, sistemas de lixiviación en montones ni utilización de cianuro de sodio (NaCN) u otras sustancias químicas destinadas al beneficio del mineral. Por lo tanto, estos escenarios de riesgo no resultan aplicables al proyecto.

Los principales escenarios accidentales considerados son los siguientes:

Tabla 25. Principales escenarios accidentales

Evento potencial	Probabilidad cualitativa	Principales recursos susceptibles de afectación	Medidas preventivas
Inestabilidad o derrumbe localizado de paredes del tajo	Baja a media	Suelo, vegetación, maquinaria y personal	Conformación de taludes estables, inspección de paredes, restricción de acceso y vigilancia de condiciones del terreno
Caída o desplazamiento de material durante la extracción	Baja a media	Suelo, maquinaria y personal	Operación controlada, inspección de áreas de trabajo y mantenimiento de zonas de seguridad

CONSULTA PÚBLICA

Evento potencial	Probabilidad cualitativa	Principales recursos susceptibles de afectación	Medidas preventivas
Accidente por movimiento de maquinaria pesada	Baja a media	Personal, maquinaria y suelo	Capacitación, señalización, límites de velocidad, operadores capacitados y vigilancia
Derrame accidental de combustible o lubricantes	Baja	Suelo y vegetación	Abastecimiento controlado, mantenimiento fuera del sitio, materiales absorbentes y protocolo de atención de derrames
Incendio de maquinaria o vehículo	Baja	Vegetación, suelo, maquinaria y personal	Mantenimiento preventivo, extintores, prohibición de fuentes de ignición no autorizadas y capacitación
Accidente durante transporte del material	Baja	Personal, vehículos, suelo y vegetación	Vehículos en condiciones adecuadas, velocidades controladas y rutas definidas
Generación accidental de residuos contaminados	Baja	Suelo y vegetación	Recolección inmediata, almacenamiento temporal controlado y entrega a empresa autorizada

El principal riesgo físico asociado con la extracción a cielo abierto corresponde a la posible inestabilidad localizada de las paredes o superficies de excavación. La probabilidad de ocurrencia se considera baja a media y estará condicionada por las características físicas del material, geometría de la excavación, presencia de humedad, condiciones de intemperismo, vibraciones generadas por la maquinaria y condiciones particulares del terreno.

Para disminuir este riesgo se implementarán inspecciones periódicas de las áreas de extracción, evitando la permanencia innecesaria de personal o maquinaria en zonas que presenten indicios de inestabilidad. La conformación final de los taludes y superficies intervenidas se realizará procurando una geometría estable, determinada de acuerdo con las condiciones físicas del material y la evaluación técnica del sitio.

CONSULTA PÚBLICA

En caso de identificarse grietas, desprendimientos, asentamientos, saturación del terreno o cualquier otra condición que indique pérdida de estabilidad, se suspenderán temporalmente las actividades en el área afectada hasta realizar la evaluación correspondiente y establecer las medidas correctivas. En el supuesto de presentarse un derrumbe localizado, se delimitará inmediatamente el área, se suspenderán las actividades, se retirará al personal hacia una zona segura y se realizará una inspección antes de reiniciar los trabajos.

La operación de maquinaria pesada representa un riesgo principalmente para los trabajadores y, de manera secundaria, para el suelo y la vegetación en caso de pérdida de control o accidente. Para disminuir su probabilidad se establecerán áreas de circulación, límites de velocidad, señalización preventiva y procedimientos de operación segura. Los operadores deberán contar con la capacitación correspondiente y se realizarán revisiones periódicas del estado mecánico de los equipos.

Los accidentes que involucren vehículos o maquinaria serán atendidos mediante el procedimiento interno de emergencia, priorizando la seguridad del personal, el aislamiento del área y, cuando corresponda, la prevención y atención de posibles derrames de combustibles o lubricantes.

El abastecimiento y manejo de combustibles constituye un escenario potencial de afectación al suelo en caso de presentarse un derrame accidental. Como medida preventiva, no se contempla el almacenamiento permanente de grandes volúmenes de combustible dentro del área del proyecto. El abastecimiento de maquinaria se realizará mediante mecanismos controlados y, cuando sea necesario, mediante vehículos destinados para el suministro.

En caso de presentarse un derrame, se aplicará el Protocolo de Prevención y Atención ante Derrames de Combustibles, que contempla como acciones generales la identificación y control de la fuente, delimitación del área afectada, contención del derrame, recuperación del material contaminado, limpieza del área y manejo adecuado de los materiales generados.

Los materiales absorbentes, suelo contaminado u otros residuos que resulten de la atención de un derrame serán manejados conforme a su naturaleza y, cuando tengan características de peligrosidad, serán entregados a empresas autorizadas para su manejo.

CONSULTA PÚBLICA

En términos generales, los posibles accidentes identificados tendrían un área de afectación predominantemente localizada y directamente relacionada con el punto donde ocurra el evento. En el caso de un derrumbe o desprendimiento de material, la afectación potencial se limitaría principalmente al área inmediata de la excavación y a la zona de seguridad establecida alrededor de ésta. Para un derrame de combustible, el área afectada dependerá del volumen derramado, características del suelo y capacidad de contención, por lo que la respuesta estará orientada a evitar su dispersión hacia áreas de vegetación, zonas bajas o cuerpos de agua.

Los recursos ambientales potencialmente afectados serían principalmente el suelo y la vegetación, mientras que los riesgos para la fauna se relacionarían principalmente con la presencia temporal de maquinaria y las actividades propias de operación. El riesgo para las personas se atenderá mediante medidas de seguridad ocupacional, capacitación y procedimientos de emergencia.

Para reducir la probabilidad de ocurrencia de accidentes y establecer mecanismos de respuesta se implementarán, de manera complementaria, las siguientes medidas y programas:

- Programa de Vigilancia Ambiental.
- Programa de Mantenimiento y Reparación de Maquinaria y Equipo.
- Programa de Capacitación Ambiental.
- Protocolo de Prevención y Atención ante Derrames de Combustibles.
- Programa Integral de Residuos.
- Programa de Estabilización, Nivelación y Restauración de Taludes.
- Programa de Abandono, Rehabilitación y Restauración del Sitio.

Estos instrumentos permitirán establecer procedimientos de prevención, vigilancia, respuesta y seguimiento durante las diferentes etapas del proyecto.

En caso de una contingencia, se priorizará la protección de la vida y seguridad de los trabajadores, seguida del control de la fuente del evento, aislamiento del área, prevención de la dispersión de contaminantes, recuperación de materiales afectados, limpieza y restauración del área cuando resulte necesario.

CONSULTA PÚBLICA

CONSULTA PÚBLICA

CAPITULO III. VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO.

III.VINCULACION CON LAS NORMAS Y REGULACIONES SOBRE USO DEL SUELO.

III.1 ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

III.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) constituye un instrumento de política ambiental cuyo objetivo es orientar la planeación del territorio nacional mediante la identificación de unidades ambientales biofísicas, políticas ambientales, sectores rectores y estrategias dirigidas a promover el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, la protección ambiental y el desarrollo de las actividades productivas.

De acuerdo con la información cartográfica y documental consultada para el sitio donde se pretende desarrollar el proyecto denominado Banco de Yeso, el área del proyecto se encuentra dentro del Ordenamiento Territorial 93, correspondiente a la Región Ecológica 17.32 y a la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 63, denominada “Karst y Lomeríos de Campeche, Quintana Roo y Yucatán”.

Las características de la unidad ambiental biofísica en la que se encuentra ubicado el proyecto son las siguientes:

Tabla 26. Características de la unidad biofísica

Elemento	Característica
Ordenamiento Territorial	93
Región Ecológica	17.32
Unidad Ambiental Biofísica	63
Nombre de la UAB	Karst y Lomeríos de Campeche, Quintana Roo y Yucatán
Clave de política ambiental	17
Política ambiental	Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable
Clave de área de atención prioritaria	2
Área de atención prioritaria	Alta
Sector rector	32
Sector rector del desarrollo	Preservación de flora y fauna
Sectores coadyuvantes al desarrollo	Forestal y Turismo
Sectores asociados al desarrollo	Agricultura y Ganadería

CONSULTA PÚBLICA

Elemento	Característica
Otros sectores interesados en el desarrollo	Pueblos indígenas
Población de la UAB en 2010	224,932 habitantes
Población indígena	Maya
Zona funcional alta	33.649581 %
Estado actual del medio ambiente (2008)	Inestable
Escenario tendencial a corto plazo (2012)	Inestable
Escenario tendencial a mediano plazo (2023)	Inestable a crítico
Escenario tendencial a largo plazo (2033)	Inestable a crítico



Fig. 13. Ubicación del proyecto con respecto al POEGT

De acuerdo con la caracterización del POEGT, la UAB 63 presenta una condición ambiental que requiere especial atención, debido a que su estado actual y sus escenarios tendenciales se clasifican como inestables, con una tendencia hacia condiciones inestables a críticas en el mediano y largo plazo. Asimismo, la UAB se encuentra vinculada con actividades forestales, turísticas, agrícolas y ganaderas, además de reconocer la presencia de población indígena de origen maya.

En este contexto, la política ambiental asignada a la UAB corresponde a “Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable”, por lo que el desarrollo de actividades productivas dentro de la unidad deberá considerar medidas orientadas a prevenir y reducir los efectos negativos sobre los componentes ambientales, así como acciones de restauración de las áreas que resulten intervenidas.

El proyecto consiste en la extracción de material mediante un sistema de explotación a cielo abierto, con una superficie total de 44,105.11 m², de la cual 31,806.65 m² corresponden a las áreas contempladas para las actividades de extracción distribuidas en dos etapas y 12,298.45 m² corresponden a una franja de amortiguamiento. La extracción se realizará hasta una profundidad estimada de entre 1 y 3 m, sin utilización de explosivos.

La vinculación del proyecto con la política ambiental de “Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable” se plantea bajo un esquema de aprovechamiento controlado del recurso mineral, acompañado de medidas de prevención, mitigación, vigilancia y restauración. En particular, el proyecto contempla una etapa específica de abandono y restauración durante el quinto año de vida útil, en la cual se realizarán actividades de rehabilitación de las superficies intervenidas, reincorporación del material producto del despalme, nivelación y conformación del terreno, estabilización de taludes, restitución de la capa superficial del suelo y reforestación.

De esta manera, si bien la actividad de extracción implica una modificación temporal de las condiciones físicas del terreno en las áreas directamente intervenidas, el proyecto incorpora acciones destinadas a reducir la magnitud de dichas modificaciones y a recuperar progresivamente las funciones ambientales del sitio una vez concluidas las actividades extractivas.

El sector rector identificado para la UAB 63 corresponde a la “Preservación de flora y fauna”. Esta condición establece la importancia de considerar la conservación de los recursos bióticos como un elemento fundamental durante el desarrollo de actividades productivas dentro de la unidad.

CONSULTA PÚBLICA

En atención a esta condición, el proyecto contempla medidas específicas para la protección de la flora y fauna, particularmente durante las actividades de preparación del sitio. Para la Etapa 2, en la cual se presenta vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, se contempla la ejecución previa de un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna, así como medidas de vigilancia y prevención de afectaciones innecesarias a los organismos presentes en el área de intervención.

Asimismo, se contempla la delimitación física de las áreas autorizadas para evitar la ocupación o afectación de superficies adicionales a las estrictamente necesarias para el desarrollo del proyecto. La franja de amortiguamiento de 12,298.45 m² constituye un elemento adicional para mantener una separación entre las áreas de extracción y las zonas circundantes. Durante la operación se implementará un Programa de Vigilancia Ambiental orientado a verificar el cumplimiento de las medidas ambientales establecidas y detectar oportunamente condiciones que pudieran generar afectaciones sobre suelo, vegetación, fauna o cuerpos de agua.

El POEGT identifica como sectores coadyuvantes al desarrollo de la UAB 63 a los sectores forestal y turismo, mientras que los sectores asociados al desarrollo corresponden a agricultura y ganadería.

El proyecto no corresponde directamente a ninguno de estos sectores; sin embargo, su desarrollo se realizará considerando la existencia de actividades productivas en el entorno y procurando evitar interferencias innecesarias con las mismas. En particular, las actividades de extracción estarán delimitadas espacialmente y se contará con medidas para controlar la generación de polvo, ruido, residuos, emisiones atmosféricas y tránsito de maquinaria. Asimismo, el acceso existente será utilizado y rehabilitado únicamente en la medida necesaria para permitir el desarrollo de las actividades del proyecto, evitando la apertura innecesaria de nuevas superficies.

El POEGT establece para la UAB 63 un estado actual del medio ambiente clasificado como “Inestable” y escenarios tendenciales que evolucionan de “Inestable” en el corto plazo a “Inestable a Crítico” en el mediano y largo plazo. Esta condición se considera relevante para la evaluación ambiental del proyecto, por lo que el promovente ha incorporado medidas destinadas a evitar que las actividades de extracción incrementen innecesariamente los procesos de deterioro ambiental existentes.

CONSULTA PÚBLICA

Entre las principales medidas consideradas se encuentran:

- Delimitación de las superficies autorizadas para evitar afectaciones fuera del área del proyecto.
- Ejecución de actividades de rescate y protección de flora y fauna.
- Control de emisiones de partículas mediante humectación de caminos y áreas de trabajo.
- Control de velocidad de los vehículos dentro del proyecto.
- Mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo.
- Manejo adecuado de residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial.
- Prevención y atención de posibles derrames de combustibles.
- Prohibición de la disposición de residuos sobre suelo natural.
- Conservación y aprovechamiento del material producto del despalme para las actividades de restauración.
- Trituración y aprovechamiento del material vegetal para su reincorporación durante la rehabilitación del sitio.
- Vigilancia de las condiciones de estabilidad de las áreas de extracción.
- Estabilización, nivelación y restauración de taludes.
- Reincorporación de suelo superficial durante la etapa de restauración.
- Reforestación de las áreas intervenidas.
- Implementación de un Programa de Vigilancia Ambiental durante las diferentes etapas del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Vinculación con las estrategias del POEGT

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), el proyecto se ubica en la Región Ecológica 17.32, correspondiente a la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 63, denominada “Karst y Lomeríos de Campeche, Quintana Roo y Yucatán”.

Para esta UAB, el POEGT establece como política ambiental la “Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable”, con una prioridad de atención alta. Asimismo, identifica como sector rector del desarrollo a la “Preservación de Flora y Fauna”, como sectores coadyuvantes al desarrollo al Forestal y Turismo, como sectores asociados al desarrollo a Agricultura y Ganadería, y como otros sectores de interés a los Pueblos Indígenas. La UAB 63 contempla las estrategias 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 36, 37, 38, 42, 43 y 44.

Considerando las características particulares del proyecto, su superficie de 44,105.11 m², el método de explotación a cielo abierto, la ausencia de explosivos, así como las medidas de prevención, mitigación y restauración propuestas, se realiza la siguiente vinculación.

Tabla 27. Estrategias y vinculación con respecto al POEGT

Estrategia	Descripción de la estrategia	Vinculación con el proyecto
1	Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	El proyecto considera la conservación de las áreas que no serán directamente intervenidas, así como la delimitación de las superficies de trabajo. En la Etapa 2 se contempla un Programa de Rescate de Flora y un Programa de Rescate de Fauna. La franja de amortiguamiento de 12,298.45 m² permitirá mantener una separación respecto de las áreas de extracción.
2	Recuperación de especies en riesgo.	Durante los trabajos previos al desmonte de la Etapa 2 se realizará la identificación de ejemplares de flora y fauna que pudieran encontrarse dentro del área de intervención. En caso de localizar especies bajo alguna categoría de protección, se aplicarán las medidas

CONSULTA PÚBLICA

Estrategia	Descripción de la estrategia	Vinculación con el proyecto
		establecidas en el Programa de Rescate de Flora y Fauna y en la normatividad ambiental aplicable.
3	Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	El proyecto contempla vigilancia ambiental durante sus diferentes etapas. Se dará seguimiento a las condiciones de la vegetación, fauna, suelo y áreas colindantes, mediante el Programa de Vigilancia Ambiental y los registros correspondientes.
4	Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	La extracción del yeso constituye un aprovechamiento de un recurso natural no renovable. Por ello, el proyecto delimita las superficies de extracción, establece un periodo de operación de cuatro años y contempla un quinto año para abandono, rehabilitación y restauración, buscando que el aprovechamiento se realice de manera controlada y acompañada de medidas ambientales.
5	Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	La estrategia no resulta directamente aplicable al aprovechamiento de yeso; sin embargo, el proyecto considera las actividades productivas existentes en el entorno y evitará afectar superficies ajenas al proyecto. Asimismo, se conservará el material producto del despalme para su utilización posterior en la restauración del sitio.
6	Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	No resulta directamente aplicable, debido a que el proyecto no contempla infraestructura hidroagrícola ni actividades de tecnificación agrícola.

CONSULTA PÚBLICA

Estrategia	Descripción de la estrategia	Vinculación con el proyecto
7	Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	No corresponde al objetivo principal del proyecto. No obstante, para la Etapa 2, en la cual existe vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, se contemplan medidas de rescate de flora, delimitación de las áreas de intervención y restauración posterior. Las actividades de desmonte estarán sujetas a las autorizaciones ambientales que resulten aplicables.
8	Valoración de los servicios ambientales.	El proyecto reconoce la importancia ambiental del sitio y, en consecuencia, incorpora medidas destinadas a disminuir la pérdida de funciones ambientales durante la extracción y a recuperar parte de las condiciones del terreno durante la etapa de restauración. Se contempla la restitución del suelo superficial, estabilización de taludes y reforestación.
9	Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	El proyecto no contempla aprovechamientos directos de aguas subterráneas ni actividades que impliquen explotación de acuíferos. No se prevé la generación de aguas residuales industriales ni procesos de beneficio húmedo. Las actividades sanitarias serán atendidas mediante letrinas.
10	Reglamentar para su protección el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	Se considera aplicable de manera preventiva, evitando descargas directas de aguas residuales al suelo o cuerpos de agua. El proyecto no contempla procesos industriales que requieran agua para el beneficio del yeso. El agua utilizada para control de

CONSULTA PÚBLICA

Estrategia	Descripción de la estrategia	Vinculación con el proyecto
		emisiones de polvo será exclusivamente para humectación.
11	Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.	No resulta aplicable al proyecto, debido a que no se contempla la construcción, operación o intervención de presas administradas por CONAGUA.
12	Protección de los ecosistemas.	Esta estrategia tiene vinculación directa con el proyecto. Se implementarán medidas para evitar afectaciones fuera de las superficies autorizadas, controlar emisiones de polvo, manejar adecuadamente residuos, prevenir derrames y proteger la vegetación y fauna. Asimismo, se contempla la restauración de las superficies intervenidas.
13	Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	No resulta directamente aplicable, debido a que el proyecto no contempla actividades agrícolas ni el uso de agroquímicos durante la extracción del yeso.
14	Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	La estrategia presenta vinculación con las acciones de restauración del proyecto. Durante el quinto año se realizará el abandono, rehabilitación y restauración de las áreas intervenidas, incluyendo reincorporación del material producto del despalme, nivelación, estabilización de taludes y reforestación.
21	Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	No resulta directamente aplicable, debido a que el proyecto no corresponde al sector turístico ni contempla infraestructura turística.

CONSULTA PÚBLICA

Estrategia	Descripción de la estrategia	Vinculación con el proyecto
22	Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	No resulta aplicable de manera directa, debido a que el proyecto corresponde al aprovechamiento de un recurso mineral y no a una actividad turística.
23	Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo-beneficio.	No resulta aplicable al proyecto, debido a que no se contempla el desarrollo de actividades, infraestructura o servicios turísticos.
36	Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa.	No corresponde directamente al objeto del Banco de Yeso. No obstante, el material vegetal generado durante el deshierbe y desmonte será triturado y aprovechado durante las actividades de restauración, evitando su disposición innecesaria.
37	Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	El proyecto reconoce la presencia de población maya señalada para la UAB. La estrategia se considera de vinculación indirecta, principalmente desde el ámbito social y regional, sin que el proyecto contemple medidas específicas dirigidas a población indígena como parte de su objeto. En caso de contratación de personal local, se procurará la igualdad de oportunidades laborales sin discriminación.
38	Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	La vinculación es indirecta. El proyecto contempla capacitación del personal en materia ambiental, seguridad y manejo adecuado de residuos y contingencias, fortaleciendo las capacidades de los trabajadores vinculados con las actividades del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Estrategia	Descripción de la estrategia	Vinculación con el proyecto
42	Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El desarrollo del proyecto se realizará dentro de la superficie definida para el Banco de Yeso, respetando los límites y derechos de propiedad correspondientes. Las actividades estarán restringidas al polígono autorizado, evitando ocupaciones o afectaciones fuera de éste.
43	Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.	La estrategia presenta una vinculación administrativa indirecta. La delimitación del proyecto se realizará mediante información cartográfica y coordenadas geográficas del polígono, permitiendo identificar espacialmente la superficie donde se desarrollarán las actividades.
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.	El proyecto se somete al procedimiento de evaluación ambiental correspondiente y considera los instrumentos de ordenamiento territorial aplicables. Asimismo, se plantea el cumplimiento de las autorizaciones y disposiciones emitidas por las autoridades competentes de los distintos órdenes de gobierno.

De las estrategias señaladas por el POEGT para la UAB 63, aquellas que presentan una relación más directa con el proyecto son las estrategias 1, 2, 3, 4, 8, 9, 10, 12 y 14, debido a que se relacionan con la conservación de la biodiversidad, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, la protección de los ecosistemas, la conservación de los recursos hídricos y la restauración de las áreas intervenidas.

CONSULTA PÚBLICA

En materia de biodiversidad, las estrategias 1, 2 y 3 serán atendidas mediante la delimitación de las áreas de trabajo, las acciones de rescate de flora y fauna, la vigilancia ambiental y el seguimiento de las condiciones ambientales durante las diferentes etapas del proyecto.

Respecto de la estrategia 4, el proyecto corresponde a un aprovechamiento puntual de un recurso natural no renovable. Para mantener un esquema de aprovechamiento sustentable, la extracción se realizará exclusivamente dentro de las superficies previstas para las dos etapas del proyecto. La superficie total del proyecto será de 44,105.11 m², de los cuales 31,806.65 m² corresponden a las superficies de las Etapas 1 y 2 destinadas a las actividades de extracción y 12,298.45 m² corresponden a la franja de amortiguamiento.

La estrategia 8 se vincula mediante las acciones destinadas a reducir la pérdida de funciones ambientales y recuperar las condiciones del terreno después de la extracción. Para ello se contempla conservar el material producto del despalme, aprovechar el material vegetal triturado y realizar posteriormente actividades de rehabilitación, estabilización de taludes, restitución de suelo y reforestación.

En materia de agua, las estrategias 9 y 10 serán atendidas mediante la prevención de descargas contaminantes al suelo y cuerpos de agua. El proyecto no contempla procesos de beneficio mediante lixiviación, no utiliza sustancias químicas como cianuro de sodio y no contempla la generación de aguas residuales industriales. El uso de agua estará asociado principalmente al control de emisiones de polvo y a las necesidades sanitarias del personal.

La estrategia 12, relativa a la protección de los ecosistemas, será atendida de manera transversal mediante el conjunto de medidas ambientales propuestas para las diferentes etapas del proyecto, incluyendo manejo de residuos, prevención de derrames, control de emisiones atmosféricas, protección de flora y fauna, vigilancia ambiental y control de las superficies de intervención.

Finalmente, la estrategia 14 presenta una relación directa con la etapa de abandono del proyecto. Durante el quinto año se contempla la ejecución del Programa de Abandono, Rehabilitación y Restauración del Sitio y del Programa de Estabilización, Nivelación y Restauración de Taludes. Estas acciones tendrán como finalidad recuperar las superficies intervenidas mediante la conformación del terreno, reincorporación del material producto del despalme, estabilización de las áreas de extracción y establecimiento de vegetación.

CONSULTA PÚBLICA

De acuerdo con el análisis realizado, la inclusión del proyecto dentro de la UAB 63 no implica por sí misma una incompatibilidad con el desarrollo del Banco de Yeso, sino que establece un marco de referencia ambiental que debe ser considerado en la planeación y ejecución de las actividades.

La política ambiental de “Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable” resulta particularmente relevante para el proyecto debido a la naturaleza extractiva de la actividad. En consecuencia, el aprovechamiento del recurso mineral deberá desarrollarse bajo condiciones controladas, limitándose a las superficies previstas y acompañándose de medidas de protección ambiental y de restauración.

Las estrategias relacionadas con conservación de ecosistemas, biodiversidad, aprovechamiento sustentable, protección ambiental y restauración presentan una vinculación directa con las medidas propuestas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental. Por su parte, las estrategias relacionadas con turismo, infraestructura hidroagrícola, agroquímicos y actividades agroalimentarias no resultan directamente aplicables debido a que corresponden a actividades o sectores distintos a la naturaleza del proyecto.

En consecuencia, el proyecto establece medidas y programas ambientales que permiten atender las estrategias del POEGT que resultan aplicables, destacando el Programa de Rescate de Flora, Programa de Rescate de Fauna, Programa de Vigilancia Ambiental, Programa Integral de Residuos, Programa de Capacitación Ambiental, Programa de Mantenimiento y Reparación de Maquinaria y Equipo, Protocolo de Prevención y Atención ante Derrames de Combustibles, Programa de Estabilización, Nivelación y Restauración de Taludes y Programa de Abandono, Rehabilitación y Restauración del Sitio.

Por lo anterior, se considera que el proyecto mantiene una vinculación ambiental con el POEGT mediante la incorporación de medidas destinadas a prevenir, minimizar, controlar y, en la etapa correspondiente, restaurar los efectos derivados del aprovechamiento del recurso mineral, en concordancia con la política ambiental establecida para la UAB 63.

CONSULTA PÚBLICA

III.1.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del municipio de Hopelchén

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Hopelchén constituye un instrumento de planeación ambiental orientado a regular los usos del territorio, establecer políticas ambientales y definir criterios ecológicos que deberán observarse en el desarrollo de las actividades productivas y de los asentamientos humanos dentro del territorio municipal.

De acuerdo con la información cartográfica correspondiente al Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Hopelchén, el sitio destinado al desarrollo del proyecto Banco de Yeso se localiza dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) III.1.AS.

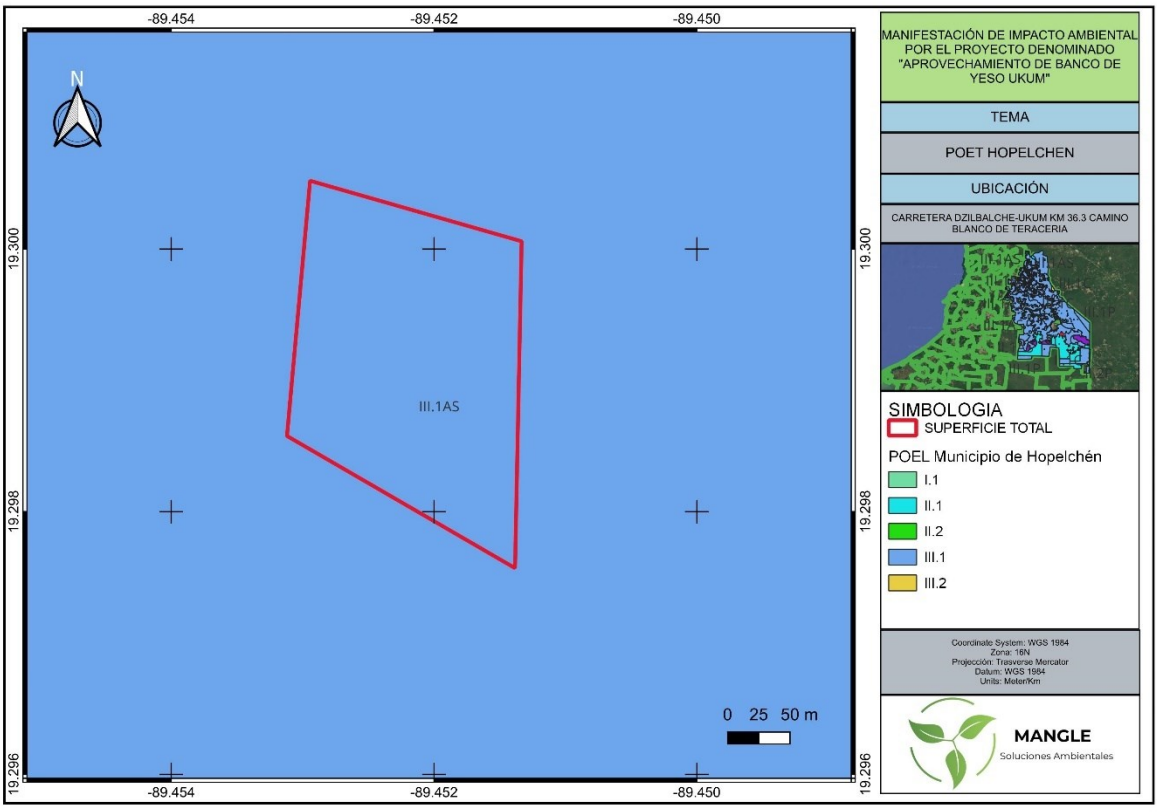


Fig. 14. Ubicación del proyecto con respecto al POET de Hopelchén

Las características de la UGA en la que se ubica el proyecto son las siguientes:

Tabla 28. Características de la UGA

Elemento	Característica
UGA	III.1.AS
Política de uso	Aprovechamiento Sustentable
Usos predominantes	Agricultura, Ganadería, Milpa, Apicultura, Unidades de Manejo para la Conservación y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS), Urbano y Pago por Servicios Ambientales
Usos compatibles	Agricultura, Milpa y Ganadería
Usos condicionados	Pago por Servicios Ambientales, Aprovechamiento Forestal Sustentable y relleno sanitario autorizado
Usos incompatibles	Industrial, Urbano y Ecoturismo

La política de “Aprovechamiento Sustentable” establecida para la UGA III.1.AS tiene como finalidad promover el uso de los recursos naturales bajo condiciones que permitan mantener la capacidad productiva del territorio y, simultáneamente, prevenir procesos de deterioro ambiental.

En este sentido, el proyecto deberá desarrollarse considerando las restricciones y criterios ambientales establecidos para la UGA, particularmente aquellos relacionados con la conservación de la cobertura vegetal, protección del suelo y subsuelo, protección de los recursos hídricos, conservación de la biodiversidad, manejo adecuado de residuos y restauración de las superficies intervenidas.

La UGA III.1.AS establece diversos lineamientos orientados principalmente a la regulación de las actividades agropecuarias, la contención de la frontera agropecuaria, la diversificación productiva y la conservación de fragmentos de vegetación natural.

Si bien el proyecto no corresponde a una actividad agropecuaria, el proyecto considerará dichos lineamientos como referencia para evitar que las actividades de extracción generen una expansión innecesaria de la superficie intervenida o una afectación adicional sobre la vegetación, suelo, fauna y recursos hídricos.

CONSULTA PUBLICA

En particular, el proyecto contempla una superficie total delimitada de 44,105.11 m², de la cual 10,467.01 m² corresponden a la Etapa 1, 21,339.64 m² a la Etapa 2 y 12,298.45 m² a la franja de amortiguamiento. La explotación se realizará exclusivamente dentro de las superficies destinadas para tal finalidad, evitando la apertura de áreas adicionales no contempladas en el proyecto.

Asimismo, la vida útil del proyecto se encuentra definida en cinco años, considerando cuatro años de actividades extractivas y un quinto año destinado al abandono, rehabilitación y restauración del sitio. El proyecto incorpora además acciones de protección y restauración de la vegetación, manejo del suelo superficial, control de emisiones, manejo de residuos, prevención de derrames, protección de fauna y vigilancia ambiental.

La estrategia ecológica de la UGA III.1.AS tiene como objetivo promover la contención de la superficie agropecuaria, disminuir el uso de agroquímicos para evitar la contaminación del suelo y subsuelo, fomentar la diversificación productiva e implementar proyectos de conservación en los fragmentos de vegetación conservada.

El proyecto no contempla actividades agrícolas ni el uso de agroquímicos, por lo que las disposiciones relacionadas directamente con la producción agropecuaria no constituyen actividades propias del proyecto. No obstante, la estrategia resulta vinculante desde la perspectiva de prevención de la contaminación del suelo y subsuelo y conservación de la vegetación, aspectos que serán atendidos mediante:

- Delimitación estricta de las áreas de intervención.
- Prohibición de disposición de residuos directamente sobre el suelo.
- Prevención y atención de derrames de combustibles.
- Mantenimiento de maquinaria y equipo fuera del sitio del proyecto.
- Manejo adecuado de residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial.
- Conservación del material producto del despalme para su posterior utilización en la restauración.
- Manejo y aprovechamiento del material vegetal producto del deshierbe y desmonte.
- Programa de Rescate de Flora.
- Programa de Rescate de Fauna.

CONSULTA PÚBLICA

- Programa de Vigilancia Ambiental.
- Programa de Abandono, Rehabilitación y Restauración del Sitio.
- Programa de Estabilización, Nivelación y Restauración de Taludes.

Vinculación con los criterios ecológicos

A continuación, se presenta la vinculación específica del proyecto con los criterios ecológicos establecidos para la UGA III.1.AS.

Tabla 29. Criterio ecológico particular

Clave	Criterio ecológico	Vinculación con el proyecto
CEG01	El ordenamiento ecológico deberá sujetarse a lo establecido en la Ley General de Cambio Climático.	El proyecto considerará medidas para prevenir y reducir emisiones atmosféricas derivadas de la operación de maquinaria y vehículos. Se contempla mantenimiento preventivo, reducción de tiempos de ralentí, control de polvo mediante humectación y uso eficiente de la maquinaria.
CEG02	Se conservará la cobertura vegetal natural, restringiendo la apertura de nuevas áreas agropecuarias.	El proyecto no contempla la apertura de nuevas áreas agropecuarias. Las actividades estarán restringidas al polígono autorizado. En la Etapa 1 se realizará únicamente deshierbe sobre vegetación herbácea y en la Etapa 2 se realizará el desmonte estrictamente dentro del área autorizada, acompañado de medidas de rescate y restauración.
CEG03	Deberán conservarse y protegerse las áreas de vegetación natural que propicien la recarga de acuíferos y favorezcan la continuidad de los procesos naturales.	Se limitará la superficie directamente intervenida y se mantendrá la franja de amortiguamiento de 12,298.45 m². Se evitará la disposición de residuos o contaminantes sobre suelo natural y se implementarán medidas para prevenir afectaciones al subsuelo y recursos hídricos.
CEG04	Promover los programas permanentes de educación ambiental.	El proyecto contempla un Programa de Capacitación Ambiental dirigido al personal, incluyendo manejo de

CONSULTA PÚBLICA

Clave	Criterio ecológico	Vinculación con el proyecto
		residuos, protección de flora y fauna, prevención de incendios, prevención de derrames y buenas prácticas ambientales.
CEG05	Se promoverá la instalación de fuentes alternativas para la captación de energía.	El criterio se considera de aplicación limitada al proyecto debido a que no se contempla la instalación de infraestructura energética permanente de gran escala. En caso de requerirse energía para instalaciones temporales, se privilegiarán alternativas autónomas y de bajo impacto cuando resulten técnica y económicamente viables.
CEG06	Promover la participación de las comunidades locales en la planificación, protección y conservación de los recursos naturales.	El proyecto reconoce la importancia de la participación social y de las actividades productivas existentes en el entorno. Se procurará mantener comunicación adecuada con las localidades y usuarios del territorio que pudieran relacionarse con el proyecto.
CEG07	Promover e impulsar la preservación de la biodiversidad.	El proyecto contempla Programa de Rescate de Flora, Programa de Rescate de Fauna y Programa de Vigilancia Ambiental. Se limitará el desmonte al área estrictamente necesaria y se realizarán actividades de restauración al finalizar la extracción.
CEG08	Toda obra pública y privada deberá contar con autorización en materia de evaluación de impacto ambiental, conforme a la legislación aplicable.	El promovente somete el proyecto a evaluación en materia de impacto ambiental ante la autoridad competente, previo al inicio de las actividades que así lo requieran. El desarrollo del proyecto quedará sujeto a las condiciones establecidas en la resolución correspondiente.
CEG011	Las descargas de aguas residuales en aguas y bienes	El proyecto no contempla descargas de aguas residuales de proceso. Las aguas residuales sanitarias serán

CONSULTA PÚBLICA

Clave	Criterio ecológico	Vinculación con el proyecto
	nacionales deberán recibir tratamiento previo.	manejadas mediante letrina y servicio especializado, evitando descargas directas al suelo o cuerpos de agua.
CEG012	En las zonas arqueológicas señaladas deberán obtenerse autorizaciones del INAH.	El proyecto deberá respetar las disposiciones del INAH en caso de encontrarse dentro de una zona arqueológica o de identificarse elementos del patrimonio cultural. No se realizarán trabajos fuera del área autorizada.
CEG013	Los vestigios arqueológicos encontrados deberán reportarse al INAH.	En caso de localizarse restos, estructuras, materiales o cualquier indicio arqueológico durante las actividades de preparación o extracción, se suspenderán los trabajos en el área y se notificará al INAH conforme al procedimiento aplicable.
CEG014	La tumba de acahuales deberá realizarse conforme a la normatividad vigente.	El proyecto no contempla actividades de tumba de acahuales como actividad productiva. En caso de que alguna actividad relacionada con la remoción de vegetación resulte aplicable, se realizará conforme a las autorizaciones y disposiciones ambientales correspondientes.
CEG015	Las quemas agrícolas deberán realizarse conforme a la normatividad aplicable.	No se realizarán quemas agrícolas ni quemas de vegetación como parte del proyecto. El material vegetal será triturado y manejado para su posterior aprovechamiento durante la restauración.
CEG016	Implementar programas de capacitación e intercambio de experiencias en materia forestal, agropecuaria, ecoturística y manejo del agua.	Se implementará capacitación ambiental al personal, incluyendo manejo de recursos naturales, residuos, agua, flora, fauna, prevención de incendios y atención de contingencias ambientales.

CONSULTA PÚBLICA

Clave	Criterio ecológico	Vinculación con el proyecto
CEG017	Los residuos biológico-infecciosos deberán manejarse conforme a la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.	El proyecto no contempla actividades médicas o sanitarias que generen residuos biológico-infecciosos. En caso excepcional de generarse alguno, será manejado conforme a la normatividad aplicable mediante un prestador autorizado.
CEG018	Los sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos deberán cumplir con la NOM-083-SEMARNAT-2003.	Los residuos sólidos urbanos generados por el personal serán separados, almacenados temporalmente y trasladados al sitio de disposición final autorizado que corresponda. El proyecto no contempla la construcción de un sitio de disposición final propio.
CEG019	La extracción, captura o comercialización de flora y fauna silvestre deberá contar con autorización.	El proyecto no contempla captura ni comercialización de flora o fauna. Los programas de rescate tendrán como finalidad evitar afectaciones a organismos presentes en las áreas de intervención y se realizarán conforme a las autorizaciones correspondientes.
CEG020	Se restringirá la introducción de especies exóticas.	Las actividades de restauración y reforestación priorizarán especies nativas o adecuadas a las condiciones ambientales del sitio, evitando la introducción de especies exóticas invasoras.
CEG021	Se prohíbe la captura y comercialización de fauna con estatus de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.	No se realizará captura ni comercialización de fauna silvestre. Durante las actividades de preparación se aplicará el Programa de Rescate de Fauna y, en caso de identificarse ejemplares bajo protección, se establecerán medidas específicas para evitar su afectación.
CEG022	Para el tratamiento de plagas y enfermedades deberán emplearse	No se contempla el uso ordinario de plaguicidas o agroquímicos durante las actividades de extracción. En las

CONSULTA PÚBLICA

Clave	Criterio ecológico	Vinculación con el proyecto
	productos específicos y preferentemente fertilizantes orgánicos.	actividades de restauración, cualquier tratamiento fitosanitario que eventualmente resulte necesario deberá efectuarse con productos autorizados y bajo criterios de mínimo impacto.
CEG023	Regular el uso de agroquímicos en áreas cercanas a cuerpos de agua, escorrentías, cenotes, surgencias, ríos y canales.	El proyecto no contempla utilización de agroquímicos. Por lo tanto, no se generará este tipo de presión sobre cuerpos de agua o escurrimientos.
CEG024	Promover tecnologías para captación de agua de lluvia.	El proyecto no requiere un sistema permanente de captación de agua de lluvia para procesos productivos. El agua utilizada para las actividades de control de polvo será manejada de manera controlada y únicamente para las necesidades del proyecto.
CEG025	Mantener y proteger las áreas de vegetación natural que favorezcan la recarga de acuíferos y continuidad de procesos naturales.	Se conservará la superficie no destinada a extracción, incluyendo la franja de amortiguamiento. Se evitará la contaminación del suelo y subsuelo mediante manejo adecuado de residuos y prevención de derrames.
CEG026	El uso de organismos genéticamente modificados estará sujeto a la legislación aplicable.	El proyecto no contempla el uso de organismos genéticamente modificados.
CEG027	Promover actividades productivas extensivas como las UMAS.	El criterio no corresponde directamente a la naturaleza del Banco de Yeso, debido a que el proyecto no contempla una UMA ni actividades de aprovechamiento de vida silvestre.
CEG028	Promover la participación de las comunidades locales en la planificación, protección y conservación de los recursos naturales.	Se considera de vinculación indirecta. El proyecto deberá desarrollarse procurando evitar afectaciones a actividades productivas y usos del territorio de las comunidades cercanas,

CONSULTA PÚBLICA

Clave	Criterio ecológico	Vinculación con el proyecto
		así como atendiendo las disposiciones ambientales aplicables.
CEG029	Las obras y desarrollos productivos no deberán afectar el flujo hídrico superficial o subterráneo ni la recarga de acuíferos, hábitats críticos y conectividad ecológica.	Este criterio presenta una vinculación directa. El proyecto no contempla modificaciones intencionales de cauces ni descargas de aguas residuales de proceso. Se mantendrán superficies sin intervención y se implementarán medidas de protección del suelo y subsuelo. La evaluación ambiental considera la prevención de posibles afectaciones al recurso hídrico.
CEG030	Promover el monitoreo de la calidad del agua en lagunas, cuerpos de agua y fuentes de abastecimiento.	No se contempla la operación de una fuente de abastecimiento de agua potable ni la descarga a cuerpos de agua como parte del proceso extractivo. No obstante, se mantendrá vigilancia ambiental para detectar posibles afectaciones relacionadas con las actividades del proyecto.
CEG031	Las obras de infraestructura y desarrollos productivos deberán contar con autorización ambiental y, cuando corresponda, sujetarse a la LGEEPA y LGDFS en materia de cambio de uso de suelo.	El proyecto será sometido a evaluación ambiental y cumplirá las autorizaciones aplicables. En caso de determinarse que alguna superficie corresponde legalmente a terreno forestal y que resulta necesario el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se tramitará la autorización correspondiente antes de ejecutar la remoción de vegetación.
CEG032	Las MIA deberán prestar especial atención al recurso agua y establecer medidas para prevenir contaminación del manto freático y cuerpos de agua.	El presente estudio considera la protección del suelo y subsuelo como componente ambiental prioritario. Se contempla prevención de derrames, manejo adecuado de residuos, ausencia de descargas de proceso y control de las actividades de extracción.

CONSULTA PÚBLICA

Clave	Criterio ecológico	Vinculación con el proyecto
CEG033	La construcción, modernización y ampliación de caminos deberá minimizar afectaciones a ecosistemas, flujos hidrológicos, conectividad, especies en riesgo y recarga de acuíferos.	El proyecto utilizará un camino existente de aproximadamente 500 m, actualmente empleado como camino de acceso y saca cosecha. No se contempla la apertura de un camino nuevo; únicamente se realizará su rehabilitación y acondicionamiento, procurando mantener sus condiciones y minimizar afectaciones adicionales.
CEG034	Los proyectos dentro de Balam-Kin, Reserva de la Biosfera Calakmul o APFF Bala'an K'aax deberán sujetarse a sus decretos y programas de manejo.	El proyecto no se encuentra dentro de cualquiera de ningún área natural protegida de índole municipal, estatal o federal.
CEG035	La remoción de vegetación de terrenos forestales para actividades no forestales requiere autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.	Este criterio es de especial relevancia para la Etapa 2, donde se identifica vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. La remoción de vegetación se realizará únicamente después de determinar jurídicamente la condición forestal del terreno y, en caso de resultar aplicable, obtener previamente la autorización de CUSTF correspondiente.
CEG036	Los materiales pétreos, sascab, madera y materiales vegetales utilizados deberán provenir de fuentes o bancos autorizados cuando no sean para autoconsumo.	Los materiales externos requeridos para las actividades del proyecto, en caso de adquirirse, deberán provenir de bancos o establecimientos que cuenten con las autorizaciones correspondientes. El material producto del propio despalme y material vegetal del proyecto serán manejados y aprovechados dentro del predio para las actividades de restauración.
CEG037	Se promoverá el manejo sustentable de la selva.	El criterio presenta vinculación con la Etapa 2 debido a la presencia de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. La

CONSULTA PÚBLICA

Clave	Criterio ecológico	Vinculación con el proyecto
		intervención se limitará al área autorizada, se implementará rescate de flora y fauna y se contempla la restauración de las superficies intervenidas al término de la vida útil del proyecto.

Del análisis de vinculación realizado entre el proyecto y el Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Hopelchén, se determina que el proyecto se encuentra dentro de la UGA III.1.AS, cuya política ambiental corresponde al Aprovechamiento Sustentable.

Si bien, dentro de los usos establecidos para esta UGA la actividad minera no se encuentra señalada expresamente como uso predominante, compatible o condicionado, el instrumento de ordenamiento tampoco establece de manera expresa la prohibición de las actividades de aprovechamiento de materiales pétreos o minerales dentro de dicha unidad de gestión ambiental. Por lo tanto, la ausencia de la actividad minera dentro de los usos compatibles no debe interpretarse, por sí misma, como una prohibición absoluta para la ejecución del proyecto.

En este sentido, la vinculación del proyecto se realiza considerando no solamente la clasificación de usos de suelo establecida para la UGA, sino también la política ambiental de Aprovechamiento Sustentable, los lineamientos ecológicos, los criterios de regulación ecológica y las condiciones ambientales actuales del sitio.

El proyecto contempla el aprovechamiento de un recurso mineral mediante un método de extracción a cielo abierto, con una profundidad aproximada de 1 a 3 m y una vida útil de cinco años. No se contemplan actividades de transformación industrial del material dentro del predio, ni el empleo de explosivos, procesos de lixiviación, sustancias químicas para beneficio del mineral, presas de jales o instalaciones permanentes de procesamiento. Asimismo, el proyecto se desarrollará únicamente dentro de la superficie previamente delimitada, manteniendo una franja de amortiguamiento de 12,298.45 m².

La condición actual de la cobertura vegetal constituye también un elemento relevante para la vinculación ambiental del proyecto. La Etapa 1, con una superficie de 10,467.01 m², presenta vegetación herbácea asociada a pastizal cultivado, por lo que no corresponde a terrenos con vegetación forestal y las actividades previstas en esta etapa no implican cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

CONSULTA PÚBLICA

Por su parte, la Etapa 2, con una superficie de 21,339.64 m², presenta vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, por lo que la remoción de dicha vegetación se encuentra sujeta a la obtención previa de la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales que resulte aplicable. De esta manera, el proyecto reconoce las restricciones ambientales específicas asociadas a esta superficie y contempla que las actividades de desmonte se realicen únicamente una vez obtenidas las autorizaciones correspondientes.

De acuerdo con el análisis de impactos ambientales efectuado para el proyecto, los efectos potenciales derivados de las actividades de preparación del sitio, extracción, carga, transporte y rehabilitación se encuentran identificados y serán atendidos mediante medidas de prevención, mitigación, control, restauración y vigilancia ambiental. Entre dichas medidas se consideran el control de emisiones de partículas, manejo adecuado de residuos, prevención de contaminación del suelo y agua, control de derrames, manejo de maquinaria, rescate de flora y fauna, protección de la franja de amortiguamiento, vigilancia ambiental y restauración del sitio al concluir la vida útil del banco.

Asimismo, la naturaleza temporal del aprovechamiento y la existencia de una etapa específica de abandono y restauración permiten establecer acciones encaminadas a recuperar las condiciones físicas y ambientales del área intervenida. Durante esta etapa se contempla la estabilización y conformación del terreno, reincorporación del material de despalme, control de erosión y establecimiento de vegetación.

Por lo anterior, se considera que el proyecto presenta vinculación con la política de Aprovechamiento Sustentable establecida para la UGA III.1.AS, siempre que su ejecución se sujete a los criterios y lineamientos ecológicos aplicables, a las medidas de prevención y mitigación propuestas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental y a la obtención previa de las autorizaciones sectoriales que correspondan, particularmente la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales para la Etapa 2.

En consecuencia, el Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Hopelchén constituye un instrumento de regulación territorial que deberá observarse durante la ejecución del proyecto, pero la ausencia de la actividad minera dentro del listado de usos compatibles de la UGA III.1.AS no constituye, por sí misma, una disposición que prohíba la realización del proyecto. La procedencia ambiental de la actividad deberá analizarse de manera integral con base en las condiciones ambientales del sitio, los impactos identificados, las medidas propuestas y el cumplimiento del conjunto de disposiciones jurídicas y administrativas aplicables.

CONSULTA PÚBLICA

III.2 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS, REGIONES PRIORITARIAS Y ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN.

Áreas Naturales Protegidas.

De acuerdo con la ubicación del polígono correspondiente al proyecto y con la revisión de la información cartográfica disponible para las Áreas Naturales Protegidas (ANP) de competencia federal, estatal y municipal, se determina que la superficie destinada al desarrollo del proyecto se encuentra fuera de los polígonos decretados como Áreas Naturales Protegidas.

En consecuencia, las actividades de preparación del sitio, extracción del material, rehabilitación del acceso existente y las actividades de abandono y restauración previstas para el proyecto no se desarrollarán dentro de una ANP ni ocuparán superficies sujetas a un decreto de protección ambiental de carácter federal, estatal o municipal.

No obstante, debido a que el proyecto se localiza en el municipio de Hopelchén, resulta pertinente considerar las Áreas Naturales Protegidas existentes en el contexto regional, particularmente aquellas localizadas dentro o próximas al territorio municipal. Entre las principales se encuentran la Reserva de la Biosfera Calakmul, el Área de Protección de Flora y Fauna Balam Kin y el Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'aax.

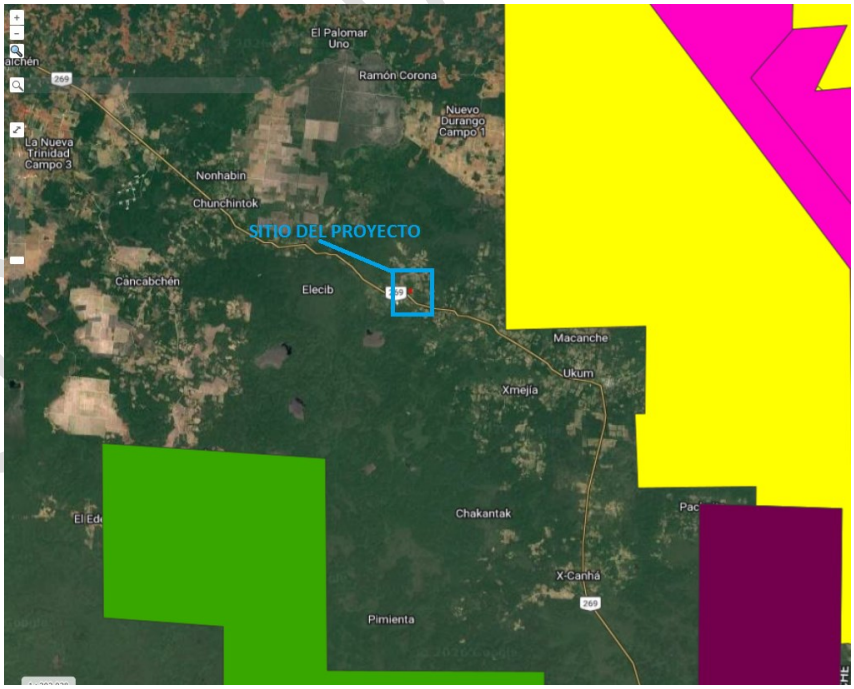


Fig. 15. Ubicación del proyecto con respecto a las ANP's

COPIA PÚBLICA

La Reserva de la Biosfera Calakmul es un Área Natural Protegida de competencia federal, decretada el 23 de mayo de 1989, con una superficie de 723,185.13 hectáreas. De acuerdo con la información de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, se encuentra comprendida en los municipios de Calakmul y Hopelchén. Su principal objetivo de conservación está relacionado con la protección de extensas superficies de selva tropical y la biodiversidad asociada a estos ecosistemas. Asimismo, en el contexto regional se encuentra el Área de Protección de Flora y Fauna Balam Kin, de competencia federal, cuya superficie comprende territorio de los municipios de Calakmul, Hopelchén, Champotón y Escárcega. Esta área forma parte del sistema de conservación de la Selva Maya y mantiene conectividad ecológica con otras áreas protegidas de la región.

También se encuentra el Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'aax, decretada el 3 de mayo de 2005, con una superficie superior a 128 mil hectáreas y presencia en los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán. En Campeche comprende territorio del municipio de Hopelchén. Esta ANP forma parte del corredor de conservación de las selvas de la Península de Yucatán. La existencia de estas Áreas Naturales Protegidas en el contexto regional no implica que el proyecto Banco de Yeso se encuentre sujeto directamente a sus respectivos decretos y programas de manejo, toda vez que el polígono del proyecto se encuentra fuera de sus límites. Por lo tanto, no se contemplan actividades, obras o instalaciones dentro de dichas áreas protegidas.

No obstante, considerando la importancia ecológica de las ANP existentes en la región, el proyecto incorpora medidas orientadas a evitar o minimizar posibles efectos indirectos sobre los componentes ambientales regionales. Entre estas medidas se encuentran el control de emisiones de partículas, manejo adecuado de residuos, prevención de derrames de combustibles y lubricantes, manejo adecuado de aguas residuales sanitarias, control de maquinaria y vehículos, prevención de afectaciones a la fauna silvestre, rescate de flora y fauna en las áreas que serán intervenidas y restauración de la superficie aprovechada al término de la vida útil del proyecto.

Particularmente, la Etapa 2 del proyecto presenta vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, por lo que las actividades de remoción de vegetación forestal estarán sujetas a la obtención previa de la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales que resulte aplicable. Esta medida permite establecer un mecanismo específico de regulación para la superficie con vegetación forestal, independientemente de que el proyecto se encuentre fuera de los límites de las ANP.

CONSULTA PÚBLICA

Por otra parte, la Etapa 1 se desarrolla sobre una superficie con vegetación herbácea asociada a pastizal cultivado, sin presencia de vegetación forestal, por lo que las actividades de preparación previstas para dicha superficie no implican cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

En este sentido, la ubicación del proyecto fuera de Áreas Naturales Protegidas constituye un elemento favorable para su desarrollo, al no existir una incompatibilidad territorial derivada de la ocupación directa de un espacio sujeto a régimen de protección especial. Sin perjuicio de lo anterior, el proyecto reconoce la importancia ecológica del entorno regional y establece medidas preventivas, de mitigación, vigilancia y restauración encaminadas a evitar afectaciones sobre los ecosistemas y recursos naturales presentes en su área de influencia.

PÚBLICA

Regiones Terrestres Prioritarias

De acuerdo con la cartografía ambiental consultada mediante el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), el sitio destinado al desarrollo del proyecto se encuentra ubicado dentro de la Región Terrestre Prioritaria (RTP) 150, denominada “Sur del Punto PUT”.

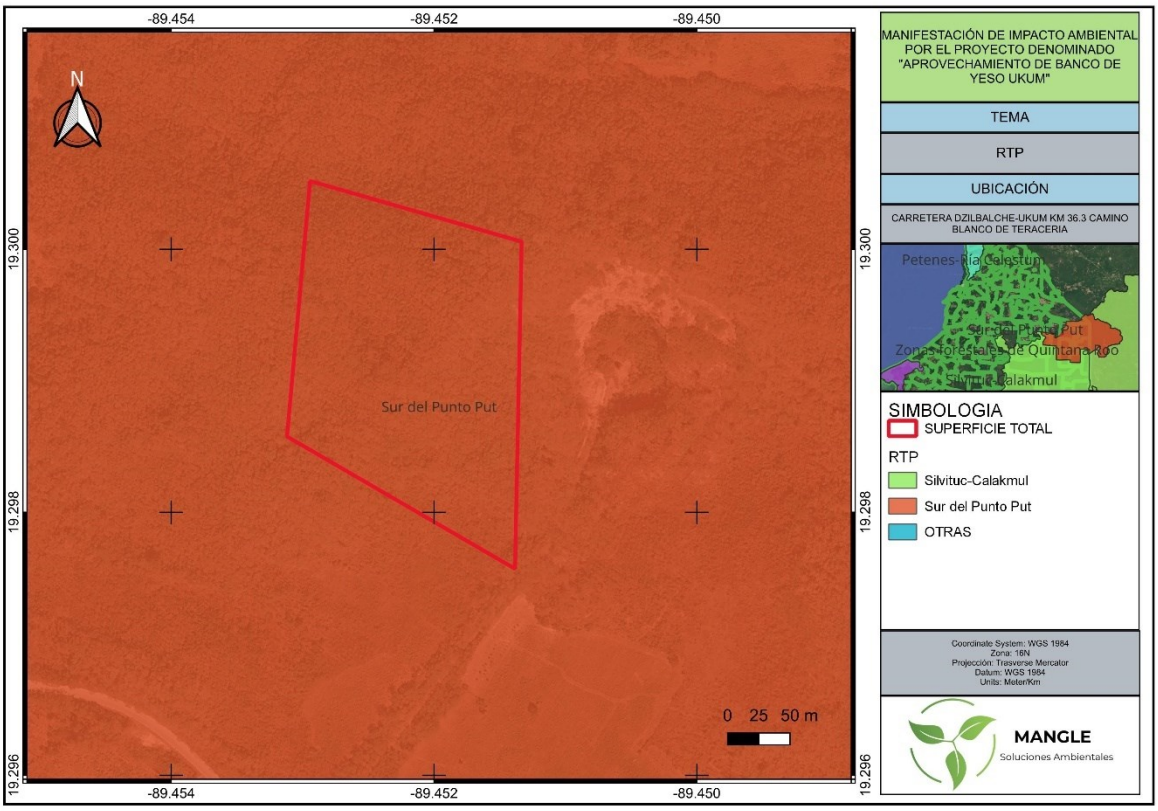


Fig. 16. Ubicación del proyecto con respecto a las RTP

Las Regiones Terrestres Prioritarias son áreas identificadas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) debido a que presentan características físicas y bióticas particularmente importantes para la conservación de la biodiversidad. Su delimitación consideró, entre otros aspectos, la riqueza de especies y ecosistemas, la integridad ecológica, la función como corredor biológico, la presencia de especies de importancia para la conservación, las amenazas existentes y las oportunidades de conservación. Por lo tanto, las RTP constituyen instrumentos de referencia para la planeación y conservación de la biodiversidad, pero no representan por sí mismas Áreas Naturales Protegidas ni establecen un régimen de prohibición de actividades productivas.

La RTP 150 “Sur del Punto PUT” se encuentra ubicada en el municipio de Hopelchén, Campeche, y comprende una superficie aproximada de 2,953 km². Entre sus características ambientales se reconoce la presencia de áreas conservadas de selva subperennifolia, mientras que la topografía predominante corresponde a terrenos de llanura.

La ubicación del proyecto dentro de esta región prioritaria constituye un elemento que debe ser considerado dentro de la evaluación ambiental, particularmente debido a la importancia regional de los ecosistemas de selva y de los procesos ecológicos asociados a ellos. No obstante, la inclusión del predio dentro de la RTP 150 no significa que el proyecto se encuentre dentro de un Área Natural Protegida ni que exista una prohibición automática para el desarrollo de actividades productivas o de aprovechamiento de recursos. En este sentido, la vinculación se realiza considerando las condiciones ambientales particulares del sitio del proyecto y no únicamente la condición de pertenencia a la RTP. De acuerdo con la caracterización ambiental realizada para el proyecto, la superficie de aprovechamiento presenta condiciones diferenciadas entre las dos etapas contempladas.

La Etapa 1, con una superficie de 10,467.01 m², presenta vegetación herbácea asociada a pastizal cultivado, por lo que corresponde a un área que presenta un grado de transformación derivado del uso previo del suelo y no conserva las características de una superficie cubierta por vegetación forestal. En esta superficie se contempla, únicamente las actividades de deshierbe y preparaciones necesarias para el aprovechamiento.

Por otra parte, la Etapa 2, con una superficie de 21,339.64 m², presenta vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. Esta condición resulta particularmente relevante para la vinculación con la RTP 150, considerando que la importancia ambiental de esta región se encuentra relacionada, entre otros factores, con la presencia de selvas subperennifolias. En consecuencia, las actividades de

CONSULTA PÚBLICA

remoción de la vegetación forestal de esta etapa serán sujetas a la obtención previa de la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales que resulte aplicable. La ejecución de la Etapa 2 estará acompañada de medidas específicas de protección y manejo de la vegetación y fauna silvestre, incluyendo acciones de rescate y reubicación de ejemplares susceptibles de manejo, así como medidas de vigilancia ambiental durante las actividades de desmonte y preparación del sitio. Estas acciones tienen como finalidad reducir la afectación sobre los componentes bióticos presentes en la superficie directamente intervenida.

Asimismo, la superficie del proyecto se encuentra claramente delimitada y el aprovechamiento se desarrollará de manera gradual. La superficie total del proyecto es de 44,105.11 m², de los cuales 10,467.01 m² corresponden a la Etapa 1, 21,339.64 m² a la Etapa 2 y 12,298.45 m² a la franja de amortiguamiento. La existencia de esta franja permite mantener una superficie de separación respecto de las áreas de extracción y contribuye a reducir la propagación de efectos asociados a las actividades extractivas. El método de aprovechamiento será mediante extracción a cielo abierto, con una profundidad aproximada de 1 a 3 m, sin utilización de explosivos.

Los principales impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto se relacionan con la remoción de vegetación y suelo en las áreas de intervención, generación de partículas suspendidas, emisiones provenientes de maquinaria y vehículos, generación de ruido, modificación temporal de las condiciones físicas del terreno, generación de residuos y posibles eventos accidentales relacionados con combustibles y maquinaria. Para atender estos efectos se contemplan medidas de prevención, mitigación, control, vigilancia y restauración, entre las que se encuentran el control de emisiones de polvo mediante riego, mantenimiento adecuado de maquinaria, manejo integral de residuos, prevención y atención de derrames, protección de áreas no intervenidas, rescate de flora y fauna, vigilancia ambiental y restauración del sitio.

En materia de fauna silvestre, se establecerán medidas preventivas para evitar la captura, persecución, extracción o afectación innecesaria de ejemplares. Previo al inicio de las actividades que impliquen remoción de vegetación se realizarán recorridos de reconocimiento y, cuando resulte procedente, acciones de rescate y reubicación de individuos. Durante la operación se establecerán medidas de control de velocidad de los vehículos y maquinaria, así como acciones para evitar la generación de condiciones que favorezcan la afectación de la fauna.

CONSULTA PÚBLICA

Respecto al suelo, el proyecto contempla la conservación temporal del material producto del despalme para su posterior reincorporación durante las actividades de rehabilitación y restauración. El material vegetal generado por las actividades de deshierbe y desmonte será manejado de manera que pueda ser aprovechado durante la restauración del sitio, evitando su disposición inadecuada. La rehabilitación del sitio constituye una medida relevante para disminuir los efectos residuales del aprovechamiento. Al concluir la vida útil del banco se contempla el retiro de la maquinaria e instalaciones provisionales, limpieza general, reincorporación del material de despalme, nivelación y conformación del terreno, estabilización de taludes, control de erosión y establecimiento de vegetación.

En consecuencia, la pertenencia del proyecto a la RTP 150 “Sur del Punto PUT” es reconocida como una condición ambiental de importancia regional que ha sido incorporada al análisis de impacto ambiental. Sin embargo, dicha condición no constituye por sí misma una prohibición para el desarrollo del proyecto, toda vez que las Regiones Terrestres Prioritarias constituyen instrumentos de identificación y priorización para la conservación de la biodiversidad y no tienen, por el solo hecho de su delimitación, el carácter jurídico de un Área Natural Protegida.

Por lo anterior, se considera que la vinculación del proyecto con la RTP 150 “Sur del Punto PUT” se atiende mediante la identificación de los valores ambientales que motivaron su delimitación, el análisis de las condiciones particulares del sitio, la diferenciación de las superficies de acuerdo con su cobertura vegetal, la aplicación de medidas específicas para prevenir y minimizar los impactos ambientales y la implementación de acciones de rehabilitación y restauración al término del aprovechamiento. De manera particular, la presencia de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia en la Etapa 2 será atendida mediante la obtención previa de las autorizaciones ambientales y forestales correspondientes, así como mediante las medidas de protección, rescate, manejo y restauración previstas en el proyecto. Con ello, se busca que el aprovechamiento del recurso mineral se realice de manera ordenada y bajo criterios de prevención, minimización de impactos y recuperación de las condiciones ambientales del sitio.

CONSULTA PÚBLICA

Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)

De acuerdo con la cartografía ambiental consultada mediante el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), el sitio donde se pretende desarrollar el proyecto Banco de Yeso se encuentra dentro del Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) 174, denominada "Sierra de Ticul-Put".

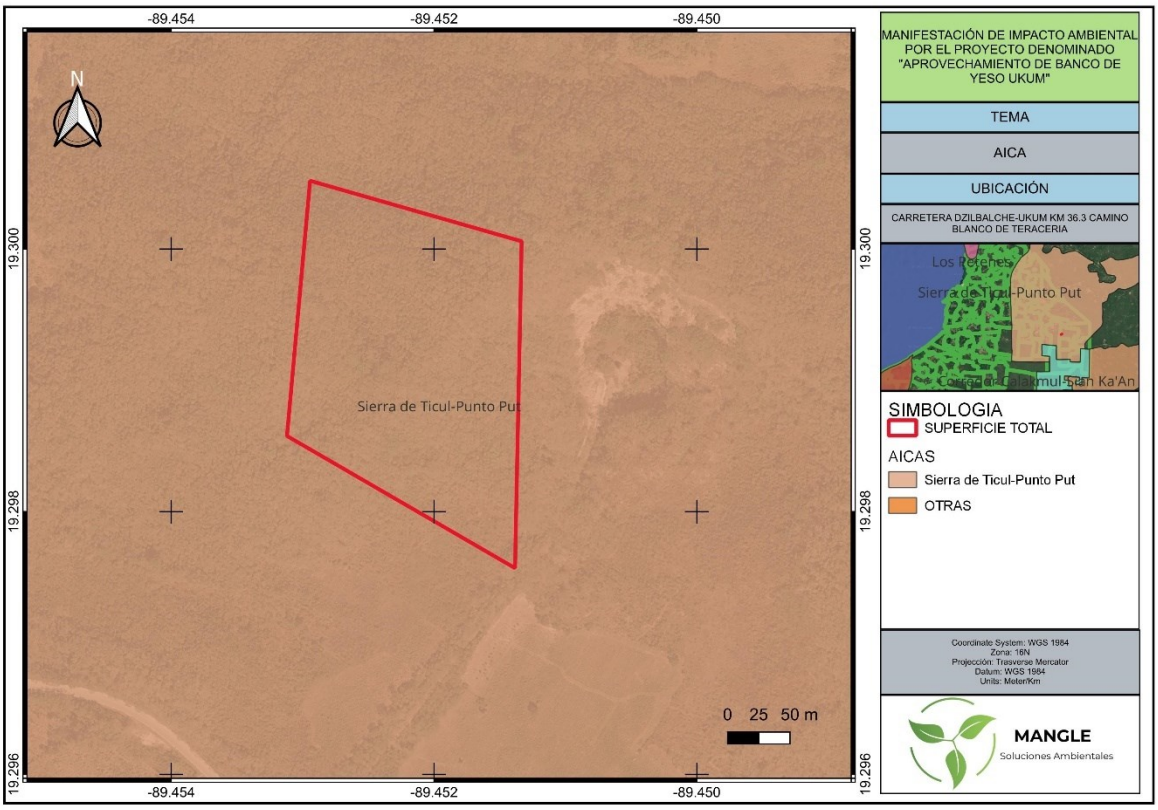


Fig. 17. Ubicación del proyecto con respecto a las AICAS

Las AICA constituyen áreas identificadas por su importancia para la conservación de las aves y de los hábitats que utilizan para alimentación, refugio, reproducción, descanso y desplazamiento. Su delimitación representa un referente para la identificación de sitios de importancia para la avifauna y para la consideración de medidas de conservación dentro de los proyectos que se desarrollen en su ámbito territorial.

La inclusión del sitio del proyecto dentro del AICA 174 no implica que el predio se encuentre sujeto al régimen jurídico de un Área Natural Protegida, ni establece por sí misma una prohibición para el desarrollo de actividades productivas. La vinculación se realiza, por tanto, atendiendo a los posibles efectos que las actividades del proyecto pudieran generar sobre la avifauna y sobre los elementos del hábitat presentes en la superficie de intervención. En este sentido, el principal aspecto a considerar corresponde a la remoción de vegetación y a la consecuente modificación temporal de las condiciones de refugio, alimentación y desplazamiento de la fauna silvestre. Esta condición es diferenciada para las dos etapas del proyecto.

La Etapa 1, con una superficie de 10,467.01 m², presenta vegetación herbácea asociada a pastizal cultivado, por lo que corresponde a una superficie previamente transformada por actividades productivas y con una estructura vegetal de menor complejidad que la vegetación arbórea. Para esta etapa únicamente se contempla el deshierbe y las actividades necesarias para la preparación del sitio. La Etapa 2, con una superficie de 21,339.64 m², presenta vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, por lo que constituye la superficie de mayor relevancia para la conservación de elementos de hábitat para la fauna silvestre. En consecuencia, las actividades de desmonte de esta etapa serán precedidas por recorridos de reconocimiento y por la aplicación del Programa de Rescate de Fauna, con especial atención a la presencia de aves, nidos y sitios de reproducción.

Para prevenir afectaciones directas a la avifauna, durante la preparación del sitio se evitará la captura, persecución o perturbación intencional de ejemplares. En caso de identificarse nidos activos o ejemplares que requieran manejo, se aplicarán las medidas de protección, rescate o reubicación que resulten técnicamente procedentes antes de intervenir el área correspondiente. Durante la etapa de operación se mantendrán las actividades dentro de los límites establecidos para el proyecto, evitando la ocupación innecesaria de superficies adicionales. Asimismo, se implementarán medidas para controlar la generación de polvo y ruido, mantener la maquinaria en condiciones adecuadas de operación y prevenir derrames de combustibles o lubricantes que pudieran afectar indirectamente a la fauna.

El proyecto no contempla el empleo de explosivos, por lo que no se prevén efectos asociados a detonaciones o vibraciones derivadas de voladuras. La extracción se realizará mediante maquinaria y métodos mecánicos, manteniendo controladas las actividades dentro de las áreas destinadas al aprovechamiento.

CONSULTA PÚBLICA

Como medida adicional de manejo, el proyecto contempla una franja de amortiguamiento de 12,298.45 m², además de las superficies que no serán directamente intervenidas, lo que permite mantener áreas de separación respecto de las zonas de extracción y disminuir la extensión espacial de los efectos derivados de las actividades del proyecto. Al término de la vida útil del banco se contempla la rehabilitación y restauración de las áreas intervenidas mediante la reincorporación del material de despalme, conformación y nivelación del terreno, estabilización de taludes, control de erosión y establecimiento de vegetación. Estas acciones permitirán recuperar progresivamente condiciones de cobertura vegetal y de hábitat para la fauna silvestre.

En consecuencia, la vinculación del proyecto con el AICA 174 “Sierra de Ticul-Put” se concentra en la prevención y manejo de los posibles efectos sobre la avifauna derivados principalmente de la remoción de vegetación, generación de ruido y movimiento de maquinaria. Las medidas propuestas permiten atender estos efectos de manera específica, particularmente en la Etapa 2, donde existe vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. Por lo anterior, se considera que la ubicación del proyecto dentro del AICA 174 ha sido incorporada al análisis ambiental y al diseño de las medidas de prevención, mitigación y restauración, sin que su delimitación implique por sí misma una prohibición para el desarrollo del proyecto. La ejecución de las actividades estará sujeta al cumplimiento de las autorizaciones ambientales aplicables y de las medidas establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

CONSULTA PÚBLICA

III.3 VINCULACIÓN CON LAS POLÍTICAS E INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN DEL DESARROLLO EN LA REGIÓN.

III.3.1. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2025-2030

El Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 (PND 2025-2030) constituye el instrumento rector de la planeación nacional y establece los objetivos, estrategias y prioridades que orientan las políticas públicas durante el periodo 2025-2030. El Plan se estructura en cuatro ejes generales: 1) Gobernanza con justicia y participación ciudadana; 2) Desarrollo con bienestar y humanismo; 3) Economía moral y trabajo; y 4) Desarrollo sustentable, además de tres ejes transversales relacionados con la igualdad sustantiva y los derechos de las mujeres, la innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional y los derechos de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas.

Para efectos del proyecto, la vinculación principal se establece con los Ejes Generales 3 y 4, debido a que el proyecto corresponde al aprovechamiento de un recurso mineral mediante una actividad productiva que, al mismo tiempo, debe desarrollarse bajo criterios de prevención, protección ambiental, aprovechamiento responsable de los recursos naturales y restauración del sitio.

Eje General 3. Economía moral y trabajo

El PND 2025-2030 establece dentro de este eje una visión orientada al desarrollo económico, la generación de empleo y el fortalecimiento de las actividades productivas bajo un enfoque de bienestar y sustentabilidad. El proyecto se vincula con este eje mediante el aprovechamiento de un recurso mineral destinado a su comercialización, generando actividad económica y empleos directos e indirectos durante las etapas de preparación, extracción, transporte y restauración del sitio.

La actividad se desarrollará de manera temporal y programada, con una vida útil de cinco años, contemplando dos etapas de aprovechamiento y un año destinado al abandono, rehabilitación y restauración. De esta manera, el proyecto incorpora desde su planeación medidas para que el aprovechamiento del recurso se realice de manera ordenada y dentro de una superficie previamente delimitada.

Eje General 4. Desarrollo sustentable

El Eje General 4 del PND 2025-2030 establece como principio el equilibrio entre las dimensiones económica, social y ambiental del desarrollo, procurando preservar el medio ambiente, evitar daños irreversibles, prevenir el agotamiento de los recursos naturales y garantizar su disponibilidad para las generaciones futuras. Asimismo,

CONSULTA PÚBLICA

plantea la protección de ecosistemas estratégicos y el uso responsable de los recursos naturales.

La vinculación del proyecto con este eje se establece directamente a través de las medidas ambientales previstas para prevenir, minimizar y controlar los impactos derivados del aprovechamiento del material de yeso.

En particular, el proyecto contempla:

• La delimitación de las superficies destinadas al aprovechamiento, evitando la ocupación de áreas adicionales.

• La ejecución gradual de las actividades mediante dos etapas, permitiendo controlar espacial y temporalmente las áreas de intervención.

• La conservación de una franja de amortiguamiento de 12,298.45 m².

• El control de emisiones de partículas generadas por el movimiento de maquinaria, extracción, carga y transporte del material.

• El manejo adecuado de los residuos generados durante las diferentes etapas del proyecto.

• La prevención y atención de posibles derrames de combustibles y lubricantes.

• El rescate y manejo de flora y fauna previo a las actividades que impliquen remoción de vegetación.

• La obtención de las autorizaciones ambientales y forestales que resulten aplicables antes de ejecutar las actividades correspondientes.

• La restauración del sitio al concluir la vida útil del banco, mediante la reincorporación del material de despalme, conformación y nivelación del terreno, estabilización de taludes, control de erosión y establecimiento de vegetación.

Por lo anterior, el proyecto presenta vinculación con los principios y objetivos del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, particularmente con los Ejes Generales 3. Economía moral y trabajo y 4. Desarrollo sustentable, al combinar el aprovechamiento de un recurso mineral con medidas orientadas a prevenir y controlar los impactos ambientales, sujetarse a las autorizaciones correspondientes y realizar la rehabilitación y restauración del área intervenida al término del aprovechamiento.

CONSULTA PÚBLICA

III.3.2 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DE CAMPECHE 2024-2027

El Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Campeche 2024-2027 (PED 2024-2027) constituye el instrumento rector de la planeación estatal y establece las misiones, objetivos, estrategias y líneas de acción que orientan el desarrollo integral del Estado. El proyecto, ubicado en el municipio de Hopelchén, se vincula principalmente con la Misión 4, Desarrollo Económico con Visión al Futuro, y con la Misión 5, Un Estado Naturalmente Sostenible.

Misión 4. Desarrollo Económico con Visión al Futuro

Esta Misión se orienta al fortalecimiento de los sectores económicos y productivos del Estado, aprovechando las ventajas competitivas de Campeche y promoviendo inversiones que contribuyan al desarrollo económico.

El proyecto se vincula con esta Misión debido a que contempla el aprovechamiento de un recurso mineral mediante la extracción de yeso a cielo abierto para su comercialización, generando actividad económica y empleos durante las etapas de preparación, operación, transporte y restauración. El aprovechamiento será temporal y se desarrollará de manera programada durante una vida útil de cinco años, dentro de una superficie previamente delimitada y mediante dos etapas de extracción. De esta manera, el proyecto contribuye al aprovechamiento de los recursos naturales disponibles en el territorio para fines productivos, sujeto al cumplimiento de las disposiciones ambientales y sectoriales aplicables.

Misión 5. Un Estado Naturalmente Sostenible

La Misión 5 establece como orientación preservar la riqueza natural del Estado de Campeche y promover un desarrollo sostenible. Dentro de esta Misión se contempla la protección del medio ambiente, la conservación y restauración de los ecosistemas y el establecimiento de criterios ambientales para regular las actividades productivas. El PED contempla, entre otras acciones, la promoción de la reforestación y restauración de ecosistemas naturales y el impulso de una agenda de desarrollo productivo sustentable que establezca criterios ambientales para su regulación.

La vinculación del proyecto con esta Misión se establece mediante las medidas ambientales incorporadas desde su planeación y que serán aplicadas durante las diferentes etapas del aprovechamiento. Con base en el análisis realizado, el proyecto presenta vinculación con el Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Campeche 2024-2027, principalmente con las Misiones 4, Desarrollo Económico con Visión al Futuro, y 5, Un Estado Naturalmente Sostenible.

CONSULTA PÚBLICA

La vinculación con la Misión 4 se establece por la naturaleza productiva del proyecto y el aprovechamiento de un recurso mineral para su comercialización, mientras que la vinculación con la Misión 5 se sustenta en la incorporación de criterios de prevención, protección ambiental, manejo de recursos naturales y restauración del sitio. En consecuencia, el proyecto busca compatibilizar el aprovechamiento productivo del recurso mineral con la protección de los componentes ambientales presentes en el sitio, mediante una ejecución gradual, medidas de prevención y mitigación, cumplimiento de las autorizaciones ambientales correspondientes y la rehabilitación de las superficies intervenidas al término del aprovechamiento.

III.3.3 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO

El Plan Municipal de Desarrollo de Hopelchén 2024-2027 constituye el instrumento rector de la planeación municipal durante el periodo de la administración 2024-2027 y establece los objetivos, estrategias y líneas de acción orientados al desarrollo económico, social, ambiental e institucional del municipio. El propio Plan señala que su formulación considera la participación de la sociedad y que sus acciones se estructuran en tres ejes: Eje 1. Hopelchén en Desarrollo; Eje 2. Hopelchén Integral; y Eje 3. Hopelchén Comprometido. Asimismo, el instrumento reconoce la necesidad de considerar las variables ambientales relacionadas con las actividades económicas y el aprovechamiento de los recursos naturales.

Para efectos del presente proyecto, la vinculación principal se establece con el Eje 1. Hopelchén en Desarrollo, particularmente con el Tema 1.2 *"Generación de oportunidades de avance económico*", orientado a favorecer el desarrollo de actividades productivas, el emprendimiento, la generación de oportunidades económicas y el fortalecimiento de las capacidades productivas del municipio. El proyecto contempla el aprovechamiento de un recurso mineral mediante extracción a cielo abierto y la comercialización del material obtenido, generando una actividad económica temporal durante un periodo de cinco años, además de requerir la participación de personal y servicios relacionados con las diferentes etapas del proyecto.

De igual manera, el Tema 1.3 "*Servicios e infraestructura con eficiencia y sentido social"*, debido a que el proyecto contempla únicamente la rehabilitación y acondicionamiento de un camino existente de aproximadamente 500 m de longitud, utilizado actualmente como camino de acceso y camino saca cosecha, sin plantear la apertura de una nueva vialidad. Esta condición permite aprovechar infraestructura existente y limitar la ocupación adicional de superficie para accesos.

CONSULTA PÚBLICA

La vinculación ambiental más directa corresponde al Eje 2. Hopelchén Integral, específicamente al Tema 2.5 *"Medio ambiente y cuidado animal"*, mediante el cual el Plan Municipal establece la necesidad de fortalecer las acciones municipales en favor del medio ambiente, fomentar la sustentabilidad, promover la recuperación de la arborización y fortalecer prácticas relacionadas con el reciclaje y la reutilización. Asimismo, contempla acciones para optimizar la gestión, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos municipales.

En congruencia con dichas directrices, el proyecto incorpora medidas orientadas a prevenir y controlar los efectos ambientales asociados a sus actividades, entre las que se encuentran el control de emisiones de partículas mediante riego de caminos y áreas de trabajo, el manejo y separación de residuos, la prevención y atención de derrames de combustibles, el manejo adecuado de las aguas sanitarias, las medidas de protección de flora y fauna, así como la vigilancia y seguimiento ambiental durante las diferentes etapas del proyecto.

Por lo anterior, el proyecto presenta vinculación con los objetivos del Plan Municipal de Desarrollo de Hopelchén 2024-2027, principalmente en lo relativo al impulso de actividades económicas y productivas del municipio y, de manera complementaria, con las directrices municipales orientadas al cuidado del medio ambiente y al manejo responsable de los recursos. La vinculación se establece bajo un esquema de aprovechamiento regulado del recurso, delimitación de las superficies de intervención, aplicación de medidas preventivas y de manejo ambiental, cumplimiento de las autorizaciones sectoriales correspondientes y restauración de las áreas intervenidas al término de la vida útil del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

III.4. ANÁLISIS DE INSTRUMENTOS NORMATIVOS.

III.4.1. LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) constituye el principal ordenamiento jurídico federal en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente. En relación con el proyecto denominado Banco de Yeso, resultan aplicables diversas disposiciones de este ordenamiento, particularmente aquellas relacionadas con la evaluación del impacto ambiental, la prevención y mitigación de impactos y, en su caso, el manejo de materiales y residuos peligrosos.

Artículo 28. Evaluación del Impacto Ambiental

El artículo 28 de la LGEEPA establece que la evaluación del impacto ambiental es el procedimiento mediante el cual la Secretaría establece las condiciones a que deberán sujetarse las obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para la protección del ambiente y la preservación y restauración de los ecosistemas.

En su fracción III, el artículo 28 contempla la *exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación*, en los términos de las disposiciones aplicables. En este contexto, el presente proyecto se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental en los términos que resulten aplicables a la naturaleza del aprovechamiento propuesto, consistente en la extracción de yeso mediante un sistema de explotación a cielo abierto.

La presente Manifestación de Impacto Ambiental tiene como finalidad proporcionar a la autoridad ambiental los elementos técnicos necesarios para valorar las características del proyecto, las condiciones ambientales actuales del sitio, los impactos ambientales potenciales derivados de las actividades de preparación, extracción, manejo y transporte del material, así como las medidas preventivas, de mitigación, control y restauración propuestas. El proyecto se desarrollará de manera gradual mediante dos etapas de extracción, con superficies previamente delimitadas, una franja de amortiguamiento y una vida útil total de cinco años.

CONSULTA PÚBLICA

Artículo 30. Manifestación de Impacto Ambiental

El artículo 30 de la LGEEPA establece que, para obtener la autorización en materia de impacto ambiental, los interesados deberán presentar una Manifestación de Impacto Ambiental que contenga, entre otros elementos, la descripción de los posibles efectos sobre los ecosistemas que pudieran resultar afectados y las medidas preventivas, de mitigación y demás necesarias para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

En atención a esta disposición, la presente Manifestación de Impacto Ambiental integra la descripción de las condiciones ambientales existentes en el sitio y su área de influencia, así como la identificación y evaluación de los impactos ambientales potenciales asociados con las actividades del proyecto. De manera particular, se consideran los efectos potenciales sobre la vegetación, fauna, suelo, agua, aire y paisaje, así como la generación de residuos, emisiones de partículas, gases de combustión, ruido, posibles derrames de combustibles y los riesgos asociados con la operación de maquinaria y equipo.

Como parte de las medidas propuestas se contempla la delimitación de las áreas de trabajo, control de emisiones de partículas mediante riego, manejo adecuado de residuos, prevención y atención de derrames, protección y rescate de flora y fauna, vigilancia ambiental, conservación de la franja de amortiguamiento y actividades de rehabilitación y restauración al finalizar la vida útil del proyecto.

Artículo 150. Materiales y residuos peligrosos

El artículo 150 de la LGEEPA establece que los materiales y residuos peligrosos deberán manejarse conforme a la Ley, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, regulándose, según corresponda, aspectos relacionados con su uso, recolección, almacenamiento, transporte, reúso, reciclaje, tratamiento y disposición final.

Para el presente proyecto, esta disposición se considera de carácter preventivo, debido a que no se contempla la realización de actividades de mantenimiento mayor o reparación de maquinaria dentro del área del proyecto. Dichas actividades serán efectuadas fuera del sitio, por lo que no se prevé la generación ordinaria de aceites lubricantes usados, filtros, estopas impregnadas u otros residuos peligrosos derivados del mantenimiento de maquinaria. No obstante, en caso de presentarse de manera accidental algún derrame de combustible, lubricante u otro material que genere un residuo con características de peligrosidad, éste será manejado conforme a la legislación ambiental aplicable, evitando su dispersión hacia el suelo, cuerpos de agua o áreas de vegetación. Para ello se contempla un Protocolo de

CONSULTA PÚBLICA

Prevención y Atención ante Derrames de Combustibles y las medidas de respuesta correspondientes.

Artículo 151. Responsabilidad en el manejo de residuos peligrosos

El artículo 151 de la LGEEPA establece que la responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera y que, cuando se contraten servicios para su manejo y disposición final con empresas autorizadas por la Secretaría, dichas operaciones deberán ser realizadas por los prestadores autorizados, sin perjuicio de las responsabilidades que correspondan al generador.

En congruencia con esta disposición, cualquier residuo que eventualmente sea identificado como peligroso durante el desarrollo del proyecto será separado y manejado de manera diferenciada, evitando su mezcla con residuos sólidos urbanos o residuos de manejo especial. En caso de requerirse su retiro del sitio, se recurrirá a prestadores de servicios que cuenten con las autorizaciones correspondientes para el manejo, transporte, tratamiento y/o disposición final, de acuerdo con las características del residuo generado. Asimismo, se mantendrá evidencia documental de la entrega de los residuos peligrosos a los prestadores autorizados, cuando dicha situación se presente, con el objeto de acreditar su manejo conforme a las disposiciones ambientales aplicables.

Vinculación general con la LGEEPA

De acuerdo con lo anterior, el proyecto se vincula directamente con las disposiciones de la LGEEPA relativas a la evaluación del impacto ambiental, toda vez que la presente Manifestación de Impacto Ambiental constituye el instrumento mediante el cual se describen las obras y actividades propuestas, las condiciones ambientales del sitio, los impactos potenciales y las medidas destinadas a prevenir, mitigar, controlar y, en su caso, restaurar los efectos ambientales derivados del aprovechamiento. Asimismo, las disposiciones relativas a materiales y residuos peligrosos se incorporan como medidas de prevención y control para aquellos casos en los que eventualmente pudiera generarse algún residuo de esta naturaleza, privilegiando su manejo adecuado y, cuando corresponda, su entrega a empresas autorizadas.

Por lo anterior, el proyecto considera dentro de su diseño y operación los principios de prevención, minimización de impactos, manejo ambientalmente adecuado de residuos y restauración del sitio, manteniendo las actividades dentro de las superficies previstas y sujetándose a las autorizaciones ambientales y sectoriales que resulten aplicables.

CONSULTA PÚBLICA

III.4.2. REGLAMENTO DE LA LGEEPA.

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental establece las disposiciones específicas para determinar las obras y actividades que requieren autorización previa de la Secretaría en materia de impacto ambiental. En este sentido, el artículo 5 del Reglamento establece que quienes pretendan llevar a cabo alguna de las obras o actividades señaladas en dicho artículo requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental.

De manera específica, el ***inciso L), denominado "Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación"***, establece en su fracción I lo siguiente:

"I. Obras para la explotación de minerales y sustancias reservadas a la Federación, así como su infraestructura de apoyo."

La disposición resulta aplicable al proyecto, toda vez que éste contempla la extracción de yeso mediante un sistema de explotación a cielo abierto, para su posterior comercialización. Para el desarrollo de las actividades se contempla el empleo de maquinaria pesada para las labores de preparación, extracción, carga, manejo y transporte del material. En este sentido, las actividades propuestas se encuentran relacionadas con la explotación del recurso mineral y con las obras e infraestructura de apoyo necesarias para su ejecución, por lo que el proyecto se somete previamente al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, mediante la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente.

Las actividades de explotación serán realizadas de manera gradual y dentro de las superficies previamente delimitadas, las obras e instalaciones de apoyo contempladas corresponden principalmente a infraestructura temporal y a la rehabilitación de un camino existente de aproximadamente 500 m de longitud, utilizado actualmente como camino de acceso y camino saca cosecha. También se contempla la instalación temporal de un camper, una letrina, recipientes para el almacenamiento temporal de residuos y un área de sombra para el personal.

De manera particular, se consideran medidas para el control de emisiones de partículas, manejo de residuos, prevención de contaminación del suelo y agua, prevención y atención de derrames, protección de fauna, rescate de flora cuando corresponda, vigilancia ambiental y rehabilitación del área intervenida.

CONSULTA PÚBLICA

Por lo anterior, el proyecto se vincula directamente con el artículo 5, inciso L), fracción I, del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, al corresponder a una obra destinada a la explotación de un recurso mineral y contemplar infraestructura de apoyo para su ejecución. En consecuencia, el promovente somete el proyecto a evaluación previa en materia de impacto ambiental, con el objeto de que la autoridad determine las condiciones bajo las cuales podrá desarrollarse, considerando las características del proyecto, las condiciones ambientales del sitio y las medidas de prevención, mitigación y restauración propuestas.

III.4.3 PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (PROMARNAT) 2025-2030.

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030 (PROMARNAT) es el instrumento sectorial que establece los objetivos, estrategias y líneas de acción de la política ambiental federal para el periodo 2025-2030. El Programa se encuentra vinculado con el Eje General 4. Desarrollo Sustentable del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 y orienta sus acciones hacia la conservación, protección, aprovechamiento sustentable y restauración de los ecosistemas y su biodiversidad, así como hacia la prevención y control de la contaminación, la gestión sustentable del agua, la acción climática y el fortalecimiento de la gobernanza ambiental.

En relación con el proyecto Banco de Yeso, se identifica una vinculación principalmente con los siguientes objetivos del PROMARNAT:

Objetivo 1. Conservar, proteger y aprovechar sustentablemente los ecosistemas para salvaguardar la biodiversidad y sus servicios ambientales.

El proyecto se vincula con este objetivo mediante el planteamiento de un aprovechamiento regulado del recurso mineral, procurando que las actividades se desarrollen dentro de las áreas previamente definidas y bajo medidas de prevención y control ambiental. Asimismo, se contempla la aplicación de medidas para la protección de la vegetación y fauna, el control de emisiones de partículas, el manejo adecuado de residuos y la prevención de afectaciones al suelo y al agua.

Objetivo 2. Restaurar ecosistemas naturales prioritarios para la biodiversidad y sus servicios ambientales.

La vinculación con este objetivo se establece mediante las acciones de rehabilitación y restauración previstas para el término de la vida útil del proyecto. Estas consideran la recuperación progresiva de las superficies intervenidas, mediante la reincorporación del material de despalme, nivelación y conformación

CONSULTA PÚBLICA

del terreno, estabilización de taludes, prevención de procesos erosivos y reforestación, conforme a las condiciones ambientales y técnicas del sitio.

Objetivo 3. Garantizar el derecho humano al agua, asegurando la gestión sustentable de los recursos hídricos.

El proyecto incorpora medidas preventivas dirigidas a evitar la contaminación del suelo y del agua durante las actividades de extracción y manejo del material, por lo que las medidas de manejo se orientan principalmente a prevenir derrames de combustibles y lubricantes, controlar las emisiones de partículas y manejar adecuadamente las aguas residuales sanitarias.

Objetivo 4. Fortalecer la acción climática para transitar hacia una economía adaptativa y baja en carbono, integrando la prevención y control de la contaminación.

La vinculación con este objetivo se relaciona con la prevención y control de las emisiones atmosféricas generadas por la maquinaria y vehículos utilizados durante el desarrollo del proyecto. Para ello se consideran medidas como el mantenimiento adecuado de los equipos, control de emisiones de partículas mediante riego, manejo eficiente de las actividades de transporte y operación y prevención de emisiones innecesarias.

Objetivo 5. Impulsar una política ecológica humanista, con participación ciudadana, inclusiva y de acceso a la justicia ambiental.

El proyecto se vincula con este objetivo mediante el cumplimiento de los procedimientos de evaluación y autorización ambiental correspondientes, así como mediante la implementación de mecanismos de vigilancia y seguimiento ambiental que permitan verificar el cumplimiento de las medidas propuestas y de las obligaciones que, en su caso, establezca la autoridad ambiental.

En términos generales, el proyecto presenta vinculación con los principios y objetivos del PROMARNAT 2025-2030 al incorporar criterios de aprovechamiento sustentable, prevención y control de la contaminación, protección de los componentes ambientales y restauración del sitio. En consecuencia, el proyecto considera la variable ambiental como parte de su planeación y desarrollo, sujetando las actividades a las autorizaciones ambientales aplicables y a las medidas de manejo, prevención, mitigación y restauración que correspondan.

CONSULTA PÚBLICA

III.4.6. LEY DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE CAMPECHE.

ARTÍCULO 7.- Compete al Gobierno del Estado de Campeche, así como a los Ayuntamientos de sus Municipios, dentro de la esfera de su competencia local, en los términos de la distribución de obligaciones establecidas en la presente Ley, así como en lo dispuesto por otros ordenamientos y convenios de coordinación:

I. Las atribuciones …

IV. La formulación de la política y de los criterios ecológicos y particulares de la Entidad y de los Municipios que la integran, y que guarden consecuencias con los que en su caso hubiese formulado la Federación en las materias que se refieren en el presente artículo; …

XVIII. Aplicar en el ámbito de sus competencias las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría Federal y los criterios ecológicos particulares expedidos por el Gobierno del

Estado;

ARTÍCULO 8.- Corresponde al Ejecutivo Estatal, por conducto de la Secretaría Estatal:

II. Formular los criterios ecológicos que deberán observarse en la aplicación de la política ecológica estatal, en congruencia con los que, en su caso, hubiera formulado la Federación;

III. Aplicar, en la esfera de su competencia, la presente Ley, las normas oficiales y criterios ecológicos que expida la Federación, en estricta vigilancia de su observancia;

ARTÍCULO 38.- En la evaluación de impacto ambiental, la autoridad que corresponda considerará:…

V. Las normas oficiales mexicanas y criterios ecológicos.

SECCIÓN V

CRITERIOS ECOLÓGICOS PARTICULARES

ARTÍCULO 46.- Para los efectos de este ordenamiento, se entiende por criterios ecológicos particulares el conjunto de lineamientos científicos o tecnológicos

CONSULTA PÚBLICA

emitidos directamente por el Ejecutivo Estatal, o a través de la Secretaría Estatal, destinados a preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente.

Los criterios ecológicos particulares, determinarán los parámetros dentro de los cuales se garanticen las condiciones necesarias para el bienestar de la población, así como asegurar la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

ARTÍCULO 47.- Las actividades y servicios que originen emanaciones, emisiones, descargas o depósitos que causen o puedan causar desequilibrio ecológico, así como producir un daño al ambiente, pudiendo afectar los recursos naturales, la salud, el bienestar de la población y los bienes propiedad del Estado, así como de los particulares, deberán observar los criterios ecológicos particulares aplicables

Critério Ecológico Particular CEP-SE-001-2003

Tabla 30. Criterio Ecológico Particular

CRITERIO		CONSIDERACIONES	CUMPLIMIENTO DE CRITERIOS
LOCALIZACION	CON RESPECTO A ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS, ARQUEOLÓGICAS E HISTÓRICAS.	Deberá estar ubicado fuera de las zonas arqueológicas e históricas. La ubicación y operación de un banco de materia pétreo dentro de un Área Natural Protegida, deberá apegarse a lo que indique el Programa de Manejo del Área y los demás ordenamientos aplicables en la materia.	El banco de yeso se ubica fuera de cualquier área natural protegida,
	RESPECTO A ZONAS DE PRESERVACIÓN ECOLÓGICAS, PRESERVACIÓN AGRÍCOLA Y DE	En caso de estar ubicado en las zonas de preservación ecológica, zonas de preservación agrícola y de fomento ecológico definidas en los Planes de Desarrollo Urbano de los diferentes municipios del Estado, se deberá tramitar la autorización ante la autoridad correspondiente.	Se exhibe el presente estudio de impacto ambiental

COPIA PÚBLICA

CRITERIO		CONSIDERACIONES	CUMPLIMIENTO DE CRITERIOS
	UBICACIÓN CON RESPECTO A ECOSISTEMAS DONDE EXISTAN ESPECIES EN ESTADO ALGÚN ESPECIAL.	No deberá ubicarse en áreas donde se registren especies y subespecies de flora y fauna silvestres en peligro de extinción, amenazadas, endémicas, raras o sujetas a protección especial, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001 (ahora NOM-059-SEMARNAT-2010), procurando su ubicación en las áreas donde el impacto ambiental sea mínimo para los recursos naturales.	De acuerdo a los recorridos realizados se observó una especie de Ctenosaura similis, por lo cual se ejecutara el programa de rescate de fauna.
	UBICACIÓN CON RESPECTO A ZONAS URBANAS	Deberá ubicarse a una distancia mayor a 2 kilómetros del límite de cualquier asentamiento humano.	El sitio del proyecto se ubica a 15.5 km de la localidad de Chunchintok y a 14 km de Ukum
	UBICACIÓN CON RESPECTO A VÍAS DE COMUNICACIÓN.	Deberá ubicarse a una distancia mayor a 150 metros de carreteras pavimentadas con transporte continuo de paso y de vías ferroviarias, así como una distancia mayor a 50 metros de caminos secundarios	El banco se ubica a 500 m. de la Carretera Estatal 269 Dzilbalchen - Ukum
	UBICACIÓN RESPECTO A INFRAESTRUCTURAS DE TRANSFORMACIÓN ENERGÉTICOS, DE LÍNEAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA	Estará ubicado a una distancia mayor a 100 metros de oleoductos, poliductos, gasoductos y ductos de cualquier tipo, propiedad de Petróleos Mexicanos o de particulares, y de líneas de transmisión de alta tensión, subestaciones eléctricas, estaciones termoeléctricas y de líneas telefónicas, aéreas o de fibra óptica subterráneas	No se encuentran de oleoductos, poliductos, gasoductos y ductos de cualquier tipo, propiedad de Petróleos Mexicanos o de particulares, líneas de transmisión de alta tensión, subestaciones eléctricas, estaciones termoeléctricas y de líneas telefónicas, aéreas o de fibra óptica subterráneas dentro del sitio del proyecto.
	UBICACIÓN CON RESPECTO A AEROPUERTO	Deberá ubicarse a una distancia mayor a 3 kilómetros de aeropuertos y zonas industriales.	En la zona no se encuentran aeropuertos, ni zonas industriales.

CONSULTA PÚBLICA

CRITERIO		CONSIDERACIONES	CUMPLIMIENTO DE CRITERIOS
	UBICACIÓN RESPECTO A POZOS DE EXTRACTORES DE AGUA O ZONAS DE ALTA CAPACIDAD PARA DE LA RECARGA	Deberá ubicarse a una distancia no menor a 500 metros de pozos extractores de agua construidos o en construcción, así como de zonas consideradas con alta capacidad para la recarga de acuíferos subterráneos.	En el sitio del proyecto y en los alrededores no se encuentran pozos de agua que pudiesen verse afectados por las actividades. EL agua requerida para humectación será traída de fuera.
	UBICACIÓN RESPECTO A ZONAS QUE PRESENTEN TALLAMIENTO O S	No deberá ubicarse en zonas que presenten tallamientos o hundimientos del terreno por sobreexplotación de agua subterránea y predios considerados de alta producción agrícola o forestal	No se presentan zonas de hundimientos en la región.
Estudios Necesarios	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	Todos los interesados en extraer material o propietarios de bancos de materiales, deberán elaborar un estudio de impacto ambiental en su modalidad de Informe Preventivo para el Desarrollo de Actividades de explotación, Extracción y Procesamiento de Materiales Pétreos (Bancos de Material).	El presente estudio se presenta para obtener la autorización correspondiente, en materia de Impacto Ambiental.
		CUERPOS DE AGUA No se modificará o afectarán las condiciones naturales de las cuencas hidrológicas, tampoco se verterán o recargar materias o residuos líquidos o sólidos en el suelo, subsuelo y en cualquier clase de corriente o depósito de agua desarrollando actividades contaminantes	Con el establecimiento del proyecto no se modificará las condiciones de la cuenca hidrográfica; se establecerán las medidas de mitigación necesarias para evitar el vertimiento de residuos al suelo y subsuelo, para evitar contaminar mantos acuíferos y otros posibles cuerpos de agua.
Parámetros de diseño		La explotación deberá realizarse a cielo abierto manteniendo perfiles de corte, taludes y ancho de terraza de acuerdo a los criterios ecológicos.	El banco es a cielo abierto y la explotación es una excavación a cielo abierto.
	Camino de Acceso	Los caminos deben permitir la doble circulación, transitables todo el año, en caso necesario, utilizar material del mismo banco para su tránsito y no deberán ser asfaltados.	Existe un camino de acceso que ha sido utilizado años atrás, solo se realizaran trabajos de rehabilitación.

CONSULTA PÚBLICA

CRITERIO		CONSIDERACIONES	CUMPLIMIENTO DE CRITERIOS
	Extracción	Los vehículos automotores, maquinaria y equipo a utilizar en el banco deberán estar afinados y en buen estado para minimizar emisiones contaminantes y generación de ruido	Los equipos recibirán mantenimiento preventivo y correctivo para mantener las emisiones al mínimo. (el mantenimiento deberá realizare fuera de la zona del proyecto)
Seguridad	Combustibles y lubricantes	En caso de almacenamiento, se verá construir un depósito para almacenar el consumo mensual	No contempla el almacenamiento de combustibles o lubricantes en el sitio del proyecto.
	Mantenimiento de unidades	Deberá construirse una plancha de concreto para realizar el mantenimiento de la maquinaria pesada y de los vehículos de trasporte	No se tiene contemplado el mantenimiento en el sitio del proyecto, de surgir una eventualidad se colocarán lonas para la protección del suelo y subsuelo.
Diseño restauración zona	Programa de recuperación y restauración ecológica del área.	Se debe elaborar un programa para tres años donde la restauración deberá realizarse a la par cada seis meses que incluya una reforestación con árboles mayores a 1.5 m utilizando especies endémicas.	Se contempla un programa de restauración de los sitios explotados.
CUMPLIMIENTO	FLORA Y FAUNA	Queda estrictamente prohibida la cacería, así como la captura, colecta, comercialización y el tráfico de especies de flora y fauna silvestres tanto en el área de explotación como en sus caminos de acceso y colindancias, por lo que el propietario del banco deberá garantizar la observancia de esta disposición por parte del personal que intervenga en el proyecto.	Se realizarán pláticas al personal que labore en el proyecto, enfocado al cuidado y protección de fauna silvestre, así como la puesta en marcha de un programa de rescate de flora y fauna.

CONSULTA PÚBLICA

III.4.7. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS)

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, así como establecer las disposiciones aplicables a la conservación, protección, restauración y aprovechamiento de los recursos forestales y al cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Para el proyecto denominado, la vinculación con este ordenamiento se establece principalmente en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, debido a que una parte del área destinada al proyecto presenta vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, considerada vegetación forestal.

En este sentido, el artículo 93 de la LGDFS establece que la Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, con base en el Estudio Técnico Justificativo correspondiente y previa opinión técnica del Consejo Estatal Forestal, considerando, entre otros aspectos, la conservación de la biodiversidad y la mitigación de los efectos relacionados con la erosión del suelo, el almacenamiento de carbono y la calidad y captación del agua. Asimismo, dicho artículo establece que las autorizaciones de cambio de uso de suelo deberán sujetarse a los programas de ordenamiento ecológico, Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales aplicables, e integrar las medidas correspondientes para el rescate y reubicación de especies de flora y fauna afectadas.

En atención a lo anterior, las actividades que impliquen la remoción de vegetación forestal no serán realizadas sin contar previamente con la autorización correspondiente en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Para tal efecto, se deberán cumplir los requisitos, procedimientos y condicionantes establecidos por la autoridad forestal competente y, en su caso, presentar el Estudio Técnico Justificativo que corresponda.

La vinculación con la LGDFS se complementa con las medidas ambientales contempladas para la protección de la biodiversidad, particularmente mediante las acciones de rescate y reubicación de flora y fauna, vigilancia ambiental, prevención de afectaciones fuera de las áreas autorizadas y restauración de las superficies intervenidas al término de la vida útil del proyecto.

Es importante señalar que la aplicación de la LGDFS se limita a las superficies que, de acuerdo con las condiciones reales del sitio y la legislación forestal aplicable, tengan carácter de terreno forestal. En este sentido, el área con vegetación herbácea correspondiente a pastizal cultivado no se considera, por sí misma, como una superficie de vegetación forestal que requiera autorización de cambio de uso de suelo por el solo hecho de formar parte del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Por lo anterior, el proyecto se vincula con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable mediante el cumplimiento de las disposiciones relativas a la conservación de los recursos forestales y, específicamente, al cambio de uso de suelo en terrenos forestales, comprometiendo la ejecución de las actividades de remoción de vegetación forestal únicamente bajo el marco de las autorizaciones y medidas ambientales que resulten aplicables.

III.4.8. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

El Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable establece las disposiciones y procedimientos aplicables al cambio de uso de suelo en terrenos forestales, así como los requisitos que deberán observarse para solicitar y, en su caso, obtener la autorización correspondiente.

Para el proyecto, la vinculación con este ordenamiento se establece particularmente en relación con la superficie que presenta vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, correspondiente a la Etapa 2 del proyecto, con una superficie de 21,339.64 m². Debido a las características de esta vegetación, dicha superficie será considerada para efectos de determinar la procedencia del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), conforme a la legislación forestal aplicable.

Por otra parte, la Etapa 1 comprende una superficie de 10,467.01 m², cuya cobertura corresponde a pastizal cultivado con vegetación herbácea. Por sus características, esta superficie no se considera terreno forestal para efectos del CUSTF, por lo que la obligación de tramitar dicha autorización se circunscribe a la superficie que efectivamente reúna las condiciones establecidas por la legislación forestal.

El artículo 139 del Reglamento establece que, para solicitar la autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, deberá señalarse, entre otros elementos, la superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar, debiendo acompañarse el Estudio Técnico Justificativo correspondiente. Asimismo, el artículo 141 establece que dicho estudio deberá contener la ubicación y superficie de los polígonos sujetos al cambio de uso de suelo, debidamente georreferenciados, así como la descripción de sus características físicas y biológicas y las medidas de prevención y mitigación correspondientes.

En atención a estas disposiciones, para la superficie de 21,339.64 m² correspondiente a la Etapa 2 se deberá integrar el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) que sustente técnicamente la solicitud de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, delimitando con precisión el polígono forestal que será sujeto de

CONSULTA PÚBLICA

intervención y describiendo las condiciones ambientales existentes, los recursos forestales involucrados y los posibles efectos derivados de la remoción de la vegetación.

Por lo anterior, el proyecto se vincula con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable específicamente en lo relativo al cambio de uso de suelo en terrenos forestales, considerando como superficie potencialmente sujeta a dicho procedimiento la correspondiente a la Etapa 2, de 21,339.64 m², donde se identifica vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.

III.4.9. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS) tiene por objeto establecer las disposiciones para la conservación y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat. Para el proyecto, su aplicación se relaciona principalmente con la prevención de afectaciones a la fauna silvestre y la conservación de su hábitat.

El artículo 18 de la LGVS establece la obligación de contribuir a la conservación del hábitat de la vida silvestre y de evitar efectos negativos sobre ésta. En atención a dicha disposición, durante el desarrollo del proyecto se implementarán medidas de prevención y protección de la fauna silvestre, particularmente durante las actividades que impliquen modificación de la cobertura vegetal y movimiento de maquinaria.

Asimismo, el artículo 19 establece que las actividades relacionadas con la utilización del suelo y otros recursos naturales deberán realizarse de manera que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos sobre la vida silvestre y su hábitat. En este sentido, el proyecto contempla acciones de vigilancia ambiental, prevención de afectaciones fuera de las áreas autorizadas y, cuando se detecten ejemplares de fauna durante los trabajos, medidas de manejo y reubicación que resulten técnicamente procedentes.

Con respecto a las especies en riesgo, durante los recorridos de campo realizados en el área del proyecto se registraron un ejemplar de *Ctenosaura similis*, incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

CONSULTA PÚBLICA

Por lo anterior, el proyecto se vincula con la Ley General de Vida Silvestre mediante la aplicación de medidas orientadas a la conservación de la fauna y su hábitat, evitando su captura, extracción, daño o aprovechamiento no autorizado y estableciendo acciones de protección durante las actividades del proyecto. Asimismo, se mantendrá vigilancia ambiental para detectar oportunamente la presencia de ejemplares de fauna y aplicar las medidas de manejo que correspondan conforme a la legislación ambiental vigente.

III.4.10. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) establece las bases para la prevención de la generación, valorización, aprovechamiento y manejo integral de los residuos, así como las responsabilidades de los generadores y de quienes intervienen en su manejo, con el objeto de prevenir la contaminación y reducir los riesgos a la salud y al ambiente.

La vinculación del proyecto con este ordenamiento se presenta principalmente por la generación de residuos durante las actividades de preparación del sitio, extracción del material, transporte y abandono o restauración del área.

Durante la ejecución del proyecto se prevé la generación de residuos sólidos urbanos derivados de las actividades del personal, así como residuos de manejo especial asociados principalmente con materiales, envases, empaques y otros residuos propios de las actividades de preparación y operación. Estos residuos serán separados, almacenados temporalmente en condiciones adecuadas y enviados a sitios o prestadores de servicios que cuenten con las autorizaciones correspondientes para su manejo y disposición.

En cuanto a los residuos derivados del deshierbe y desmonte, estos serán manejados de manera diferenciada. El material vegetal susceptible de aprovechamiento será triturado y almacenado temporalmente en un sitio que no interfiera con las actividades del proyecto, para posteriormente ser reincorporado durante las actividades de restauración. De igual manera, el material producto del despalme será conservado temporalmente para su posterior utilización en la rehabilitación y restauración del sitio, por lo que no se contempla su disposición como residuo final.

Respecto de los residuos peligrosos, no se prevé su generación rutinaria dentro del área del proyecto, debido a que las actividades de mantenimiento y reparación de maquinaria y equipo se realizarán fuera del sitio. En caso de presentarse de manera accidental algún residuo con características de peligrosidad, éste será identificado, separado, almacenado temporalmente y manejado mediante los procedimientos y

CONSULTA PÚBLICA

prestadores de servicios autorizados que resulten aplicables. La LGPGIR establece que los generadores deben identificar, clasificar y manejar los residuos conforme a la Ley, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Asimismo, el proyecto contempla medidas para prevenir la contaminación del suelo y agua asociada con un manejo inadecuado de residuos, incluyendo la colocación de recipientes para su separación, almacenamiento temporal, prohibición de disposición directa sobre el suelo, retiro periódico y entrega a los sitios o empresas que correspondan conforme al tipo de residuo.

En consecuencia, la vinculación del proyecto con la LGPGIR se atiende mediante la implementación del Programa Integral de Residuos, la separación y manejo diferenciado de los residuos generados, el aprovechamiento del material vegetal y del despalme durante la restauración, así como la aplicación de las disposiciones correspondientes en caso de generarse residuos peligrosos de manera eventual.

Por lo anterior, el proyecto incorpora desde su planeación medidas de prevención, reducción, manejo, aprovechamiento y disposición adecuada de los residuos que pudieran generarse durante sus diferentes actividades, evitando su disposición directa en el suelo, cuerpos de agua o áreas no autorizadas.

III.4.11. LEY FEDERAL DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL

La Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA) tiene por objeto regular la responsabilidad ambiental que se genera por los daños ocasionados al ambiente, así como establecer los mecanismos para su reparación y, cuando ésta no sea posible, para la compensación ambiental correspondiente. Asimismo, establece las bases para prevenir el incremento de los daños y para determinar las responsabilidades derivadas de acciones u omisiones que ocasionen afectaciones a los hábitats, ecosistemas, recursos naturales y servicios ambientales. La Ley es reglamentaria del artículo 4o. constitucional y reconoce que la responsabilidad por daño ambiental es independiente de otras responsabilidades administrativas, civiles o penales que pudieran resultar aplicables.

El artículo 2o., fracción III, define el daño al ambiente como la pérdida, cambio, deterioro, menoscabo, afectación o modificación adversa y mensurable de los hábitats, ecosistemas, elementos y recursos naturales, de sus condiciones químicas, físicas o biológicas, así como de los servicios ambientales que proporcionan. Esta definición resulta relevante para el proyecto debido a que las actividades de extracción de yeso implican modificaciones físicas del terreno que deben ser previamente identificadas, delimitadas, evaluadas y sujetas a las medidas de prevención, mitigación y restauración correspondientes.

CONSULTA PÚBLICA

El artículo 4o. establece que la responsabilidad ambiental puede ejercerse de manera independiente de las responsabilidades y procedimientos administrativos, civiles y penales que correspondan. Por ello, el cumplimiento de las autorizaciones ambientales y de las medidas establecidas en ellas constituye un elemento fundamental para prevenir la generación de responsabilidad ambiental.

El artículo 6o. es particularmente relevante para el proyecto, debido a que establece que no se considerarán como daño ambiental aquellos menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros que hayan sido expresamente manifestados, identificados, delimitados, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes y autorizados previamente por la Secretaría a través de la evaluación de impacto ambiental, cambio de uso de suelo forestal u otra autorización análoga. Sin embargo, esta consideración no opera cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización, ni cuando se rebasen los límites establecidos por las disposiciones ambientales o las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

En este sentido, el proyecto deberá desarrollarse exclusivamente dentro de las superficies, actividades, volúmenes, etapas y condiciones que sean autorizadas por las autoridades competentes, observando las medidas de prevención, mitigación, compensación, vigilancia y restauración establecidas en la resolución correspondiente.

El artículo 10 establece que toda persona física o moral que, mediante una acción u omisión, ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente será responsable de su reparación o, cuando ésta no sea posible, de la compensación ambiental que corresponda, además de estar obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que el daño se incremente. Esta disposición se vincula directamente con las medidas de prevención y respuesta contempladas para el proyecto ante posibles eventos como derrames de combustibles, afectaciones a la vegetación, erosión, inestabilidad de taludes, contaminación del suelo o agua y manejo inadecuado de residuos.

El artículo 11 señala que la responsabilidad ambiental será subjetiva y se genera por actos u omisiones ilícitos, considerando como tales las conductas realizadas en contravención de las disposiciones legales, reglamentarias, Normas Oficiales Mexicanas o de las autorizaciones, licencias, permisos o concesiones correspondientes. Por lo anterior, el cumplimiento de las autorizaciones ambientales que se obtengan para el proyecto constituye una medida fundamental para prevenir conductas que puedan generar responsabilidad ambiental.

CONSULTA PÚBLICA

El artículo 12 establece supuestos de responsabilidad objetiva, entre ellos los daños que deriven de acciones u omisiones relacionadas con materiales o residuos peligrosos. Para el presente proyecto esta disposición se considera de carácter preventivo, debido a que no se contempla la realización rutinaria de actividades de mantenimiento o reparación de maquinaria dentro del sitio, por lo que no se prevé una generación ordinaria de residuos peligrosos en el área de extracción. En caso de presentarse accidentalmente un evento relacionado con combustibles, lubricantes u otros materiales sujetos a regulación, se aplicarán las medidas de atención, contención, recuperación y manejo que resulten procedentes.

El artículo 13 establece que la reparación del daño ambiental consiste en restituir el estado base de los hábitats, ecosistemas, elementos y recursos naturales y sus servicios ambientales mediante acciones de restauración, restablecimiento, tratamiento, recuperación o remediación. Esta disposición guarda relación directa con la etapa de abandono y restauración prevista para el proyecto, en la cual se contempla la conformación y nivelación del terreno, estabilización de taludes, reincorporación del material de despalme, control de erosión y reforestación.

El artículo 14 establece que la compensación ambiental procede excepcionalmente, principalmente cuando la reparación total o parcial resulte material o técnicamente imposible, así como en determinados supuestos relacionados con obras o actividades ilícitas que debieron sujetarse previamente a evaluación de impacto ambiental o cambio de uso de suelo en terrenos forestales. En consecuencia, la compensación ambiental no constituye una sustitución automática de las medidas de prevención y restauración del proyecto, sino un mecanismo aplicable en los supuestos establecidos por la propia Ley.

El artículo 15 señala que la compensación ambiental podrá ser total o parcial, de acuerdo con la proporción del daño que no haya sido posible restaurar, restablecer, recuperar o remediar. Asimismo, el artículo 17 establece que dicha compensación debe generar una mejora ambiental equivalente a los efectos adversos ocasionados y, preferentemente, realizarse dentro del ecosistema o región ecológica donde se produjo el daño.

El artículo 24 establece la responsabilidad de las personas morales respecto de los daños ocasionados por sus representantes, administradores, empleados o personas que ejerzan dominio funcional de sus operaciones cuando actúen en ejercicio de sus funciones, bajo su representación, beneficio o amparo. Asimismo, contempla la responsabilidad solidaria de quienes se valgan de terceros para realizar la conducta que cause el daño, con las excepciones previstas en la propia Ley. Esta disposición resulta relevante para el proyecto debido a la participación de

CONSULTA PÚBLICA

operadores de maquinaria, transportistas, prestadores de servicios y demás contratistas relacionados con las actividades del banco de yeso.

El artículo 25 establece que los daños ambientales también podrán atribuirse a quien omita impedirlos cuando tenga el deber jurídico de evitarlos. En consecuencia, el responsable del proyecto deberá implementar y mantener las medidas preventivas y de vigilancia ambiental establecidas, así como atender oportunamente cualquier evento que pudiera generar una afectación ambiental.

Por su parte, el artículo 35 reconoce como elementos que pueden utilizarse para acreditar el estado base y el daño ambiental, entre otros, fotografías, imágenes de satélite, estudios de poblaciones y demás elementos técnicos y científicos. Esta disposición se relaciona con el seguimiento ambiental del proyecto, por lo que se deberán conservar registros documentales y evidencias de las condiciones ambientales, de la aplicación de medidas preventivas y de las actividades de restauración realizadas durante la vida útil del proyecto.

Finalmente, el artículo 39 establece criterios para determinar las medidas de reparación y compensación ambiental, entre ellos la equivalencia recurso-recurso o servicio-servicio, el uso de mejores tecnologías disponibles, la viabilidad y permanencia de las medidas, la prevención de daños futuros, el beneficio al ecosistema afectado, el periodo requerido para la recuperación de los ciclos biológicos y la vinculación geográfica con el lugar dañado. Estos principios resultan congruentes con las acciones de rehabilitación, estabilización, restauración y reforestación contempladas para el cierre del proyecto.

El proyecto se vincula con la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental bajo un enfoque preventivo y de responsabilidad por el cumplimiento de las obligaciones ambientales. La actividad extractiva se someterá previamente al procedimiento de evaluación de impacto ambiental y, para la superficie de vegetación forestal que corresponda, al procedimiento de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por lo que los impactos ambientales que sean identificados, delimitados, evaluados y sujetos a medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración deberán atenderse conforme a las autorizaciones que, en su caso, sean emitidas. Durante la ejecución del proyecto se implementarán medidas para prevenir daños al suelo, vegetación, fauna y agua, incluyendo el control de emisiones de partículas, prevención y atención de derrames, manejo adecuado de residuos, protección de fauna, rescate de flora cuando corresponda, vigilancia ambiental, estabilización de superficies intervenidas y restauración progresiva y final del sitio.

CONSULTA PÚBLICA

Asimismo, el proyecto contempla una etapa específica de abandono y restauración, mediante la cual se buscará recuperar las condiciones ambientales del área intervenida mediante la conformación del terreno, estabilización de taludes, reincorporación del material de despalme, control de erosión y establecimiento de vegetación. Por lo anterior, la vinculación del proyecto con la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental se sustenta principalmente en la prevención del daño, el cumplimiento estricto de las autorizaciones ambientales, la obligación de evitar el incremento de cualquier afectación que pudiera presentarse y, en su caso, la reparación o compensación del daño ambiental conforme al estado base y a las disposiciones aplicables.

III.5. NORMAS OFICICALES MEXICANAS

Tabla 31. Normas oficiales mexicanas aplicables al proyecto

Norma Oficial Mexicana	Materia regulada	Vinculación específica con el proyecto
NOM-023-STPS-2012, Minas subterráneas y minas a cielo abierto - Condiciones de seguridad y salud en el trabajo	Condiciones de seguridad y salud para trabajos en minas a cielo abierto y subterráneas.	Previo al inicio de las actividades, se identificarán los peligros y riesgos asociados con la explotación a cielo abierto y se establecerán las medidas preventivas correspondientes. El personal recibirá capacitación sobre los riesgos de sus actividades y utilizará el equipo de protección personal requerido. Se mantendrán delimitadas y señalizadas las áreas de trabajo, se establecerán procedimientos para la operación segura de maquinaria y se contará con medidas para la atención de emergencias y accidentes.
NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo	Protección y dispositivos de seguridad de maquinaria y equipo.	Toda la maquinaria y equipo que ingrese al proyecto deberá encontrarse en condiciones seguras de operación y contar con los dispositivos de protección que correspondan. Previo a su utilización se realizarán inspecciones para verificar su estado físico y funcionamiento, y se retirará de operación cualquier equipo que presente condiciones inseguras.
NOM-006-STPS-2023, Almacenamiento y manejo de materiales mediante el	Manejo de materiales mediante maquinaria.	Las actividades de carga, movimiento y manejo del material extraído se realizarán mediante maquinaria adecuada y por

CONSULTA PÚBLICA

Norma Oficial Mexicana	Materia regulada	Vinculación específica con el proyecto
uso de maquinaria - Condiciones de seguridad en el trabajo		personal capacitado. Se evitará la presencia de trabajadores en zonas de maniobra de maquinaria y se establecerán áreas de circulación y operación seguras para los equipos utilizados.
NOM-017-STPS-2024, Equipo de protección personal - Selección, uso y manejo en los centros de trabajo	Selección y uso del equipo de protección personal.	Antes de iniciar las actividades se determinará el equipo de protección personal requerido de acuerdo con los riesgos de cada puesto y actividad. El personal deberá utilizar el EPP correspondiente, mantenerlo en condiciones adecuadas y recibir capacitación para su correcto uso, revisión y conservación.
NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad - Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo	Prevención y protección contra incendios.	Se implementarán medidas para prevenir incendios derivados de la operación de maquinaria y vehículos que utilizan combustibles. Se mantendrán disponibles los equipos contra incendio que correspondan a las condiciones de riesgo del sitio y se capacitará al personal en su utilización y en las acciones básicas de respuesta ante una emergencia.
NOM-005-STPS-1998, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas	Manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.	En caso de utilizarse sustancias químicas peligrosas dentro del proyecto, éstas serán identificadas, manejadas y almacenadas de acuerdo con sus características y con las medidas de seguridad correspondientes. No se contempla el almacenamiento permanente de combustibles en el sitio.
NOM-018-STPS-2015, Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas	Identificación y comunicación de peligros de sustancias químicas.	Cuando se manejen sustancias químicas peligrosas dentro del proyecto, los recipientes deberán mantenerse identificados y el personal que las utilice contará con la información necesaria sobre sus peligros y medidas de manejo seguro.

CONSULTA PÚBLICA

Norma Oficial Mexicana	Materia regulada	Vinculación específica con el proyecto
NOM-019-STPS-2011, Constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene	Organización de las comisiones de seguridad e higiene.	Se establecerán las medidas de organización y seguimiento en materia de seguridad e higiene que correspondan al centro de trabajo, incluyendo la identificación de condiciones inseguras y la aplicación de acciones preventivas y correctivas.
NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías	Señalización de seguridad y comunicación de riesgos.	Las áreas de trabajo, zonas de riesgo, circulación de maquinaria, accesos restringidos y rutas de emergencia serán señalizadas mediante los colores y señales de seguridad que correspondan.
NOM-030-STPS-2009, Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo - Funciones y actividades	Prevención de riesgos de trabajo.	Se realizarán acciones preventivas para identificar riesgos derivados de las actividades del proyecto, establecer medidas de control y dar seguimiento a las condiciones de seguridad y salud del personal.
NOM-024-STPS-2001, Vibraciones - Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo	Exposición de los trabajadores a vibraciones.	Se dará mantenimiento preventivo y periódico a la maquinaria para mantenerla en condiciones adecuadas de operación. Cuando las condiciones de trabajo determinen una exposición relevante a vibraciones, se evaluará dicha exposición y se implementarán las medidas preventivas correspondientes.
NOM-015-STPS-2001, Condiciones térmicas elevadas o abatidas - Condiciones de seguridad e higiene	Exposición de los trabajadores a condiciones térmicas.	Debido a que las actividades se desarrollarán a la intemperie, se establecerán medidas preventivas para reducir la exposición del personal a condiciones térmicas elevadas, incluyendo periodos de descanso, disponibilidad de agua potable y áreas de sombra para recuperación, de acuerdo con las condiciones de trabajo.
NOM-041-SEMARNAT-2015, Que establece los límites máximos permisibles	Emisiones de vehículos a gasolina.	Los vehículos a gasolina que ingresen al proyecto deberán contar con mantenimiento preventivo y encontrarse

CONSULTA PÚBLICA

Norma Oficial Mexicana	Materia regulada	Vinculación específica con el proyecto
de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible		en condiciones adecuadas de operación. Se realizará mantenimiento periódico para mantener las emisiones dentro de los límites establecidos por la normativa aplicable.
NOM-045-SEMARNAT-2017, Protección ambiental - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible - Límites máximos permisibles de opacidad	Emisiones de humo y opacidad de vehículos a diésel.	Toda la maquinaria y vehículos que utilicen diésel deberán contar, previo a su ingreso al proyecto, con mantenimiento preventivo que permita mantener el motor y sistema de escape en condiciones adecuadas de operación. Asimismo, se les dará mantenimiento periódico durante la ejecución del proyecto para prevenir emisiones excesivas de humo y mantener la opacidad dentro de los límites que resulten aplicables.
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	Emisiones de ruido provenientes del escape de vehículos.	Los vehículos utilizados para el transporte de personal y materiales deberán contar con mantenimiento preventivo y periódico de motor, sistema de escape y silenciadores, con la finalidad de mantener sus emisiones de ruido en condiciones adecuadas de operación.
NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición	Emisiones de ruido de fuentes fijas.	El proyecto no contempla fuentes fijas industriales de proceso. En caso de instalarse posteriormente alguna fuente que se encuentre dentro del campo de aplicación de esta Norma, se deberán realizar las acciones de medición y control que correspondan.
NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos	Identificación y clasificación de residuos peligrosos.	En caso de generarse residuos que pudieran presentar características de peligrosidad, éstos serán identificados y separados de los demás residuos. Se evitará su mezcla con residuos sólidos urbanos o de manejo especial y se realizará su manejo mediante los

CONSULTA PÚBLICA

Norma Oficial Mexicana	Materia regulada	Vinculación específica con el proyecto
		procedimientos y prestadores de servicios que correspondan conforme a la normativa aplicable. Debido a que el mantenimiento de maquinaria se realizará fuera del sitio, no se prevé la generación rutinaria de aceites usados, filtros u otros residuos de mantenimiento dentro del proyecto.
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	Clasificación y manejo de residuos de manejo especial.	Los residuos de manejo especial que se generen durante las actividades del proyecto serán separados de los residuos sólidos urbanos, almacenados temporalmente en un área destinada para ello y entregados a un prestador de servicios o sitio que cuente con las autorizaciones correspondientes para su manejo y disposición.
NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo	Protección de especies de flora y fauna en alguna categoría de riesgo.	Durante los recorridos de campo realizados en el área del proyecto se registró las especies de *Ctenosaura similis*, No obstante, durante las actividades se implementarán las medidas previstas en los programas de rescate y protección de flora y fauna, y en caso de localizarse algún ejemplar de especie protegida se aplicarán las medidas de manejo que resulten procedentes.
NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación	Contaminación de suelos por hidrocarburos.	Se implementarán medidas preventivas para evitar derrames de combustibles, aceites y lubricantes sobre el suelo. En caso de presentarse un derrame accidental, se procederá a contener y recuperar el material, evitando su dispersión, y se realizará la caracterización y remediación del suelo cuando resulte procedente conforme a las condiciones del evento.

CONSULTA PÚBLICA

Norma Oficial Mexicana	Materia regulada	Vinculación específica con el proyecto
Norma Oficial Mexicana NOM-157-SEMARNAT-2009, que establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros, y NOM-157-SEMARNAT-2026, que establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos minero	Residuos mineros	La NOM-157-SEMARNAT-2009 establece las disposiciones para la elaboración y aplicación de planes de manejo de residuos mineros, con el propósito de promover la prevención de su generación, su valorización y su manejo integral. Por su parte, la NOM-157-SEMARNAT-2026 actualiza la clasificación de estos residuos e incorpora disposiciones para su caracterización y aprovechamiento. En relación con el proyecto, el proceso productivo contempla la extracción de yeso a cielo abierto y la comercialización del material obtenido. Las fracciones que no cumplan con las especificaciones comerciales por granulometría o calidad podrán destinarse, cuando resulte técnica y ambientalmente viable, al mejoramiento de caminos blancos de terracería, mediante su extendido y compactación, sin mezclarlas con otros materiales. Debido a que la NOM-157-SEMARNAT-2026 incorpora expresamente el material producto de la desagregación, trituración y clasificación del mineral dentro de las categorías de residuos mineros, las fracciones que no se comercialicen deberán evaluarse para determinar su clasificación y las obligaciones de manejo que correspondan. Su utilización en caminos no elimina automáticamente una eventual condición de residuo minero. En caso de que dichas fracciones se clasifiquen como residuos mineros sujetos a la norma, el proyecto deberá

CONSULTA PÚBLICA

Norma Oficial Mexicana	Materia regulada	Vinculación específica con el proyecto
		considerar su identificación y cuantificación, la caracterización que corresponda y la documentación de su destino. Asimismo, el aprovechamiento deberá justificarse mediante las características del material, la cantidad prevista, la ubicación de los caminos receptores y las condiciones que permitan acreditar que su utilización no representa un riesgo para el ambiente ni para las poblaciones cercanas. La utilización del yeso fuera de especificación estará condicionada a que sus propiedades físicas y geotécnicas sean adecuadas para el revestimiento de caminos de terracería y a que se evalúe su comportamiento frente a la humedad y las precipitaciones. También deberán considerarse las posibles afectaciones al suelo y al agua derivadas de su aplicación, particularmente por tratarse de una región con materiales geológicos susceptibles a procesos de disolución. En este sentido, el proyecto favorecerá el aprovechamiento del material mineral que conserve una utilidad técnica, evitando su disposición innecesaria. El volumen comercializado y el volumen destinado al mejoramiento de caminos deberán registrarse por separado, de manera que pueda documentarse el balance de materiales y, en su caso, la valorización de las fracciones clasificadas como residuos. Respecto de la aplicación normativa, durante el periodo en que permanezca

CONSULTA PÚBLICA

Norma Oficial Mexicana	Materia regulada	Vinculación específica con el proyecto
		vigente la NOM-157-SEMARNAT-2009, el manejo de los residuos mineros que efectivamente se generen deberá sujetarse a las disposiciones correspondientes. A partir del 8 de marzo de 2027, deberá observarse la NOM-157-SEMARNAT-2026, considerando sus disposiciones y el régimen transitorio aplicable. Por lo anterior, la vinculación del proyecto con esta normativa se centra en la identificación y el manejo ambientalmente adecuado de las fracciones minerales que no se comercialicen, la evaluación de su posible aprovechamiento en caminos de terracería y el cumplimiento de las obligaciones de caracterización y manejo que resulten aplicables conforme a su clasificación definitiva.

CONSULTA PÚBLICA

CONSULTA PÚBLICA

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

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

INVENTARIO AMBIENTAL

IV.1. Inventario Ambiental

El inventario ambiental tiene como finalidad caracterizar las condiciones actuales del Sistema Ambiental en el que se pretende desarrollar el proyecto, mediante la integración y análisis de sus principales componentes abióticos, bióticos y socioambientales. Esta caracterización permite establecer las condiciones ambientales existentes antes de la ejecución del proyecto, identificar los elementos que presentan mayor sensibilidad y reconocer las principales tendencias de conservación, aprovechamiento, transformación o deterioro que se manifiestan en el área de estudio.

Para la integración del inventario ambiental se consideraron los resultados obtenidos mediante recorridos de campo y observaciones directas en el sitio, así como información cartográfica, bibliográfica y documental disponible, incluyendo información de sistemas de información geográfica y fuentes oficiales. La información documental fue contrastada, en la medida de lo posible, con las condiciones observadas directamente en el área del proyecto, con la finalidad de contar con una representación más precisa de las condiciones ambientales actuales.

El análisis comprende los componentes físicos del ambiente, particularmente bióticos y abióticos. Asimismo, se consideran los elementos relacionados con el paisaje, uso actual del suelo y las condiciones de aprovechamiento y transformación existentes en el entorno.

Dentro del área del proyecto se identifican diferencias ambientales importantes entre las superficies que serán intervenidas. La primera etapa se encuentra asociada principalmente con una condición de pastizal cultivado y vegetación herbácea, correspondiente a un ambiente previamente transformado por actividades productivas.

CONSULTA PÚBLICA

Por otra parte, la segunda etapa presenta vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, condición que representa una mayor importancia desde el punto de vista de la estructura de la vegetación y de las funciones ambientales que ésta proporciona.

En cuanto a la fauna silvestre, los recorridos realizados permitieron identificar las condiciones generales de uso del sitio por parte de la fauna y las características del hábitat existente. Solo se registró una especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (*Ctenosaura similis*). No obstante, debido a que la vegetación secundaria arbórea puede proporcionar sitios de refugio, alimentación y desplazamiento para diferentes especies, se considera necesario mantener medidas de protección y vigilancia durante las actividades de preparación y extracción.

Desde el punto de vista físico, el Sistema Ambiental presenta las condiciones propias de la región en cuanto a relieve, materiales geológicos, suelos y dinámica hidrológica. La caracterización de estos componentes permite establecer la susceptibilidad del sitio frente a procesos como erosión, modificación del relieve, alteración de la estructura del suelo y generación de escurrimientos superficiales, aspectos que serán considerados en el diseño y operación del proyecto.

La actividad propuesta corresponde a la extracción de yeso mediante un método de explotación a cielo abierto, con una profundidad estimada de 1 a 3 m y una vida útil de cinco años. Debido a la naturaleza de la actividad, los componentes ambientales con mayor posibilidad de modificación corresponden principalmente al suelo, relieve, vegetación y paisaje, así como a la calidad del aire de manera temporal por la generación de partículas y emisiones provenientes de la maquinaria y vehículos.

No obstante, el proyecto contempla una superficie delimitada para las actividades de extracción, una franja de amortiguamiento de 12,298.45 m² y una ejecución por etapas, evitando la ocupación innecesaria de superficies adicionales. Asimismo, se prevé la implementación de medidas de control de emisiones de partículas, manejo adecuado de residuos, prevención y atención de derrames, protección de flora y fauna, vigilancia ambiental y restauración del sitio al término de la vida útil.

El análisis integral del inventario permite identificar que el Sistema Ambiental presenta una condición ambiental heterogénea, en la que coexisten áreas previamente transformadas por actividades productivas con fragmentos de vegetación secundaria que conservan determinadas funciones ecológicas. Esta condición resulta relevante para establecer las medidas de manejo diferenciadas que deberán aplicarse durante la ejecución del proyecto.

En términos de tendencia ambiental, las áreas de pastizal y aquellas sujetas a actividades productivas presentan una condición de transformación previa, mientras

CONSULTA PÚBLICA

que las superficies con vegetación secundaria mantienen procesos de recuperación y regeneración natural. Por ello, las actividades del proyecto deberán desarrollarse dentro de los límites establecidos, evitando la expansión de las áreas de intervención y procurando que las acciones de restauración permitan recuperar parte de las funciones ambientales del área intervenida una vez concluida la extracción.

Con base en la integración de los componentes ambientales analizados, el inventario constituye la referencia para la identificación y valoración de los impactos ambientales que potencialmente pueden generarse por el proyecto, así como para la definición de las medidas de prevención, mitigación, compensación, vigilancia y restauración que se desarrollan en los apartados subsecuentes de la Manifestación de Impacto Ambiental.

IV.2. Delimitación del área de estudio.

La delimitación del área de estudio se establece considerando como referencia principal la regionalización ambiental definida por el Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Hopelchén y las capas de Uso de Suelo y Vegetación. Esta unidad constituye el marco territorial de referencia para el análisis de las condiciones ambientales y de las interacciones que pudieran presentarse entre las actividades de aprovechamiento de yeso y los componentes ambientales presentes en el entorno.

La delimitación no se restringe exclusivamente al polígono donde se desarrollarán las actividades de extracción, debido a que algunos componentes ambientales pueden presentar una distribución espacial que trasciende los límites físicos del proyecto. Por ello, se consideran las características y continuidad de las unidades ambientales existentes en el entorno, así como los factores físicos, bióticos y sociales que pudieran tener interacción con las actividades de preparación del sitio, extracción, transporte interno, rehabilitación del camino de acceso y posterior restauración del área intervenida.

Como primer criterio se consideran las dimensiones y distribución espacial del proyecto, cuya superficie total corresponde a 44,105.11 m², integrada por las áreas destinadas a las etapas de extracción y la franja de amortiguamiento. Asimismo, se considera el camino existente de aproximadamente 500 m que será objeto únicamente de actividades de rehabilitación y acondicionamiento para permitir el acceso al área de trabajo. No se contempla la apertura de un nuevo camino ni la instalación de infraestructura permanente asociada al proyecto.

En cuanto a los componentes bióticos, el área de estudio considera la distribución de las unidades de vegetación presentes en el sitio y sus colindancias. Se identifican

CONSULTA PÚBLICA

principalmente áreas con pastizal cultivado, vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia y áreas destinadas a agricultura de temporal anual. Esta distribución permite reconocer un mosaico ambiental conformado por áreas previamente transformadas y sectores con vegetación secundaria, por lo que el análisis ambiental considera tanto las áreas directamente intervenidas como las unidades de vegetación colindantes que pudieran presentar alguna interacción con las actividades del proyecto.

Respecto a los componentes hidrográficos, dentro del polígono del proyecto y en sus colindancias inmediatas no se identifican cuerpos de agua superficiales. En consecuencia, la delimitación del área de estudio para este componente se orienta principalmente al análisis de las condiciones del terreno, posibles escurrimientos superficiales y comportamiento del agua de lluvia, particularmente en relación con las modificaciones locales del relieve derivadas de la extracción a cielo abierto.

Los componentes geomorfológicos y edafológicos también constituyen criterios relevantes para la delimitación, debido a que las actividades proyectadas implican la remoción de material y una modificación localizada de la configuración superficial del terreno. En este sentido, el área de estudio comprende las unidades del relieve y suelo que presentan continuidad con el área de extracción y que pudieran tener interacción con procesos de erosión, escurrimiento, estabilidad del terreno y posterior restauración.

En materia social, se consideran las localidades existentes en el entorno regional del proyecto. Las localidades más cercanas corresponden a Ukum, ubicada aproximadamente a 14 km, y Chunchintok, ubicada aproximadamente a 15.5 km del sitio. Estas localidades se incorporan como referencia para valorar la relación del proyecto con el entorno poblacional, particularmente respecto a las actividades de transporte, generación de emisiones atmosféricas, ruido y tránsito asociado al aprovechamiento del material.

De igual manera, se considera la continuidad y uniformidad de las unidades ambientales presentes en el entorno. El área de estudio comprende un paisaje en el que predominan áreas de uso agropecuario y vegetación secundaria, con presencia de pastizal cultivado, agricultura de temporal anual y vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. Esta configuración permite establecer una delimitación ambiental basada en unidades con características relativamente homogéneas y en los componentes que presentan una relación funcional con el sitio del proyecto.

En materia de ordenamiento territorial, el proyecto se encuentra regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Hopelchén y se ubica en la

CONSULTA PÚBLICA

UGA III.1.AS, con política de Aprovechamiento Sustentable. Este instrumento se considera como referencia para la delimitación y análisis ambiental del área de estudio. La ausencia de la actividad minera dentro del listado de usos compatibles de dicha UGA no se interpreta, por sí misma, como una disposición que prohíba la realización del proyecto; por lo tanto, su procedencia ambiental se analiza de manera integral considerando las condiciones ambientales existentes, los impactos potenciales identificados, las medidas de prevención, mitigación y restauración propuestas, así como el cumplimiento de las disposiciones jurídicas y administrativas aplicables.

Con base en los criterios anteriores, el área de estudio se delimita considerando el polígono del proyecto como núcleo de intervención y extendiendo el análisis hacia las unidades ambientales colindantes que presentan continuidad física y funcional con éste, particularmente aquellas relacionadas con vegetación, suelo, relieve, escurrimientos superficiales, paisaje, fauna y usos de suelo. De esta manera, la delimitación responde a las características específicas del proyecto y a la amplitud espacial de los componentes ambientales con los que pudiera existir interacción, evitando establecer un límite meramente geométrico que no corresponda con la dinámica ambiental del sitio.

La delimitación propuesta constituye la base espacial para el desarrollo del Inventario Ambiental, la identificación y valoración de los impactos ambientales, así como para la definición de las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración que resulten aplicables durante las diferentes etapas del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

IV.3. Caracterización y análisis del sistema ambiental y el área de influencia

La caracterización y el análisis del sistema ambiental tienen como finalidad describir las condiciones actuales de los componentes físicos, bióticos, sociales, económicos y culturales presentes en el entorno donde se pretende desarrollar el proyecto denominado Banco de Yeso, así como analizar las interacciones entre dichos componentes y las actividades de aprovechamiento proyectadas.

Para ello, se consideran las características del relieve, el suelo, la hidrología, el clima, la vegetación, la fauna silvestre, el paisaje y los usos actuales del suelo, así como las actividades productivas y los asentamientos humanos presentes en el entorno regional. La información se integra a partir de cartografía temática, imágenes satelitales, información documental y observaciones de campo, con el propósito de establecer una referencia de las condiciones ambientales existentes y reconocer los elementos que podrían presentar interacción con las actividades del proyecto.

Para el análisis espacial se establecen tres ámbitos: el polígono del proyecto, el Área de Influencia (AI) y el Sistema Ambiental (SA). Cada uno cumple una función específica dentro de la evaluación ambiental, permitiendo distinguir la superficie directamente intervenida del entorno donde podrían manifestarse efectos ambientales y del contexto territorial más amplio en el que se inserta el proyecto.

VI.3.1. Delimitación del Sistema Ambiental

El Sistema Ambiental comprende una superficie aproximada de 157 hectáreas. Este ámbito constituye el marco territorial de referencia para analizar las condiciones ambientales del entorno y la distribución de los componentes naturales y productivos que caracterizan la zona.

Su delimitación considera la configuración general del terreno, la distribución de las coberturas vegetales, los usos actuales del suelo y la continuidad de las unidades ambientales presentes. Dentro de este espacio se identifican áreas con pastizal cultivado, vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia y terrenos destinados a la agricultura de temporal anual, lo que evidencia la coexistencia de superficies transformadas por actividades productivas y sectores con vegetación secundaria.

El análisis del Sistema Ambiental permitirá contextualizar el proyecto en relación con las condiciones del entorno, identificar los componentes ambientales relevantes y reconocer las características territoriales que deben considerarse en la evaluación de los impactos potenciales.

CONSULTA PÚBLICA

El sitio se encuentra dentro del ámbito de aplicación del Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Hopelchén, específicamente en la UGA III.1.AS, con política de Aprovechamiento Sustentable. Por ello, el análisis considera los lineamientos y criterios aplicables de dicho instrumento, junto con las disposiciones ambientales correspondientes a la extracción de yeso y, cuando resulte procedente, al cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

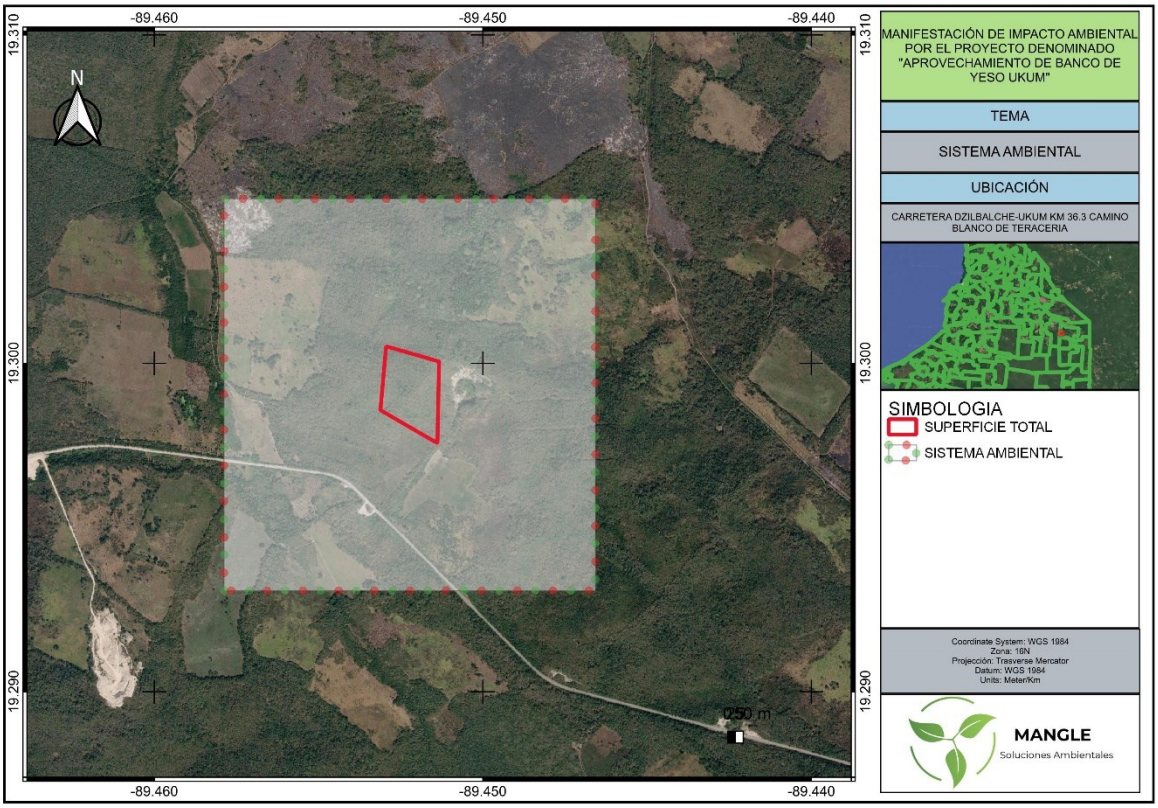


Fig. 18. Sistema Ambiental

Tabla 32. Coordenadas del SA

COORDENADAS SA			
Vértice	**Coordenadas UTM**		**Superficie**
	X	**Y**	
1	241721.7814	2136408.759	157 has
2	242910.1491	2136391.934	
3	242891.492	2135070.725	
4	241703.0379	2135087.541	

IV.3.2. Delimitación del Área de Influencia

El Área de Influencia comprende una superficie aproximada de 72 hectáreas. Este ámbito se utiliza para analizar las posibles interacciones entre las actividades del proyecto y los componentes ambientales del entorno que pudieran experimentar efectos directos o indirectos.

Su delimitación considera la ubicación del polígono de extracción, la distribución de las coberturas vegetales, los usos del suelo, las características generales del terreno y la presencia de caminos existentes. Asimismo, contempla los posibles mecanismos de interacción ambiental asociados con la preparación del sitio, la extracción, la carga y el transporte del material, como la generación de polvo, el ruido de la maquinaria, las modificaciones localizadas del terreno y las posibles alteraciones del suelo y de la vegetación circundante.

Desde el punto de vista biótico, el análisis considera la relación espacial entre las áreas de intervención y las coberturas vegetales colindantes, particularmente el pastizal cultivado, la agricultura de temporal anual y la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. Esta relación permite examinar la posible interacción de las actividades con los hábitats utilizados por la fauna silvestre y con la continuidad de la vegetación presente en el entorno.

En relación con el medio físico, se consideran las condiciones del suelo y del relieve, así como el comportamiento del agua de lluvia y los posibles escurrimientos superficiales. De acuerdo con la información disponible, dentro del sitio del proyecto y en sus colindancias no se identifican cuerpos de agua superficiales; no obstante, las condiciones de escurrimiento pluvial deberán analizarse en función de las características topográficas del terreno.

El Área de Influencia también proporciona un marco espacial para analizar la relación del proyecto con los caminos existentes y los usos productivos de la zona. Su delimitación no significa que todos los componentes ambientales comprendidos en ella necesariamente resultarán afectados, sino que establece el espacio de análisis para identificar y valorar las interacciones potenciales del proyecto con su entorno.

CONSULTA PÚBLICA

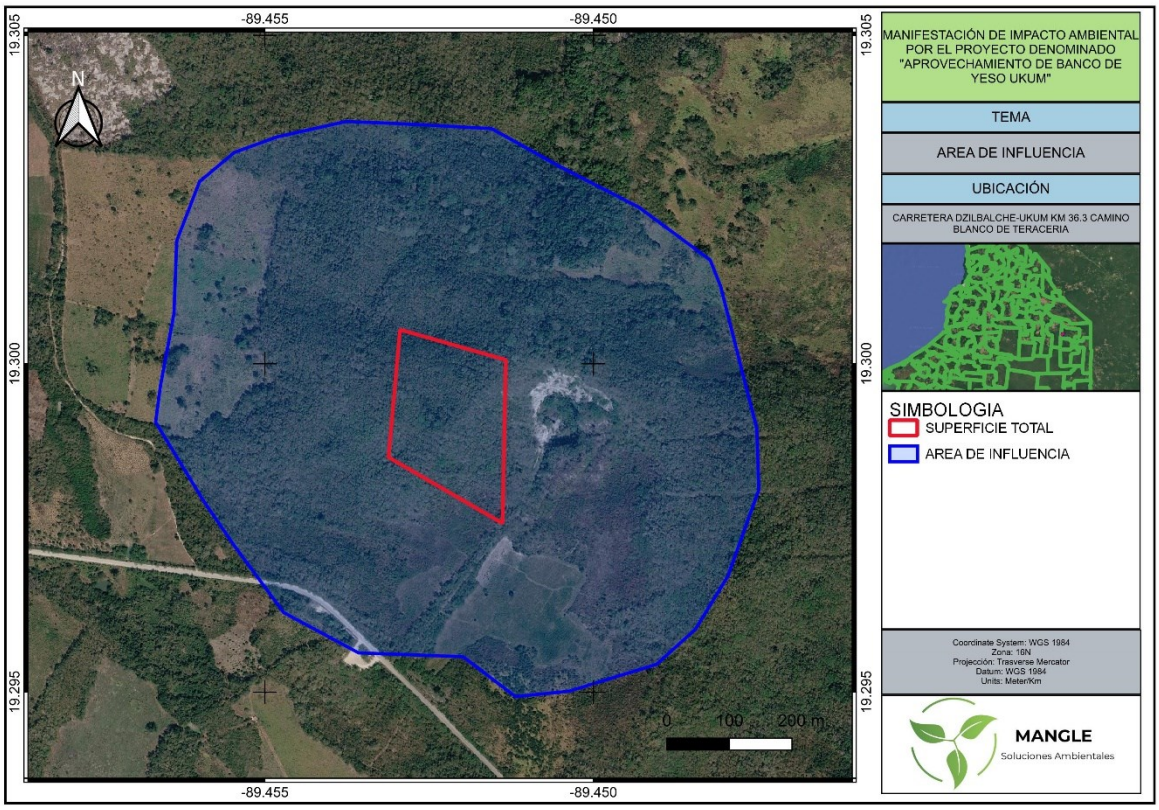


Fig. 19. Ubicación del Área de Influencia

CONSULTA

Tabla 33. Coordenadas del Área de influencia

COORDENADAS AI			
Vértice	**Coordenadas UTM**		**Superficie**
	X	**Y**	
1	241963.4139	2135543.218	72 has
2	242040.5451	2135429.773	
3	242159.4067	2135360.084	
4	242326.2561	2135351.297	
5	242409.543	2135282.84	
6	242494.9057	2135290.65	
7	242635.6616	2135333.884	
8	242698.7791	2135392.127	
9	242752.2406	2135481.258	
10	242803.6398	2135625.944	
11	242801.8966	2135729.792	
12	242777.5897	2135835.779	
13	242747.6058	2135969.22	
14	242731.329	2136014.5	
15	242618.4655	2136105.029	
16	242492.0405	2136176.048	
17	242384.7234	2136240.974	
18	242240.1767	2136251.318	
19	242152.0397	2136256.313	
20	242041.7013	2136231.911	
21	241972.5126	2136206.664	
22	241916.1746	2136158.177	
23	241878.365	2136058.996	
24	241872.1228	2135936.024	
25	241848.8913	2135815.58	
26	241840.1939	2135753.706	
27	241915.0468	2135619.679	

CONSULTA PÚBLICA

VI.3.3. Ubicación del proyecto respecto al Sistema Ambiental y al Área de Influencia

El proyecto en relación a la ubicación dentro del Área de Influencia y del Sistema Ambiental permite establecer una relación espacial entre la superficie de intervención directa, el entorno en el que podrían manifestarse efectos ambientales y el contexto territorial más amplio.

La diferenciación de estos tres ámbitos permite analizar los impactos de acuerdo con su alcance espacial. En el polígono del proyecto se examinarán las modificaciones directamente asociadas con la preparación del sitio, la extracción y la restauración. En el Área de Influencia se analizarán las posibles interacciones con la vegetación, la fauna, el suelo, el relieve, el paisaje y los usos del suelo circundantes. Por su parte, el Sistema Ambiental permitirá contextualizar dichas interacciones en relación con las características ambientales y productivas de la zona.

VI.3.4. Análisis integral de los componentes ambientales

Una vez establecidos los ámbitos espaciales de análisis, la caracterización ambiental se desarrolla considerando los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos, así como sus interrelaciones y variaciones estacionales.

Para el medio abiótico se examinan las condiciones climáticas, geológicas, geomorfológicas y edafológicas, el relieve y las características hidrológicas del sitio. Estos elementos permiten analizar la susceptibilidad del terreno frente a las actividades de extracción, la remoción de materiales, los cambios localizados de la superficie y los trabajos posteriores de estabilización y restauración.

Para el medio biótico se analizan los tipos de vegetación, los usos actuales del suelo, la estructura de las coberturas vegetales y las condiciones del hábitat para la fauna silvestre. Se distingue entre las áreas de pastizal cultivado y vegetación herbácea correspondientes a la primera etapa, y las superficies con vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia correspondientes a la segunda etapa. Esta diferenciación resulta relevante para definir las medidas de manejo aplicables y determinar las autorizaciones ambientales necesarias antes de ejecutar las actividades que impliquen remoción de vegetación forestal.

En el componente socioeconómico se consideran los usos productivos del suelo, la infraestructura de acceso, las localidades cercanas y la relación del proyecto con las actividades que se desarrollan en la región. Las localidades de Ukum y Chunchintok, ubicadas aproximadamente a 14 km y 15.5 km del proyecto, respectivamente, se incorporan como referencias del contexto poblacional regional.

CONSULTA PÚBLICA

Asimismo, se considera la variabilidad estacional de los componentes ambientales, particularmente los cambios que pueden presentarse entre las temporadas de lluvia y de secas en la humedad del suelo, la vegetación herbácea, la disponibilidad de agua, los escurrimientos y la actividad de la fauna. Estas condiciones se interpretarán con base en la información climática, las observaciones de campo y la documentación disponible, evitando atribuir al sitio características estacionales que no hayan sido verificadas.

La caracterización integral permitirá establecer las condiciones ambientales de referencia, reconocer los componentes con mayor interacción con las actividades del Banco de Yeso y sustentar la identificación y evaluación de impactos, así como la selección de medidas de prevención, mitigación y restauración. En conjunto, la delimitación y caracterización del Sistema Ambiental, del Área de Influencia y del polígono del proyecto constituyen la base espacial para analizar las condiciones ambientales existentes y evaluar los posibles efectos derivados de las distintas etapas del aprovechamiento de yeso.

IV.3.5. Aspectos abióticos

a. Clima

De acuerdo con la cartografía climática del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el área del proyecto Banco de Yeso Ukum, ubicado en el municipio de Hopelchén, estado de Campeche, presenta un clima de tipo **Aw1, cálido subhúmedo con lluvias en verano**, correspondiente a la clasificación climática de Köppen modificada por Enriqueta García para las condiciones de la República Mexicana.

Este tipo de clima se caracteriza por una temperatura media anual superior a 22 °C, una temperatura del mes más frío superior a 18 °C y una distribución estacional de la precipitación, con lluvias concentradas principalmente durante el verano. Asimismo, presenta un periodo del año con precipitaciones relativamente reducidas, durante el cual disminuye la disponibilidad de humedad superficial.

La clasificación climática permite establecer las condiciones atmosféricas generales en las que se desarrollarán las actividades del banco de yeso. El INEGI dispone de cartografía de unidades climáticas e información sobre temperatura y precipitación, elaborada a partir de registros históricos de estaciones meteorológicas.

CONSULTA PÚBLICA

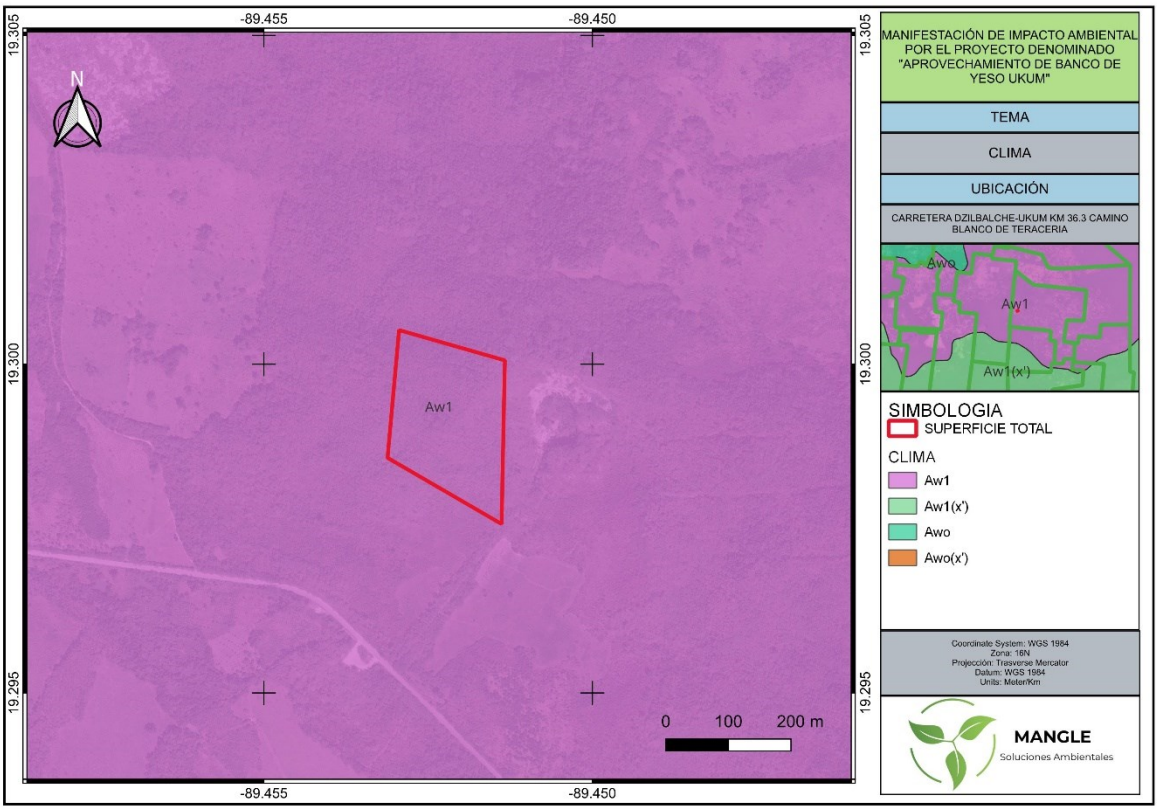


Fig. 20. Clima en el sitio del proyecto

Temperatura y precipitación

Para complementar la caracterización climática del área de estudio, se considera como referencia regional la estación meteorológica Chunchintok, identificada con la clave 04076, ubicada en el municipio de Hopelchén, Campeche.

Esta estación aparece en la información climatológica utilizada en el *Estudio previo justificativo para el establecimiento del Área de Protección de Flora y Fauna Balam-Kin*, elaborado por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), en el cual se presenta un diagrama ombrotérmico con información mensual de temperatura media y precipitación.

Las características de referencia de la estación son las siguientes:

Tabla 34. Características de referencia de la estación meteorológica

Característica	Descripción
Estación meteorológica	Chunchintok
Clave	04076
Municipio	Hopelchén
Estado	Campeche
Latitud	19° 21′ 34″ N
Longitud	89° 34′ 52″ O
Variables disponibles en la fuente consultada	Temperatura media mensual y precipitación mensual
Periodo de referencia	No especificado expresamente en el diagrama consultado
Fuente de información	SMN-CONAGUA, valores reproducidos en el estudio de CONANP

Con base en los valores representados en el diagrama ombrotérmico de dicha estación, se presenta la siguiente distribución mensual de temperatura media y precipitación:

Mes	Temperatura media (°C)	Precipitación (mm)
Enero	22.5	32.9
Febrero	23.4	32.2
Marzo	26.0	34.7
Abril	28.1	47.2
Mayo	28.7	100.1
Junio	28.1	107.4
Julio	27.6	106.8
Agosto	27.4	169.0
Septiembre	27.0	199.3
Octubre	25.7	141.4
Noviembre	24.0	41.1
Diciembre	22.7	40.3
Promedio o total anual calculado	**25.9**	**1,052.4**

Fuente: *elaboración propia a partir de los valores mensuales representados en el diagrama ombrotérmico de la estación 04076 Chunchintok, incluido en el estudio justificativo del APFF Balam-Kin, CONANP. Los valores anuales se calcularon a partir de los datos mensuales mostrados en el diagrama.*

CONSULTA PÚBLICA

Los datos muestran que las temperaturas medias mensuales oscilan aproximadamente entre 22.5 °C y 28.7 °C, con los valores más elevados entre abril y mayo. Por su parte, la precipitación presenta una marcada variación estacional, con los registros más elevados entre agosto y octubre y un máximo en septiembre, cuando alcanza aproximadamente 199.3 mm.

En contraste, de enero a abril se registran precipitaciones mensuales inferiores a 50 mm, lo que evidencia un periodo relativamente seco en comparación con los meses de mayor concentración de lluvias.

Cabe señalar que la fuente consultada presenta temperatura media y precipitación mensual, pero no proporciona en el mismo diagrama las temperaturas máximas medias y mínimas medias mensuales. Por ello, estos valores no se incorporan para evitar atribuir a la estación datos que no han sido verificados.

Fenómenos climatológicos (nortes, tormentas tropicales y huracanes, entre otros eventos extremos)

El área donde se pretende desarrollar el proyecto Banco de Yeso Ukum, ubicado en el municipio de Hopelchén, estado de Campeche, se encuentra sujeta a la influencia de fenómenos meteorológicos propios de la península de Yucatán, entre los que destacan los ciclones tropicales, las tormentas tropicales, los huracanes, los frentes fríos conocidos regionalmente como nortes y las lluvias intensas asociadas con sistemas atmosféricos de origen tropical y extratropical.

La ubicación de Campeche en la región de influencia del golfo de México y del mar Caribe determina que, durante determinadas épocas del año, puedan presentarse sistemas meteorológicos capaces de generar precipitaciones extraordinarias, vientos fuertes y variaciones importantes de temperatura. La ocurrencia e intensidad de estos fenómenos varían de un año a otro, por lo que su consideración resulta relevante para la planificación de las actividades del proyecto.

Ciclones tropicales, tormentas tropicales y huracanes

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la temporada de ciclones tropicales en la cuenca del Atlántico, que comprende el golfo de México y el mar Caribe, se desarrolla oficialmente del 1 de junio al 30 de noviembre, aunque pueden presentarse sistemas fuera de este periodo. Estos fenómenos pueden ocasionar lluvias intensas, vientos fuertes e inundaciones, dependiendo de su trayectoria, intensidad y proximidad al territorio.

CONSULTA PÚBLICA

En el estado de Campeche existen antecedentes históricos de afectaciones asociadas con ciclones tropicales, entre los que destacan los huracanes Gilberto, en septiembre de 1988; Roxanne, en octubre de 1995, e Isidore, en septiembre de 2002. Estos acontecimientos documentan la exposición regional del estado a fenómenos hidrometeorológicos de importancia. Sin embargo, su registro en la entidad no implica que sus trayectorias hayan atravesado específicamente el polígono del Banco de Yeso Ukum.

Para el proyecto, los efectos potenciales de estos fenómenos se relacionan principalmente con las precipitaciones extraordinarias, los escurrimientos superficiales y los vientos fuertes. Durante las actividades de extracción, las lluvias intensas podrían ocasionar acumulación temporal de agua en las excavaciones, arrastre de sedimentos y dificultades para el tránsito de maquinaria y vehículos por el camino de acceso de terracería. Asimismo, los vientos fuertes podrían incrementar temporalmente la dispersión de partículas y dificultar las labores operativas.

Por lo anterior, durante la temporada de ciclones tropicales será necesario consultar los avisos emitidos por el Servicio Meteorológico Nacional y las autoridades de Protección Civil, adoptar las medidas preventivas correspondientes y suspender las actividades al aire libre cuando las condiciones meteorológicas representen un riesgo para los trabajadores o las instalaciones.

Frentes fríos y nortes

Otro fenómeno meteorológico relevante para la región corresponde a los frentes fríos y los eventos de norte. Conforme a la información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), el seguimiento de los sistemas frontales en México se realiza durante el periodo comprendido habitualmente entre septiembre y mayo del año siguiente.

Estos sistemas consisten en el encuentro de masas de aire con diferentes características térmicas. Su desplazamiento puede provocar descensos de temperatura, cambios en la dirección e intensidad del viento y, cuando existe suficiente humedad atmosférica, condiciones de nubosidad y precipitación. Después del paso de un frente frío, los vientos pueden cambiar hacia las direcciones oeste o noroeste y presentarse una disminución de la temperatura ambiental.

En el Banco de Yeso Ukum, estos fenómenos podrían modificar temporalmente las condiciones de trabajo, particularmente durante los eventos acompañados de lluvias, ráfagas de viento o descenso significativo de la temperatura. Sus posibles efectos operativos incluyen la reducción de la visibilidad durante las precipitaciones, el deterioro temporal de las condiciones de tránsito en los caminos no pavimentados

CONSULTA PÚBLICA

y la dispersión de polvo cuando prevalezcan vientos y condiciones de sequedad superficial.

Lluvias intensas y tormentas eléctricas

Además de las precipitaciones asociadas con los ciclones tropicales y los frentes fríos, en la región pueden presentarse tormentas acompañadas de actividad eléctrica y lluvias de corta duración con intensidades elevadas.

Estas condiciones adquieren importancia para un proyecto de extracción a cielo abierto debido a que las superficies intervenidas pueden quedar temporalmente desprovistas de vegetación y presentar modificaciones en la configuración natural del terreno. Cuando las precipitaciones superan la capacidad de infiltración o de conducción superficial del agua, pueden producirse escurrimientos, erosión localizada y acumulación de agua en las áreas excavadas.

En este contexto, las medidas de prevención deberán considerar la conservación de condiciones adecuadas para el desalojo controlado del agua pluvial, la revisión de las áreas de trabajo después de episodios de lluvia intensa y la protección de las superficies susceptibles al arrastre de sedimentos. Asimismo, las actividades deberán suspenderse temporalmente cuando se presenten tormentas eléctricas que comprometan la seguridad del personal.

Relación de las condiciones climáticas con el proyecto

Las condiciones climáticas descritas son relevantes para las actividades previstas en el Banco de Yeso Ukum, cuyo predio comprende una superficie de 44,105.11 m² y contempla la extracción de yeso en etapas, con profundidades aproximadas de entre 1 y 3 m.

Durante la temporada de lluvias, el incremento de la precipitación puede generar escurrimientos superficiales, acumulación temporal de agua en las áreas excavadas y arrastre de partículas en las superficies desprovistas de vegetación. Estos procesos deberán considerarse durante la preparación del sitio y la operación del banco, especialmente en las áreas donde se realice el retiro de material y se modifique temporalmente la configuración del terreno. En consecuencia, será importante organizar las actividades de extracción considerando las condiciones meteorológicas, mantener el manejo adecuado de los escurrimientos pluviales y evitar que el agua arrastre sedimentos hacia terrenos adyacentes.

Por otra parte, durante los meses de menor precipitación, las condiciones de sequedad superficial pueden favorecer la generación de polvo por el tránsito de vehículos, el movimiento del material y la circulación de maquinaria. Por ello,

CONSULTA PÚBLICA

deberán contemplarse medidas de control de partículas, de acuerdo con las condiciones que se presenten durante las actividades del proyecto.

La estacionalidad de las lluvias también deberá tomarse en cuenta para programar las actividades de rehabilitación y restauración progresiva de las áreas intervenidas, procurando aprovechar la disponibilidad de humedad para favorecer el establecimiento de la cobertura vegetal.

En términos generales, el clima cálido subhúmedo con lluvias en verano constituye una condición ambiental que debe considerarse en la planificación de la extracción, el manejo de las superficies expuestas y la restauración del terreno. La intensidad de los posibles efectos dependerá de la distribución temporal de las lluvias, las características del suelo, la extensión de las superficies intervenidas y las medidas de manejo que se apliquen durante las distintas etapas del proyecto. Por último, los datos de la estación Chunchintok se utilizan como referencia para la caracterización del clima y no como mediciones directas del polígono del Banco de Yeso Ukum.

b. Geología y geomorfología

Para desarrollar este apartado se consultaron fuentes del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), del Servicio Geológico Mexicano (SGM) y del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). La información del SGM resulta particularmente relevante porque documenta la Formación Icaiché y la presencia de depósitos de yeso en la localidad de Ukum, mientras que el INEGI proporciona el marco geológico y fisiográfico regional.

Características litológicas del área de estudio

De acuerdo con la cartografía geológica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el área del proyecto Banco de Yeso Ukum, ubicado en el municipio de Hopelchén, estado de Campeche, se encuentra sobre una unidad geológica identificada con la clave **TpaCz-Y, correspondiente a la Formación Icaiché**, constituida por materiales sedimentarios cuya edad geológica corresponde al Paleoceno.

De acuerdo con el *Inventario físico de los recursos minerales en áreas de nueve municipios del estado de Campeche*, elaborado por el Servicio Geológico Mexicano en 2007, la Formación Icaiché está constituida principalmente por calizas microcristalinas de textura *mudstone*, dispuestas en estratos, con variaciones litológicas que incluyen limos y lutitas, así como calizas dolomitizadas y silicificadas. La secuencia también presenta cuerpos de yeso de importancia geológico-económica en los municipios de Hopelchén y Calakmul, además de horizontes arcillosos y, ocasionalmente, materiales silíceos como el pedernal.

CONSULTA PÚBLICA

La presencia de yeso dentro de esta formación constituye un elemento geológico de particular importancia para el proyecto, cuyo objetivo consiste en el aprovechamiento de este mineral mediante un sistema de extracción a cielo abierto.

El informe del Servicio Geológico Mexicano documenta, específicamente en la localidad de Ukum, el depósito mineral denominado Xchumul, en el que se identificó yeso blanco y blanco grisáceo, masivo y cristalizado, con bandas fibrosas y estructuras de estratificación delgada a media. Asimismo, señala que el mineral puede presentar intercalaciones irregulares de arcilla verdosa y asociaciones con cuarzo o silicatos. Estos antecedentes permiten establecer que la presencia de yeso en la región se encuentra asociada con la Formación Icaiché. Desde el punto de vista geológico, esta configuración evidencia el predominio de materiales sedimentarios y la presencia de depósitos evaporíticos asociados con la secuencia carbonatada de la península de Yucatán.

Para el Banco de Yeso Ukum, esta condición geológica es directamente relevante debido a que el material objeto de aprovechamiento forma parte de la secuencia sedimentaria identificada en la región. Sin embargo, las características particulares del depósito dentro del polígono del proyecto, como la continuidad de los estratos, el espesor de los cuerpos de yeso y la presencia de materiales arcillosos o silíceos, deberán corroborarse mediante las observaciones de campo y los materiales expuestos durante las excavaciones.

En síntesis, la litología regional corresponde a una secuencia sedimentaria de la Formación Icaiché, cuya asociación con depósitos de yeso ha sido documentada por el Servicio Geológico Mexicano en la localidad de Ukum, circunstancia que sustenta el contexto geológico del aprovechamiento mineral propuesto.

De acuerdo con la regionalización fisiográfica del INEGI, el proyecto se localiza en la provincia fisiográfica XI, Península de Yucatán, dentro de la subprovincia 63, **Carso y Lomeríos de Campeche**.

Esta subprovincia se caracteriza por un relieve ligeramente ondulado, en el que se alternan lomeríos de baja elevación con pequeñas hondonadas, valles y superficies relativamente planas. Su configuración está relacionada principalmente con la presencia de rocas calizas de origen sedimentario que han experimentado procesos de disolución y modelado kárstico.

CONSULTA PÚBLICA

El estudio del INEGI sobre la información integrada del acuífero kárstico de la península de Yucatán describe la subprovincia Carso y Lomeríos de Campeche como un relieve de lomeríos y superficies bajas, constituido predominantemente por calizas kársticas del Paleoceno y Eoceno. Esta configuración regional permite explicar la presencia de irregularidades topográficas, depresiones y formas de relieve relacionadas con los procesos de disolución de las rocas carbonatadas.

En términos geomorfológicos, el modelado kárstico se desarrolla mediante la disolución progresiva de las rocas solubles, particularmente las calizas. Este proceso puede originar depresiones cerradas, dolinas y otras formas características, cuya distribución depende de las condiciones geológicas e hidrológicas de cada sector.

Para el Banco de Yeso Ukum, el contexto fisiográfico descrito constituye el marco regional en el que se desarrollarán las actividades de extracción. No obstante, la identificación precisa de cerros, laderas, depresiones u otras formas del relieve dentro del polígono deberá sustentarse en la topografía específica del predio. Considerando que el proyecto comprende una superficie de 44,105.11 m² y contempla excavaciones para la extracción de yeso con profundidades aproximadas de entre 1 y 3 m, las principales modificaciones geomorfológicas asociadas con su ejecución corresponderán a la remoción de materiales y a los cambios localizados en la configuración del terreno.

Estas modificaciones deberán considerarse durante el diseño y desarrollo de los frentes de extracción, particularmente en lo referente al manejo de los escurrimientos superficiales, la estabilidad de las superficies excavadas y la restauración progresiva del área intervenida.

En consecuencia, la geomorfología regional se caracteriza por un relieve kárstico de lomeríos bajos y superficies deprimidas, mientras que las formas específicas del terreno dentro del predio deberán determinarse mediante la revisión del levantamiento topográfico del proyecto.

Presencia de fallas y fracturamientos en el predio o área de estudio

El INEGI dispone de cartografía geológica que representa las unidades litológicas y, de acuerdo con la escala de la carta, estructuras geológicas como fallas y fracturas. Estas cartas constituyen una fuente adecuada para analizar la distribución regional de las estructuras y contrastarla con la ubicación de un proyecto.

Por su parte, el Servicio Geológico Mexicano señala que la evolución geológica de la península de Yucatán estuvo acompañada por procesos tectónicos que favorecieron el desarrollo de sistemas de fracturas con orientaciones predominantes

CONSULTA PÚBLICA

hacia el norte y noreste en determinadas zonas de la península. Esta información corresponde al contexto regional y no demuestra, por sí sola, que tales estructuras se encuentren dentro del Banco de Yeso Ukum.

Con base en las fuentes regionales revisadas, **no se cuentan con fallas geológicas en el sitio del proyecto**.

Susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamientos, derrumbes, inundaciones y otros movimientos del terreno o roca, así como a posible actividad volcánica

La susceptibilidad del área del proyecto a fenómenos geológicos depende de las características litológicas, la configuración del relieve, las condiciones de humedad y los procesos naturales que actúan sobre el terreno.

Para el Banco de Yeso Ukum se consideran los siguientes aspectos:

Fenómeno	Características y susceptibilidad para el proyecto
Sismicidad	De acuerdo con el informe de CENAPRED sobre las características de la regionalización sísmica de la CFE de 2015, el municipio de Hopelchén se encuentra clasificado en la zona A, correspondiente a una zona de muy baja sismicidad. Esta clasificación constituye una referencia regional y no sustituye una evaluación específica del terreno.
Deslizamientos de tierra	El relieve regional de lomeríos bajos y superficies ligeramente onduladas no corresponde, en términos generales, a un terreno montañoso de pendientes pronunciadas. No obstante, la estabilidad deberá evaluarse localmente en los frentes de extracción, especialmente si se presentan materiales poco consolidados, pendientes pronunciadas o saturación por lluvias.
Derrumbes y desprendimientos de roca	No se cuenta con evidencia suficiente para identificar derrumbes naturales recurrentes dentro del polígono. Sin embargo, las excavaciones pueden generar desprendimientos localizados si los frentes presentan discontinuidades, materiales inestables o pérdida de resistencia por humedad.
Inundaciones y acumulación de agua	La configuración kárstica regional influye en la circulación y la infiltración del agua. Aun así, pueden producirse acumulaciones temporales en depresiones

CONSULTA PÚBLICA

	naturales o en las excavaciones, especialmente durante precipitaciones intensas. La susceptibilidad específica del predio requiere contrastar la topografía con la cartografía de peligros y las condiciones hidrológicas locales.
Hundimientos, dolinas y posibles colapsos del terreno	La presencia de rocas carbonatadas y depósitos de yeso hace pertinente considerar los procesos de disolución del subsuelo. El informe del SGM documenta la presencia de formas kársticas y dolinas en Campeche, así como sistemas regionales de fracturas. No obstante, esta información no demuestra la existencia de cavidades o hundimientos dentro del polígono del proyecto.
Otros movimientos del terreno o roca	Las modificaciones locales del terreno estarán relacionadas principalmente con la remoción del material, la conformación de excavaciones y la exposición de superficies durante la explotación. La estabilidad de los frentes deberá mantenerse mediante una secuencia de extracción adecuada y el manejo de las superficies intervenidas.
Actividad volcánica	La unidad geológica del proyecto corresponde a materiales sedimentarios de la Formación Icaiché. Las fuentes consultadas no documentan actividad volcánica como un peligro geológico local característico del área. Esta apreciación se refiere al contexto geológico identificado y no constituye una evaluación independiente de peligros volcánicos.

En conclusión, las características geológicas y geomorfológicas del área de estudio corresponden a una región de origen sedimentario, integrada en la subprovincia Carso y Lomeríos de Campeche, donde destaca la presencia de la Formación Icaiché y de depósitos de yeso documentados por el Servicio Geológico Mexicano en la localidad de Ukum.

CONSULTA PÚBLICA

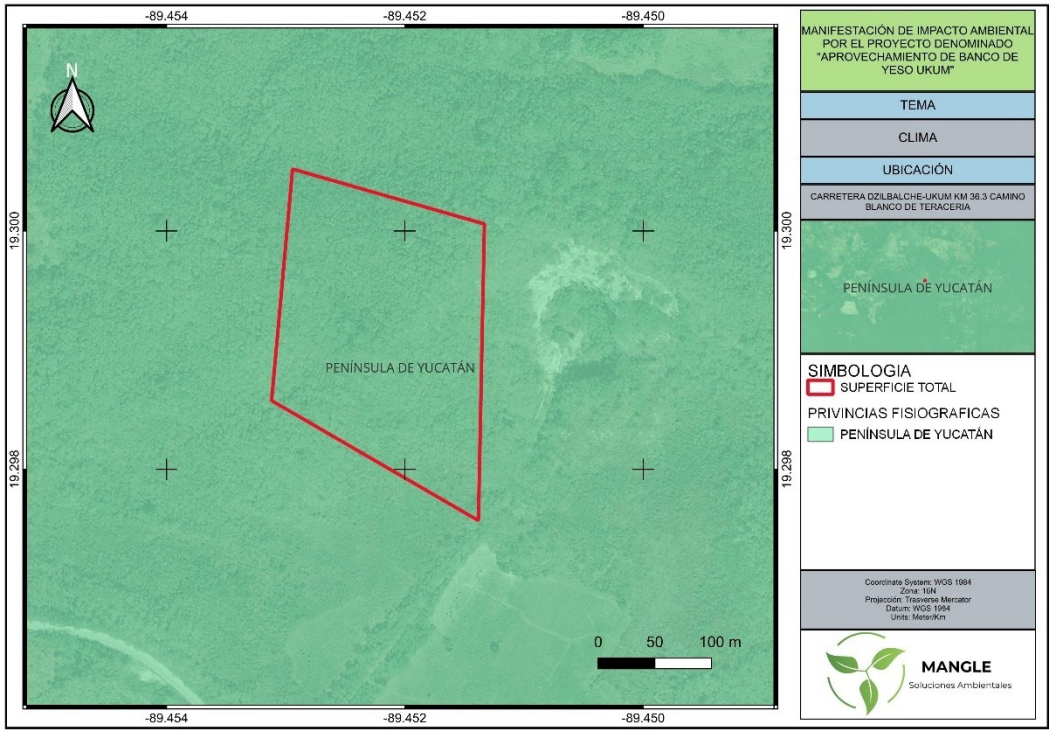


Fig. 21. Provincias fisiográficas

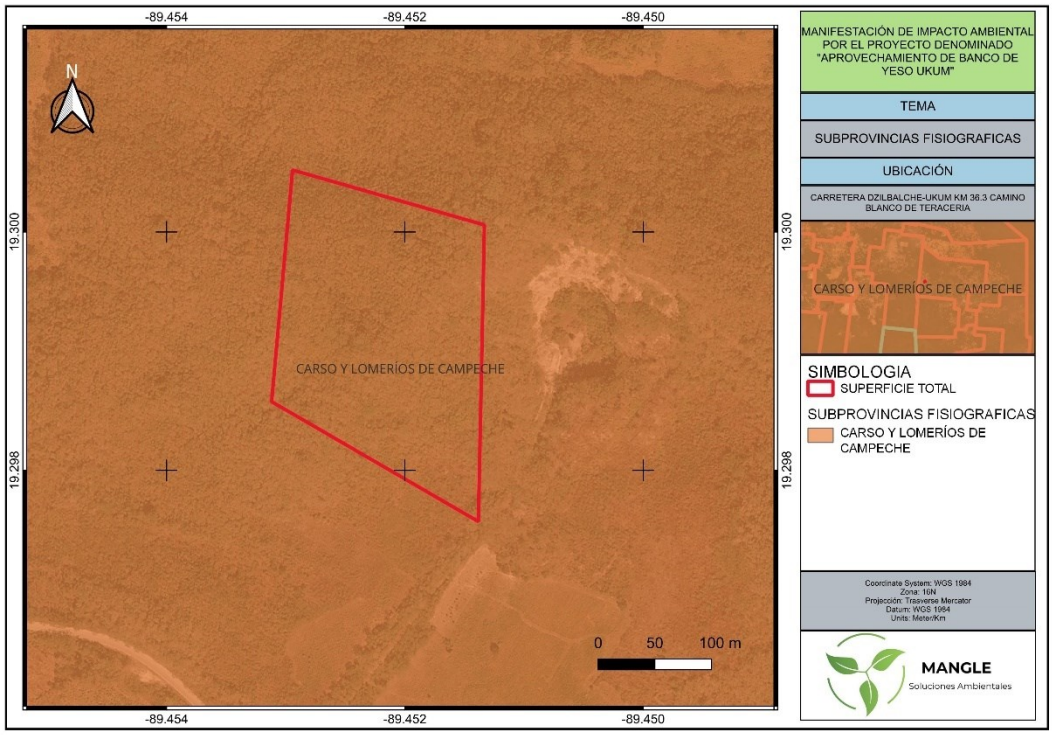


Fig. 22. Subprovincias fisiográficas

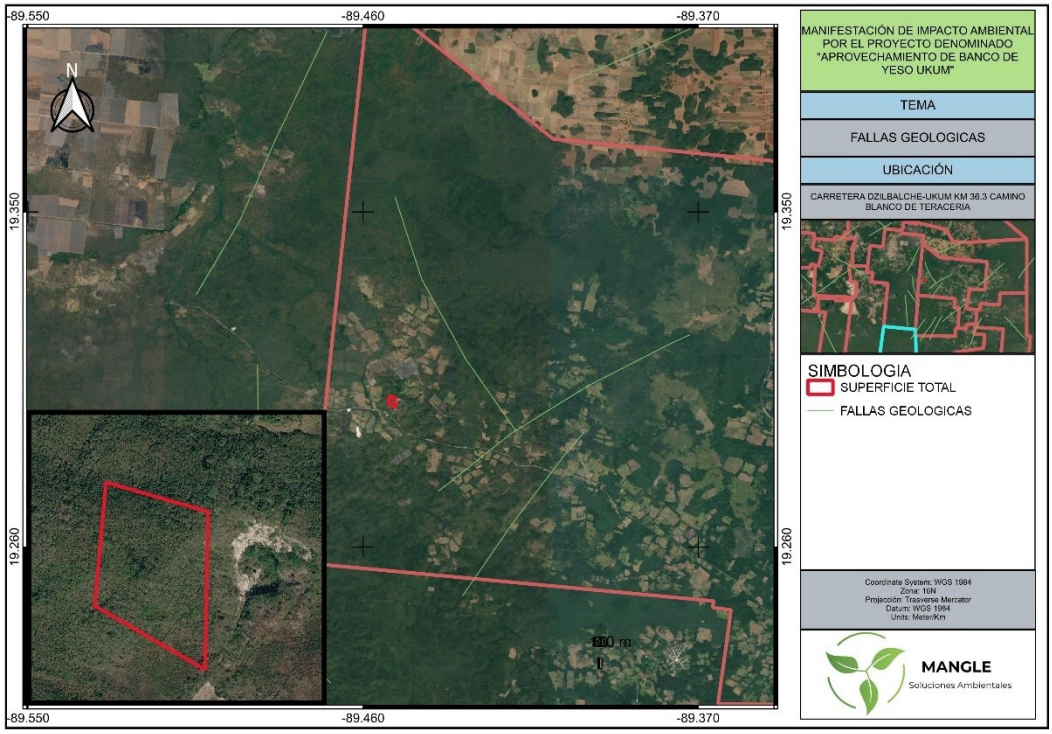


Fig. 23. Fallas geológicas

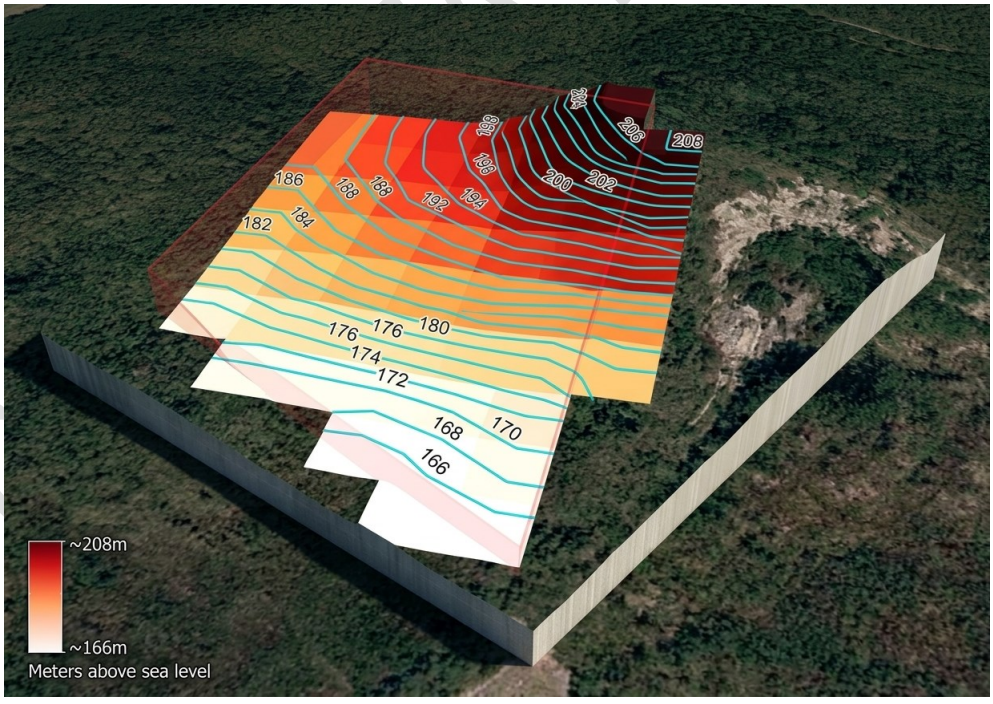


Fig. 24. DEM del sitio del proyecto

c. Edafología

De acuerdo con la carta edafológica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el área donde se pretende desarrollar el proyecto Banco de Yeso Ukum, ubicado en el municipio de Hopelchén, estado de Campeche, se encuentra dentro de una unidad edafológica identificada con la clave **PHrz-lep+LVlep-cr/3g**, conforme a la nomenclatura cartográfica proporcionada para el sitio.

Esta unidad corresponde a una asociación de suelos en la que predomina el grupo Phaeozem, con presencia de Luvisol como suelo secundario. La clasificación se encuentra fundamentada en la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB, por sus siglas en inglés), desarrollada por la comunidad científica internacional con el respaldo de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), y adoptada por el INEGI para la elaboración de su cartografía edafológica.

De acuerdo con el Diccionario de Datos Edafológicos del INEGI, la clave cartográfica permite identificar los grupos de suelo presentes en una unidad, sus calificadores, la clase textural y las limitantes físicas superficiales. Para el sitio del proyecto, estos elementos permiten establecer las características generales del suelo y las condiciones que deberán considerarse durante la preparación del terreno, la extracción del mineral y la restauración del área intervenida.

El grupo dominante corresponde al **Phaeozem (PH)**, cuyo rasgo característico es la presencia de un horizonte superficial oscuro, generalmente enriquecido con materia orgánica y con una elevada saturación de bases. Estos suelos pueden presentar condiciones favorables para el desarrollo de la vegetación debido a sus propiedades químicas y a la acumulación de materia orgánica en la superficie.

El calificador réndzico (rz) indica la presencia de un horizonte superficial de características mólicas asociado directamente con materiales ricos en carbonato de calcio. Esta condición es compatible con ambientes desarrollados sobre materiales calcáreos, como los que caracterizan amplias superficies de la península de Yucatán.

Por su parte, el calificador epiléptico (lep) señala una limitación relacionada con la presencia de roca continua o material técnico duro a poca profundidad. Esta característica puede restringir el espesor efectivo del suelo disponible para el desarrollo de las raíces y limitar la profundidad a la que pueden penetrar los implementos durante las labores de preparación del terreno. La profundidad real de esta limitante dentro del polígono deberá corroborarse mediante observaciones directas y, en su caso, perfiles edafológicos. En conjunto, los calificadores del Phaeozem indican que el suelo cartografiado presenta características superficiales

CONSULTA PÚBLICA

asociadas con la materia orgánica y los materiales calcáreos, además de una posible limitación de profundidad por la presencia de roca o materiales endurecidos.

La unidad cartográfica también señala la presencia de **Luvisol (LV)** como suelo secundario. De acuerdo con el INEGI, los Luvisoles se caracterizan por presentar acumulación de arcilla en el subsuelo, expresada mediante un horizonte de diagnóstico árgico, con arcillas de alta actividad y una elevada saturación de bases bajo las condiciones que establece su clasificación.

El calificador epiléptico señala la posible presencia de roca continua o material técnico duro a poca profundidad, mientras que el calificador crómico (cr) corresponde a características de coloración del suelo asociadas con tonalidades más intensas, particularmente rojizas, conforme a la clasificación de la cartografía utilizada. Estos atributos complementan la descripción de la variabilidad edafológica regional.

La presencia conjunta de Phaeozem y Luvisol indica que, dentro de la unidad cartográfica, pueden existir diferencias en el desarrollo de los horizontes, la acumulación de arcilla, el contenido de materia orgánica y la profundidad efectiva del suelo. Sin embargo, la distribución exacta de estos componentes dentro del predio no puede determinarse únicamente mediante la clave cartográfica, por lo que deberá verificarse en campo.

La clave edafológica termina con el componente /3g, que corresponde a una **clase textural fina y una limitante física superficial gravosa**, conforme a la nomenclatura de la cartografía del INEGI.

La clase textural 3 corresponde a suelos de textura fina en los primeros 30 cm del suelo dominante. Esta clasificación se refiere a la proporción relativa de las partículas minerales de tamaño inferior a 2 mm, es decir, arena, limo y arcilla. La textura fina suele asociarse con una proporción importante de partículas de menor tamaño; no obstante, la composición exacta del suelo deberá determinarse mediante análisis de laboratorio si se requiere establecer porcentajes específicos.

Por otra parte, la letra g representa una limitante física superficial gravosa. De acuerdo con el diccionario del INEGI, esta condición indica la presencia estimada de fragmentos de roca u otros minerales en más del 30 % del área cartografiada. Por tanto, la clave señala una condición general de pedregosidad superficial que puede influir en las labores de despalme, el movimiento de maquinaria y la recuperación del suelo para su posterior utilización en la restauración. Esta característica debe entenderse como una interpretación cartográfica regional, y no como una medición directa del porcentaje de grava en cada sector del predio.

CONSULTA PÚBLICA

El Banco de Yeso Ukum comprende una superficie total de 44,105.11 m² y contempla actividades de extracción de yeso mediante excavaciones a cielo abierto con profundidades aproximadas de entre 1 y 3 m.

En este contexto, las características edafológicas identificadas adquieren relevancia porque las actividades de preparación del sitio implicarán la remoción de la capa superficial del suelo y la exposición de los materiales subyacentes. La presencia cartográfica de Phaeozem réndzico y epiléptico sugiere que deberán verificarse tanto el espesor del suelo superficial como la profundidad a la que se encuentra el material rocoso o endurecido.

La textura fina señalada en la carta también deberá considerarse al manejar los materiales de despalme, debido a que las propiedades de la fracción mineral influyen en su comportamiento durante el almacenamiento y la recuperación. La presencia de fragmentos gravosos puede dificultar algunas labores de manejo y preparación de superficies, dependiendo de su abundancia y distribución efectiva en el terreno. Dado que el proyecto contempla la remoción de una capa de despalme de aproximadamente 20 a 30 cm, será importante separar el suelo superficial del material mineral extraído, evitando su mezcla indiscriminada con el yeso, las arcillas u otros materiales del subsuelo.

El suelo recuperado deberá manejarse de manera que se conserven, en la medida de lo posible, sus características físicas y su contenido de materia orgánica. Para ello, se recomienda depositarlo temporalmente en áreas delimitadas, evitar su compactación excesiva y prevenir su pérdida por erosión durante los periodos de lluvia.

Durante la restauración progresiva del banco, este material podrá aprovecharse en la conformación de las superficies a rehabilitar, de acuerdo con las condiciones finales del terreno y las necesidades de establecimiento de la cobertura vegetal. Su reutilización permitirá conservar parte de los recursos edáficos originales del sitio y favorecer el restablecimiento de las condiciones necesarias para el desarrollo de la vegetación.

Asimismo, debido a que el proyecto se desarrollará en una región donde la cartografía identifica suelos asociados con materiales calcáreos, será conveniente observar las características de los perfiles expuestos durante la extracción para reconocer posibles variaciones en el espesor del suelo, la presencia de fragmentos rocosos y la transición hacia los materiales de la formación geológica subyacente.

CONSULTA PÚBLICA

La información cartográfica del INEGI proporciona una caracterización general del suelo presente en el área de estudio; sin embargo, por la escala de representación, no permite establecer con precisión el espesor de la capa superficial, el porcentaje real de fragmentos rocosos ni la distribución puntual de los tipos de suelo dentro del polígono del Banco de Yeso Ukum.

Por esta razón, la descripción deberá complementarse con las observaciones realizadas durante el levantamiento del sitio y las actividades de despalme, registrando las variaciones visibles en la coloración, la textura, la estructura, la profundidad y la presencia de materiales rocosos. Si se requiere cuantificar estas propiedades o establecer con mayor precisión las condiciones de manejo del suelo, podrán realizarse perfiles edafológicos y análisis de laboratorio.

En términos ambientales, la principal intervención sobre el recurso edáfico estará relacionada con la remoción y el desplazamiento de la capa superficial en las áreas destinadas a la extracción. Estos efectos serán localizados en las superficies efectivamente intervenidas y su magnitud dependerá de la secuencia de explotación y de las medidas de manejo aplicadas.

En consecuencia, la conservación y reutilización del suelo de despalme, el control de la erosión y la restauración progresiva constituyen medidas relevantes para reducir la pérdida de este recurso durante la ejecución del proyecto.

En conclusión, de acuerdo con la cartografía edafológica del INEGI, el área del Banco de Yeso Ukum se encuentra dentro de una asociación de suelos con predominio de Phaeozem réndzico y epiléptico, acompañada de Luvisol epiléptico y crómico, de textura fina y con una limitante superficial gravosa. Estas características proporcionan el marco edafológico regional para planificar la preparación del sitio, el manejo del material de despalme y la rehabilitación de las superficies intervenidas.

CONSULTA PÚBLICA

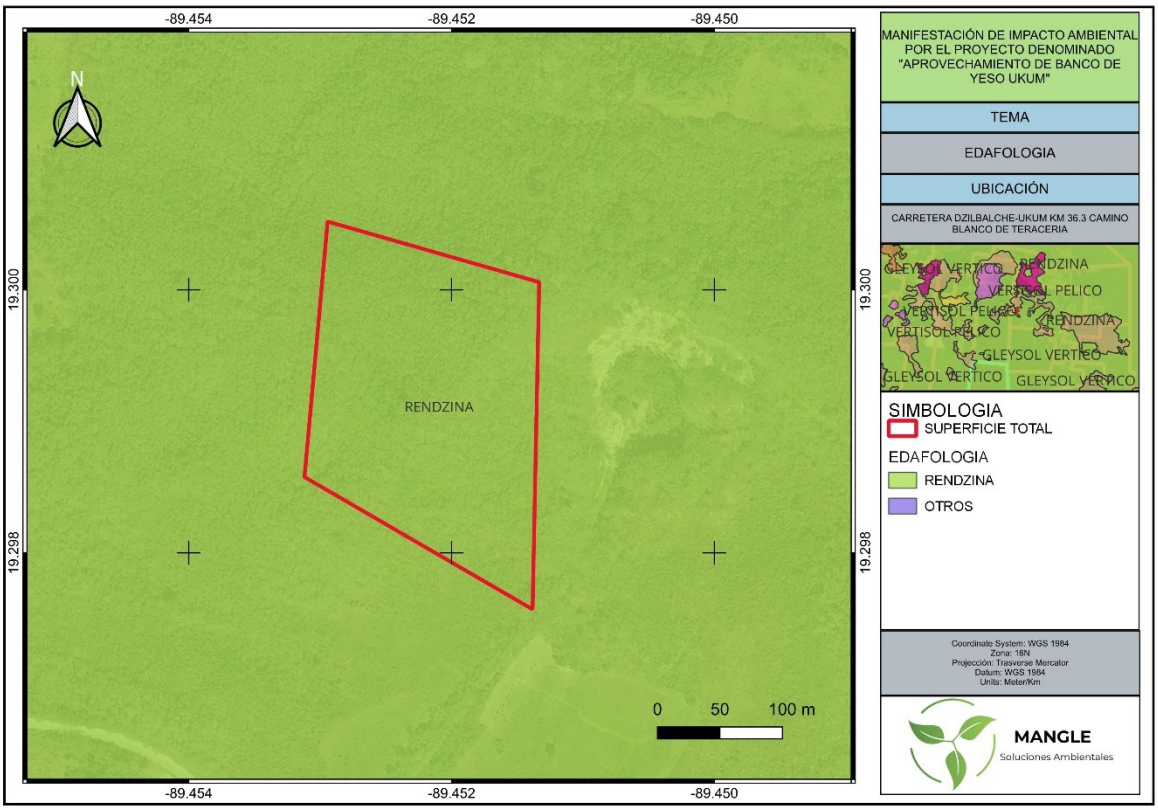


Fig. 25. Edafología en el sitio del proyecto

d. Geohidrología e hidrología superficial y subterránea.

Hidrología superficial (Región, cuenca y subcuenca hidrológica)

De acuerdo con la clasificación hidrográfica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el área del proyecto Banco de Yeso Ukum se encuentra dentro de la Región Hidrológica RH31, denominada Yucatán Oeste (Campeche); pertenece a la cuenca RH31A, denominada Cuencas Cerradas, y a la subcuenca RH31Aa, identificada como río Noahabín. La información de la Red Hidrográfica escala 1:50 000 del INEGI reconoce expresamente la subcuenca RH31Aa dentro de la cuenca Cuencas Cerradas del estado de Campeche.

La condición de cuencas cerradas indica que el drenaje superficial regional presenta áreas de captación y depresiones interiores que no necesariamente cuentan con una salida fluvial superficial directa hacia el mar. En este contexto, parte de la precipitación puede incorporarse al escurrimiento superficial, concentrarse temporalmente en las zonas topográficamente bajas o infiltrarse hacia el subsuelo, dependiendo de las condiciones del terreno.

Para caracterizar el comportamiento hidrológico regional, se analizaron los parámetros morfométricos de la subcuenca a partir de información vectorial del INEGI y de un Modelo Digital de Elevación (DEM) con resolución espacial de 30 m.

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 35. Parámetros morfométricos de la subcuenca RH31Aa, Río Noahabin.

Parámetro morfométrico	Resultado
Área de la subcuenca	1,154.14 km²
Perímetro	212.87 km
Longitud aproximada de la red de cauces naturales utilizada para el cálculo	792.56 km
Densidad de drenaje	0.687 km/km²
Coeficiente de compacidad	1.75
Longitud promedio de flujo superficial	728.11 m
Elevación máxima de la subcuenca	301 m s. n. m.
Elevación mínima de la subcuenca	101 m s. n. m.
Pendiente media de la subcuenca	4.15 %
Elevación máxima de la trayectoria hidrográfica principal	259 m s. n. m.
Elevación mínima de la trayectoria hidrográfica principal	104 m s. n. m.
Longitud de la trayectoria hidrográfica principal	70.304 km
Pendiente de la trayectoria hidrográfica principal	0.22 %
Sinuosidad de la trayectoria hidrográfica principal	1.43

Fuente: elaboración propia con base en la información vectorial del INEGI y el Modelo Digital de Elevación con resolución espacial de 30 m, mediante análisis morfométrico en un sistema de información geográfica.

Los parámetros indican que la subcuenca presenta un relieve con elevaciones que varían entre 101 y 301 m s. n. m., mientras que la trayectoria hidrográfica principal tiene un pendiente promedio calculada de 0.22 %. Está pendiente relativamente baja corresponde al desnivel existente a lo largo de su recorrido cartográfico, por lo que no debe confundirse con la pendiente media de toda la subcuenca.

La densidad de drenaje de 0.687 km/km² se calculó considerando aproximadamente 792.56 km de cauces naturales dentro de la superficie de la subcuenca. Este indicador representa la longitud de la red de drenaje por unidad de superficie y contribuye a caracterizar la distribución espacial del drenaje superficial regional.

CONSULTA PÚBLICA

Por otra parte, la trayectoria hidrográfica de mayor longitud alcanza aproximadamente 70.30 km. De este recorrido, 48.85 km corresponden a cauces naturales, 21.22 km a canales y 0.23 km a tramos virtuales asociados con la continuidad de la red cartográfica. Es importante precisar que esta longitud representa la ruta conectada más extensa identificada en la red hidrográfica y no un cauce natural continuo de 70.30 km.

En términos del sistema ambiental, la trayectoria hidrográfica principal se dirige hacia el norte-noreste y termina en una zona de drenaje interior. Sin embargo, el análisis del DEM del polígono del proyecto muestra una tendencia topográfica descendente hacia el suroeste, con un azimut aproximado de 218°.

El escurrimiento superficial corresponde a la fracción de la precipitación que circula sobre el terreno y se concentra temporalmente en depresiones, canales o cauces naturales. Su magnitud depende de factores como la intensidad de las lluvias, la pendiente, las características del suelo, la cobertura vegetal y la capacidad de infiltración de los materiales geológicos. En el área de estudio, la combinación de las condiciones climáticas cálidas subhúmedas, el relieve regional y la naturaleza geológica del terreno influye en la distribución del agua durante la temporada de lluvias.

La presencia de materiales calcáreos en la región favorece, bajo determinadas condiciones, la infiltración del agua hacia el subsuelo. No obstante, la infiltración efectiva puede variar considerablemente dependiendo de la continuidad de las capas superficiales, el grado de fracturamiento, el desarrollo de cavidades y las características edáficas locales.

A escala del polígono del Banco de Yeso Ukum, el análisis topográfico indica una tendencia general del terreno hacia el suroeste. Esta condición deberá considerarse durante la preparación del sitio y la operación del banco para reconocer las zonas potencialmente receptoras de escurrimientos.

De acuerdo con la información proporcionada para el proyecto, **dentro del polígono no se identifican cuerpos de agua superficiales que pudieran resultar afectados directamente por las actividades de extracción**. Sin embargo, esta condición debe distinguirse del contexto de la subcuenca, en el cual existe una red hidrográfica cartografiada. Por ello, la ausencia de cuerpos de agua dentro del predio no significa que no existan corrientes o zonas de drenaje en otros sectores de la subcuenca.

CONSULTA PÚBLICA

Con base en la información disponible del predio, no se identifican ríos, arroyos, lagunas, lagos, presas u otros cuerpos de agua superficiales dentro del polígono destinado a la extracción del yeso. Por consiguiente, no se contempla el aprovechamiento directo de agua superficial ni la ejecución de obras de captación, derivación o descarga hacia cuerpos de agua naturales como parte de las actividades descritas.

Las principales consideraciones hidrológicas para el proyecto se relacionan con el comportamiento de la precipitación sobre las superficies intervenidas y con el control de los escurrimientos generados durante la preparación del sitio y la explotación. La remoción de la cubierta vegetal y de la capa superficial del suelo puede modificar temporalmente la infiltración, la rugosidad superficial y la distribución de los escurrimientos. Asimismo, las excavaciones pueden constituir depresiones artificiales donde se acumule agua durante episodios de lluvia intensa.

Por ello, se tomarán las siguientes medidas preventivas:

- Organizar la extracción de manera progresiva, evitando mantener superficies innecesariamente extensas desprovistas de cobertura.
- Conservar condiciones adecuadas para el manejo de las aguas pluviales y evitar que se formen escurrimientos erosivos sobre las superficies intervenidas.
- Inspeccionar las excavaciones después de lluvias intensas para identificar acumulaciones de agua o problemas de estabilidad.
- Evitar que los combustibles, aceites, lubricantes o residuos derivados de la maquinaria entren en contacto con las aguas pluviales y puedan infiltrarse al subsuelo.

Estas medidas tienen como finalidad reducir la erosión superficial, controlar los escurrimientos generados en las áreas de trabajo y prevenir posibles afectaciones indirectas a los recursos hídricos.

CONSULTA PÚBLICA

Hidrología subterránea y geohidrología (Localización y extensión del acuífero)

El área del Banco de Yeso Ukum se encuentra dentro del **acuífero Península de Yucatán, identificado con la clave 3105**.

De acuerdo con el estudio técnico de CONAGUA, el acuífero comprende una superficie regional de aproximadamente 124,409 km² y abarca la totalidad del estado de Yucatán, la mayor parte de Campeche y Quintana Roo, con exclusión de determinadas áreas correspondientes a otros acuíferos. El municipio de Hopelchén forma parte de esta unidad hidrogeológica. El acuífero constituye una fuente importante de abastecimiento de agua para los usos público urbano, agrícola, industrial, pecuario y doméstico de la región.

Desde el punto de vista hidrogeológico, CONAGUA lo caracteriza como un acuífero de tipo libre, heterogéneo y anisótropo, constituido principalmente por calizas que presentan permeabilidad secundaria asociada con el fracturamiento. Esto significa que la circulación del agua no depende únicamente de la porosidad original de la roca, sino también de la presencia, continuidad y apertura de fracturas y otras discontinuidades.

En consecuencia, el acuífero no debe interpretarse como una unidad homogénea en toda su extensión. Las propiedades hidráulicas pueden variar considerablemente entre diferentes sectores, dependiendo de la geología, el fracturamiento y los procesos de disolución de los materiales carbonatados.

Con base en la cartografía geológica del INEGI previamente identificada para el proyecto, el área del Banco de Yeso Ukum se encuentra sobre la unidad sedimentaria TpaCz-Y, asociada con la Formación Icaiché, que comprende calizas y depósitos de yeso. Esta composición geológica es relevante para comprender el comportamiento del agua subterránea, debido a que tanto las rocas carbonatadas como el yeso presentan procesos de disolución bajo determinadas condiciones hidroquímicas.

En las rocas calizas, la circulación del agua puede desarrollarse mediante fracturas, fisuras y conductos de disolución que generan una porosidad secundaria. Como consecuencia, la capacidad de infiltración y la velocidad de circulación pueden variar significativamente entre sectores, incluso cuando superficialmente se observan materiales similares.

CONSULTA PÚBLICA

El estudio hidrogeológico de CONAGUA señala que las calizas que constituyen el acuífero Península de Yucatán presentan espesores que van desde decenas de metros en las zonas costeras hasta cientos de metros hacia el interior del continente. También identifica variaciones importantes en sus propiedades hidráulicas, relacionadas con la heterogeneidad del medio geológico.

En el área de estudio, el proyecto contempla actividades de extracción de yeso a cielo abierto, con profundidades aproximadas de entre 1 y 3 m. Asimismo, se ha considerado el retiro de una capa superficial de despalme de aproximadamente 20 a 30 cm.

Por lo tanto, la secuencia general de materiales que deberá considerarse en la caracterización del subsuelo comprende:

1. **Suelo superficial:** capa edáfica que será retirada durante la preparación del sitio y que deberá conservarse para su utilización en las actividades de restauración.

2. **Depósitos minerales y materiales asociados:** yeso y posibles intercalaciones de materiales calcáreos, arcillosos u otros componentes sedimentarios, cuya distribución deberá verificarse durante la explotación.

3. **Materiales carbonatados del subsuelo:** secuencia geológica regional asociada con la Formación Icaiché y con las unidades calcáreas que forman parte del sistema hidrogeológico de la península.

Esta descripción constituye un modelo conceptual regional. No sustituye un perfil estratigráfico obtenido mediante perforaciones, sondeos o registros directos del subsuelo del predio. En cuanto a la infiltración, las características geológicas regionales indican que una parte de la precipitación puede incorporarse al acuífero mediante infiltración vertical y circulación a través de las fracturas de las rocas, mientras que otra parte puede circular lateralmente como flujo subterráneo. De acuerdo con el estudio de actualización de la disponibilidad del acuífero Península de Yucatán elaborado por CONAGUA, la configuración de profundidad al nivel estático correspondiente a 2019 presentaba valores regionales de entre 2 y 100 m.

El documento señala que las profundidades mayores, de aproximadamente **40 a 100 m**, se registraron en el sector comprendido entre las localidades de San Francisco Suc Tuc y Hopelchén. Este intervalo constituye una referencia regional para el análisis del área de estudio, pero no representa una medición directa del nivel freático dentro del polígono del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Considerando que las excavaciones proyectadas alcanzarán profundidades aproximadas de 1 a 3 m, estos antecedentes sugieren que las actividades previstas podrían desarrollarse por encima del nivel estático regional reportado.

Para establecer la profundidad real del nivel freático en el sitio sería necesario contar con información de un pozo cercano cuya localización, profundidad y nivel estático estén documentados, o realizar una investigación hidrogeológica específica. Sin embargo, en las áreas colindantes no existen pozos que pudieran ser analizados para saber la profundidad real. En cuanto a la dirección del flujo, CONAGUA identifica una tendencia regional desde las porciones interiores del acuífero hacia la costa, con variaciones determinadas por la configuración de los niveles piezométricos. Esta dirección regional no debe confundirse con la orientación del escurrimiento superficial identificada en el DEM del proyecto. El flujo subterráneo depende del gradiente hidráulico y de las propiedades del subsuelo, mientras que el escurrimiento superficial está condicionado principalmente por la topografía y las condiciones de la superficie.

La recarga del acuífero Península de Yucatán se encuentra relacionada principalmente con la infiltración de la precipitación y con el flujo subterráneo procedente de otras áreas. En los sectores donde existen condiciones favorables, las fracturas y los conductos de disolución de las rocas carbonatadas facilitan el movimiento del agua hacia las zonas saturadas. Para el balance administrativo del acuífero, CONAGUA utiliza los componentes de recarga media anual, descarga natural comprometida y volumen de extracción de aguas subterráneas para determinar la disponibilidad media anual del recurso. La siguiente tabla presenta los valores publicados para el acuífero Península de Yucatán, clave 3105.

Tabla 36. disponibilidad de agua subterránea del acuífero Península de Yucatán.

Parámetro	Volumen anual
Recarga media anual	14,931.800 hm³/año
Descarga natural comprometida	7,686.800 hm³/año
Volumen de extracción utilizado para el balance de disponibilidad	5,185.365 hm³/año
Disponibilidad media anual	2,059.635 hm³/año

Fuente: CONAGUA, Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Península de Yucatán, y acuerdo de actualización de la disponibilidad media anual de agua subterránea publicado en el Diario Oficial de la Federación.

Los valores corresponden al acuífero completo y no al aprovechamiento de agua de una localidad o predio específico.

CONSULTA PÚBLICA

Estos datos permiten contextualizar la magnitud regional de la recarga, la descarga natural y la extracción de agua subterránea. Sin embargo, no deben interpretarse como volúmenes disponibles para el Banco de Yeso Ukum, ni permiten establecer por sí solos la disponibilidad local de agua en el entorno inmediato del proyecto.

En relación con los usos actuales, el estudio técnico de CONAGUA muestra que el agua del acuífero se destina a diferentes actividades productivas y de abastecimiento. Para el volumen concesionado contabilizado al 30 de diciembre de 2022, se reportan aproximadamente 1,911.6 hm³/año destinados al uso agrícola y 650.3 hm³/año al uso público urbano, además de volúmenes asignados a servicios, industria, uso pecuario y otras actividades.

Respecto de los aprovechamientos de la localidad de Ukum, el Periódico Oficial del Estado de Campeche documenta en 2025 una obra de rehabilitación de un pozo profundo para abastecimiento de agua potable. Este antecedente confirma la existencia de infraestructura local de aprovechamiento de agua subterránea; sin embargo, el registro consultado no proporciona coordenadas precisas, profundidad del pozo, niveles estático y dinámico ni volumen extraído. Por ello, no es posible determinar su distancia exacta al polígono del Banco de Yeso Ukum a partir de esa publicación.

La caracterización hidrológica y geohidrológica permite identificar dos aspectos relevantes para el proyecto. En primer lugar, el área se encuentra dentro de una subcuenca clasificada como Cuencas Cerradas, en la cual el escurrimiento superficial regional puede dirigirse hacia depresiones y zonas de drenaje interiores. Sin embargo, de acuerdo con la información disponible, dentro del polígono de extracción no se identifican cuerpos de agua superficiales susceptibles de afectación directa.

En segundo lugar, el proyecto se localiza sobre el sistema acuífero Península de Yucatán, constituido principalmente por rocas carbonatadas con permeabilidad secundaria. Aunque los antecedentes regionales de CONAGUA indican que en el sector de Hopelchén el nivel estático puede encontrarse a profundidades considerables, estos valores no sustituyen las mediciones correspondientes al predio.

CONSULTA PÚBLICA

En consecuencia, las medidas de manejo deberán concentrarse en el control de los escurrimientos pluviales, la conservación del suelo superficial, la prevención de derrames y la correcta disposición de los residuos generados durante la operación. La evaluación de los posibles efectos sobre el agua subterránea deberá mantenerse vinculada a las características reales de las excavaciones, la profundidad del material aprovechable y las condiciones geológicas observadas durante el desarrollo del proyecto.

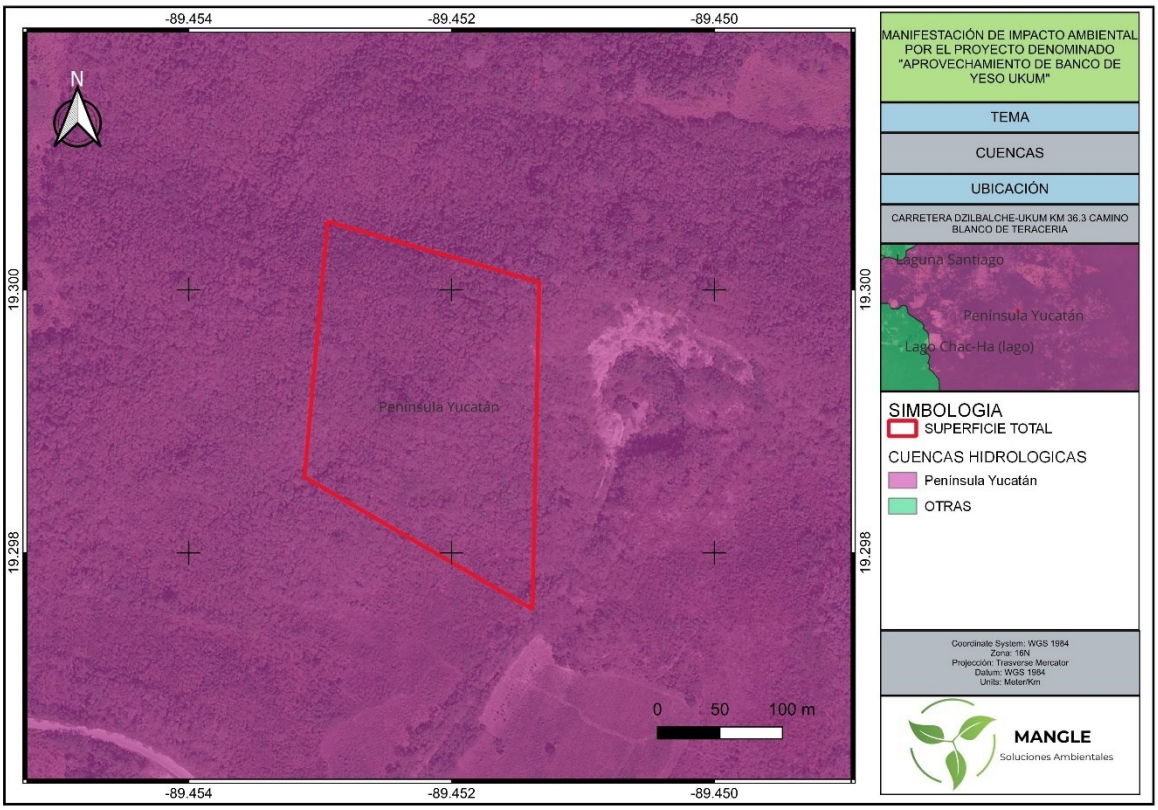


Fig. 26. Cuenca hidrología referenciada al proyecto

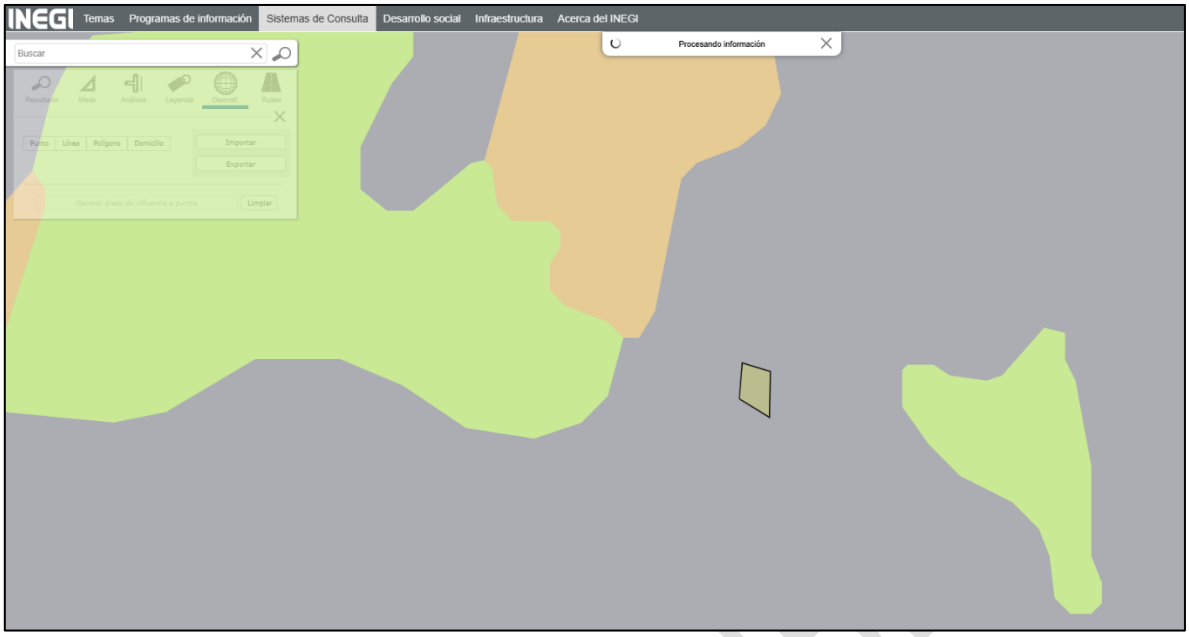




Fig. 27. Ubicación del proyecto con respecto al coeficiente de escurrimiento

IV.3.6. Aspectos bióticos

a. Vegetación.

Análisis histórico del uso del suelo y la vegetación mediante las Series IV, V, VI y VII del INEGI

Con la finalidad de conocer los cambios en la cobertura vegetal y el uso del suelo registrados en el área del proyecto Banco de Yeso Ukum, ubicado en el municipio de Hopelchén, Campeche, se realizó una comparación de la cartografía de Uso del Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), correspondiente a las Series IV, V, VI y VII, mediante la superposición del polígono del proyecto sobre las unidades cartográficas de cada serie.

La cartografía de Uso del Suelo y Vegetación del INEGI constituye una herramienta para analizar la distribución histórica de la vegetación natural e inducida, las áreas agrícolas y los principales usos del suelo en el territorio nacional. Sus diferentes series permiten realizar comparaciones temporales de las coberturas terrestres e identificar cambios en la representación cartográfica de las comunidades vegetales y las actividades productivas.

De acuerdo con la información cartográfica consultada para el área del proyecto, se identificaron diferencias entre las clases de uso del suelo y vegetación asignadas al polígono en las distintas series, como se presenta a continuación.

Tabla 37. Evolución cartográfica del uso del suelo y la vegetación en el sitio del proyecto

Serie cartográfica del INEGI	Edición o referencia temporal utilizada	Uso del suelo y vegetación identificado en el polígono	Interpretación
Serie IV	2010	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	El polígono completo se encuentra representado como una superficie con vegetación secundaria arbustiva asociada a selva mediana subcaducifolia.
Serie V	2013	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia	Se mantiene la misma clasificación cartográfica de la serie anterior para la totalidad del polígono.
Serie VI	2017	Agricultura de temporal anual	El polígono completo aparece clasificado como superficie agrícola de

CONSULTA PÚBLICA

Serie cartográfica del INEGI	Edición o referencia temporal utilizada	Uso del suelo y vegetación identificado en el polígono	Interpretación
			temporal anual, lo que representa un cambio en el uso del suelo registrado por la cartografía.
Serie VII	2018	Pastizal cultivado y vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	El polígono presenta dos clases cartográficas, correspondientes a usos agropecuarios y vegetación secundaria arbórea, respectivamente.

La comparación de las cuatro series permite identificar tres momentos en la representación cartográfica del área de estudio.

Primer periodo: Series IV y V.

En ambas series, el polígono completo del proyecto se encuentra clasificado como vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia. Esta clasificación indica que, en la cartografía consultada, el área se representaba como una comunidad secundaria con predominio de elementos arbustivos vinculada a ese tipo de selva. La coincidencia entre ambas series muestra que se mantuvo la misma categoría cartográfica durante los periodos representados. Sin embargo, por sí sola, esta coincidencia no demuestra que la composición, la densidad o la estructura de la vegetación permanecieran sin cambios entre ambas fechas.

CONSULTA PÚBLICA

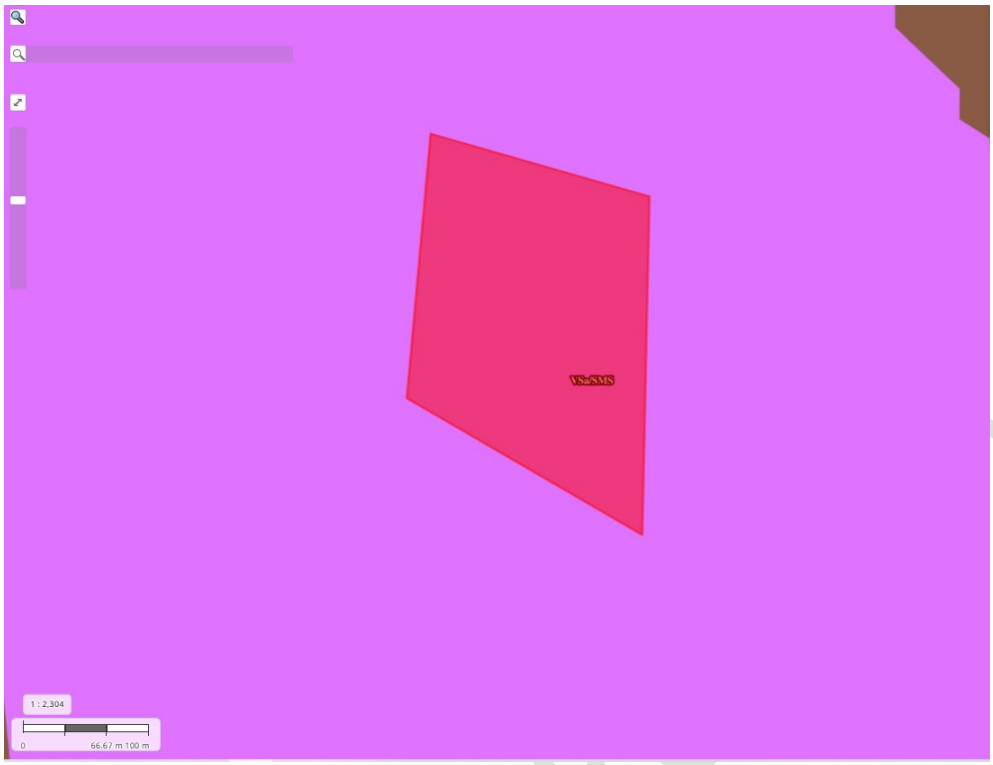


Fig. 28. Uso de suelo y vegetación en las series IV y V conforme al SIGEIA

Segundo periodo: Serie VI.

En la Serie VI, la totalidad del polígono aparece clasificada como agricultura de temporal anual. Esta representación constituye un cambio respecto de las series anteriores, en las que el área se encontraba clasificada como vegetación secundaria arbustiva. Desde el punto de vista de la interpretación territorial, este cambio es compatible con una posible transformación de la cobertura vegetal hacia un uso agrícola. No obstante, la cartografía por sí sola no permite determinar cuándo ocurrió esa transformación, cuál fue su causa ni si la totalidad del polígono tuvo efectivamente un uso agrícola continuo durante todo el periodo.

CONSULTA P

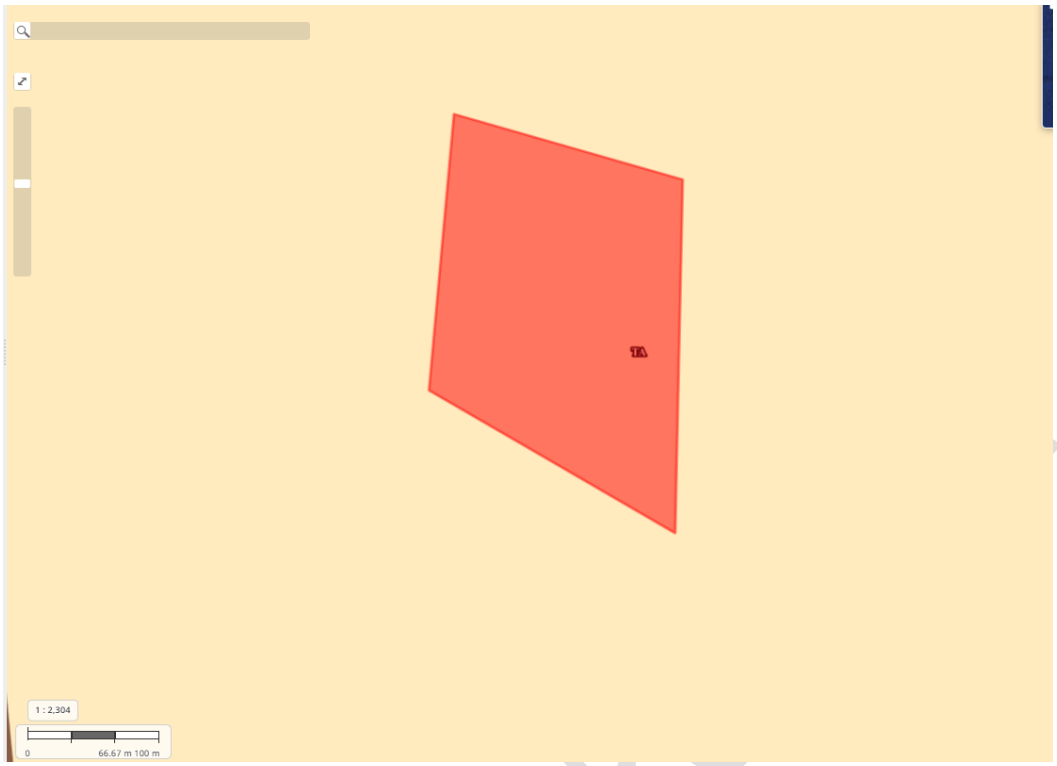


Fig. 29. Uso de suelo y vegetación de la Serie VI. Agricultura temporal anual conforme al SIGEIA

Tercer periodo: Serie VII.

En la Serie VII se identifica una representación diferenciada del polígono, con presencia de pastizal cultivado y vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.

Esta clasificación indica que la cartografía más reciente utilizada para el proyecto distingue dos coberturas con características ecológicas y usos diferentes. Por una parte, el pastizal cultivado corresponde a una cobertura herbácea asociada con el uso pecuario; por otra, la vegetación secundaria arbórea representa una comunidad con predominio de elementos leñosos en proceso de regeneración o transformación.

La diferenciación coincide con la caracterización que hemos manejado para las áreas operativas del proyecto: vegetación herbácea en la Etapa 1 y vegetación secundaria arbórea en la Etapa 2.

No obstante, para confirmar plenamente esta correspondencia, debemos verificar que los límites de ambas unidades cartográficas coincidan con los polígonos de las etapas de extracción y con la superficie identificada como área de amortiguamiento.

CONSULTA P

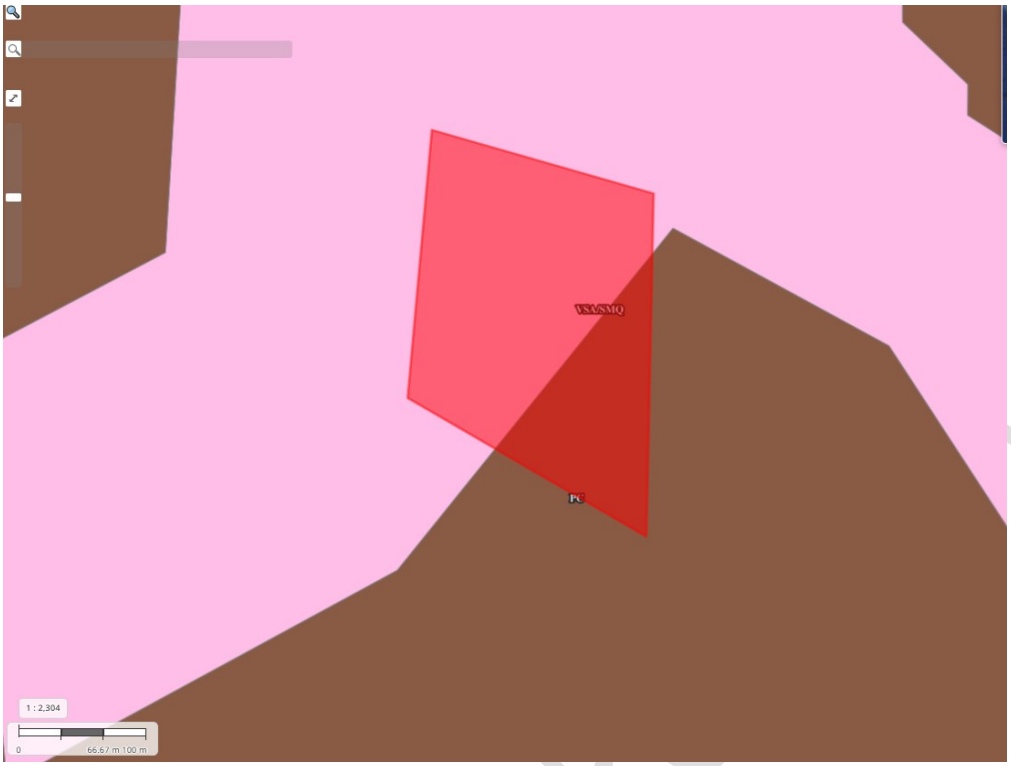


Fig. 30. Uso de suelo y vegetación Serie VII Pastizal cultivado y VSA/SMQ conforme al SIGEIA

Los resultados de la comparación histórica proporcionan un contexto para interpretar la composición florística registrada en las dos etapas del Banco de Yeso Ukum. En la Etapa 1, la presencia de vegetación predominantemente herbácea resulta congruente con la clasificación de pastizal cultivado identificada en la Serie VII. La memoria de cálculo florístico correspondiente a esta etapa registra 59 taxones herbáceos, principalmente gramíneas y otras especies propias de ambientes abiertos.

En la Etapa 2, la presencia de estratos arbóreo y arbustivo resulta congruente con la clasificación de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia consignada para esa parte del predio. El inventario correspondiente incluye especies como *Bursera simaruba*, *Guazuma ulmifolia*, *Metopium browneii* y *Piscidia piscipula*, entre otras. Esta correspondencia entre cartografía e inventario permite diferenciar las condiciones actuales de las dos superficies y constituye una base para evaluar los posibles efectos de la extracción de yeso sobre cada tipo de cobertura.

Es importante señalar que la cartografía del INEGI y los inventarios de campo representan fuentes de información complementarias: la primera permite reconocer las clases de uso del suelo y vegetación a escala regional, mientras que los segundos aportan información sobre las especies registradas dentro de los sitios muestreados.

La identificación de cambios cartográficos en el uso del suelo y la vegetación resulta relevante para establecer la situación preoperativa del proyecto y distinguir las coberturas que podrían verse afectadas por las actividades de preparación del sitio y extracción.

La clasificación histórica del polígono como vegetación secundaria arbustiva y, posteriormente, como agricultura de temporal anual, junto con la representación más reciente de pastizal cultivado y vegetación secundaria arbórea, evidencia que la interpretación cartográfica de la superficie ha variado entre las series analizadas. Este antecedente debe considerarse en la evaluación de los impactos ambientales, particularmente en lo referente a la remoción de vegetación, la modificación de la cobertura del suelo y la recuperación de las áreas intervenidas.

En este sentido, la comparación de las Series IV, V, VI y VII se incorpora como un antecedente de la dinámica territorial del predio y como complemento de los inventarios florísticos disponibles.

CONSULTA PÚBLICA

1. Tipos de vegetación presentes en el área del proyecto y su distribución

La caracterización de la vegetación del proyecto Banco de Yeso Ukum, ubicado en el municipio de Hopelchén, Campeche, se desarrolló considerando la clasificación de Uso del Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), así como los registros florísticos correspondientes a las áreas previstas para las diferentes etapas de extracción del material. De acuerdo con la información cartográfica y los antecedentes del proyecto, en el área de estudio se identifican dos condiciones principales de cobertura vegetal: pastizal cultivado con predominio de vegetación herbácea en la primera etapa y vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia en la segunda etapa.

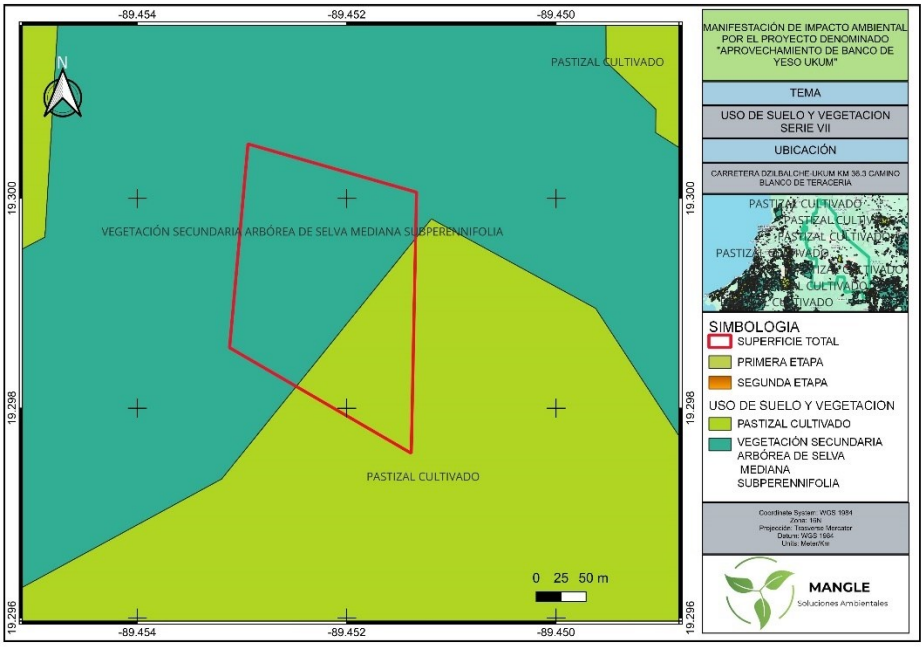


Fig. 31. Uso de suelo y vegetación de acuerdo con la Serie VII

La identificación de estas coberturas es congruente con la diversidad de usos del suelo y tipos de vegetación registrados en el municipio de Hopelchén, donde existen superficies de pastizal cultivado y extensiones de vegetación secundaria derivada de selvas medianas, entre otras comunidades vegetales.

Para interpretar los resultados del inventario, es importante distinguir entre la categoría cartográfica asignada por el INEGI y la composición florística documentada en campo. La cartografía representa las condiciones generales de cobertura a la escala de trabajo, mientras que el inventario permite reconocer las especies presentes en los sitios muestreados.

1.1. Distribución de la vegetación por etapa del proyecto

El predio del Banco de Yeso Ukum comprende una superficie aproximada de 44,105.11 m², equivalente a 4.4105 hectáreas. La distribución de las áreas consideradas en el proyecto se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 38. Distribución de las superficies del proyecto y caracterización preliminar de la vegetación

Área del proyecto	Superficie (m²)	Superficie (ha)	Porcentaje	Caracterización de la vegetación
Etapa 1	10,467.01	1.0467	23.73 %	Pastizal cultivado, con predominio de vegetación herbácea según los antecedentes del proyecto y el inventario florístico.
Etapa 2	21,339.64	2.1340	48.38 %	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, con estratos arbóreo y arbustivo registrados en el inventario.
Área de amortiguamiento	12,298.45	1.2298	27.88 %	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, con estratos arbóreo y arbustivo registrados en el inventario.
Total	**44,105.11**	**4.4105**	**100.00 %**	**Superficie total**

Fuente: elaboración propia con base en la información del proyecto y las memorias de cálculo florístico de las etapas 1 y 2.

La distribución anterior muestra que las dos etapas de extracción representan conjuntamente el 72.11% de la superficie del predio, mientras que el 27.88% restante corresponde al área identificada como amortiguamiento.

Esta distribución es relevante para la evaluación ambiental, ya que permite distinguir las superficies destinadas a la extracción de aquellas que deberán mantenerse fuera de la intervención directa, de acuerdo con el diseño definitivo del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

2. Descripción de las formaciones vegetales

2.1. Etapa 1: pastizal cultivado y vegetación herbácea

De acuerdo con la clasificación de uso del suelo y vegetación empleada para el proyecto, la Etapa 1 corresponde a una superficie de pastizal cultivado de 10,467.01 m², equivalente al 23.73 % de la superficie total del predio. El inventario florístico de esta etapa registra **59 taxones de plantas herbáceas**, entre los que predominan gramíneas y otras especies propias de ambientes abiertos. La composición registrada es congruente con una cobertura de pastizal, en la que el componente vegetal está representado principalmente por especies de porte bajo y por plantas que se desarrollan bajo condiciones de exposición solar.

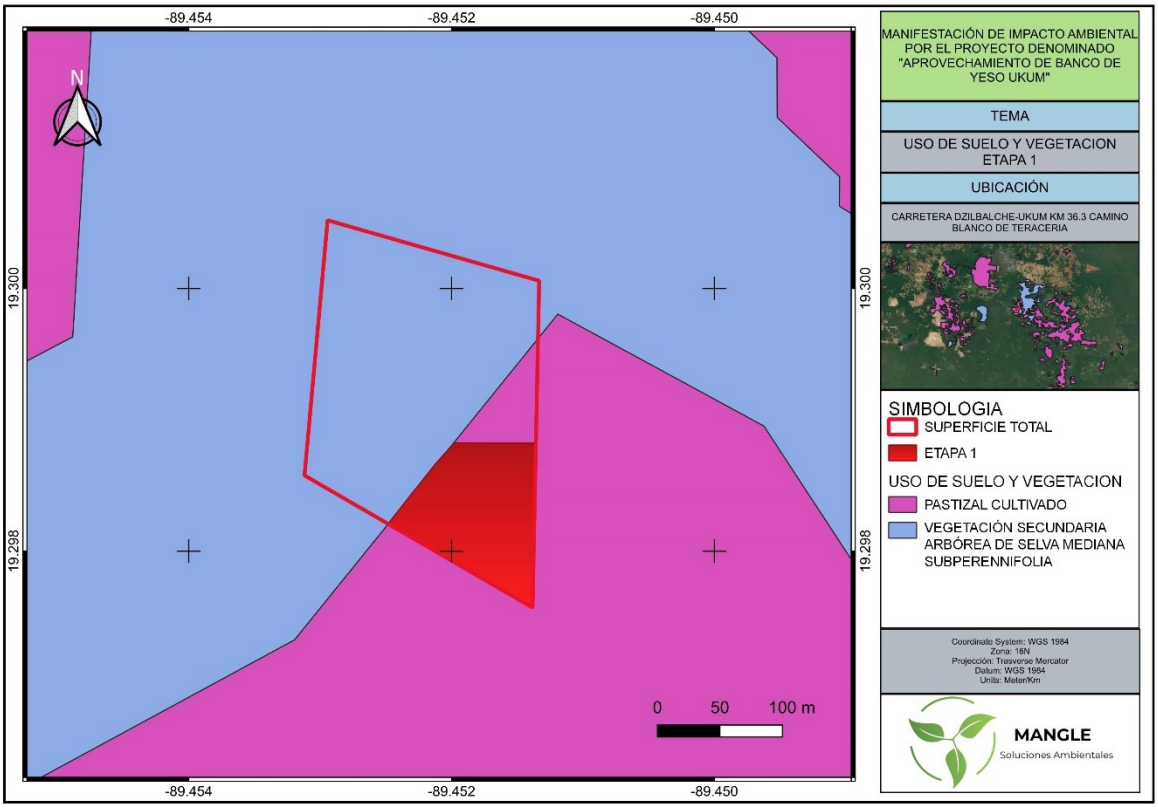


Fig. 32. Uso de suelo y vegetación en la Etapa 1 del proyecto, la cual corresponde a Pastizal cultivado

Tabla 39. Listado florístico de la Etapa 1

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO	NOM-059-SEMARNAT-2010
Abutilon trisulcatum (Jacq.) Urban		Hierba	
Acalipha sp.		Hierba	
Ageratum gaumeri B.L. Rob.		Hierba	
Andropogon glomeratus (Walter) Britton sterns & Poggeno	zacate	Hierba	
Anemia adiantifolia (L.) Sw.	Helecho	Hierba	
Anoda cristata (L.)		Hierba	
Aphelandra scabra (Vahl) Sm.		Hierba	
Artemisa vulgaris L.	altanisa	Hierba	
Asclepias curassavica L.		Hierba	
Bidens alba (L.) Dc. var. *alba*		Hierba	
Bidens pilosa L. var. *minor* (Blume) Sherff		Hierba	
Blechum pyramidatum Lam.) Urban		Hierba	
Bothriochloa pertusa (L.) A. Camus	zacate, suuc	Hierba	
Bouteloua repens (Kunth) Scribn.	suuc	Hierba	
Bouteloua triaena (Trin. ex Spreng.) Scribn.	zacate	Hierba	
Brachiaria brizantha (Hochst. Ex A. Rich.) Stapf.	brizantha	Hierba	
Cenchrus brownii Roem. & Schult.	zacate, pasto	Hierba	
Chamaecrista glandulosa (L.)	waranchin	Hierba	
Chloris ciliata Sw.	pasto	Hierba	
Chloris inflata Link	pasto, zacate	Hierba	
Chromolaena odorata (L.) R.M. King.		Hierba	
Commelina communis L.		Hierba	
Corchorus siliquosus L.	chi' chi' bej	Hierba	
Croton flavens L.	eek' baalam	Hierba	
Cyanthillium cinereum (L.) H. Rob.		Hierba	
Dactyloctenium aegyptium (L.) Willd.	zacate	Hierba	
Desmodium procumbens (Mill.) Hitche var. *procumbens*		Hierba	
Dygitaria horizontalis Willd.		Hierba	
Euphorbia cyatophora Murr.		Hierba	
Euphorbia maculata L.		Hierba	
Eustachyus petraea (Sw.) & Smith.		Hierba	
Gossypium hirsutum L.	Algodón	Hierba	
Heliotropium angiospermum Murray		Hierba	
Hyparrhenia rufa (Nees) Staph	Jaraguá	Hierba	

CONSULTA PÚBLICA

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	ESTRATO	NOM-059-SEMARNAT-2010
Hyptis suaveolens (L.) Port.	xolte-nuk	Hierba	
Imperata brasiliensis Trin.		Hierba	
Justicia carthaginensis Jacq.		Hierba	
Lantana camara L.	xteh	Hierba	
Ludwigia octovalvis (Jacq.) P.H. Raven		Hierba	
Melanthera nivea (L.) Small	xsajun	Hierba	
Melampodium divaricatum (Rich.) Dc.		Hierba	
Melinis repens (Willd.) Ziska	zacate	Hierba	
Mentzelia aspera L.	pega pega	Hierba	
Panicum maximum Jacq.	guineo	Hierba	
Panicum sp.	zacate	Hierba	
Paspalum millegrana Schrad.		Hierba	
Pennisetum setosum L.		Hierba	
Priva lappulacea (L.) Pers	pega pega	Hierba	
Sagittaria latifolia Willd.		Hierba	
Sclerocarpus divaricatus Jacq.		Hierba	
Sida acuta Burm. f.	Chichi bej	Hierba	
Stemodia durantifolia (L.) Sw.		Hierba	
Thalia geniculata L.		Hierba	
Tithonia sp.		Hierba	
Tradescantia spathacea Swartz	Maguey morado	Hierba	
Urochloa fusca (Sw.) B.F. Hamsen & Wunderlin	kanchin	Hierba	
Viguiera dentata (Cav.) Spreng. var. *dentata*	tajonal	Hierba	
Walteria indica L.		Hierba	
Zantedeschia sp.		Hierba	

La presencia de estos taxones evidencia que el inventario comprende una comunidad vegetal heterogénea, compuesta por gramíneas y plantas herbáceas de distintas familias botánicas. Desde el punto de vista ecológico, esta cobertura representa un ambiente abierto diferente de una comunidad arbórea cerrada. Su estructura vegetal, por lo tanto, debe describirse a partir de la composición herbácea registrada y no mediante características correspondientes a una selva.

Para los efectos de la evaluación ambiental, la remoción de la vegetación en esta etapa implicaría la pérdida localizada de cobertura herbácea y la modificación temporal de las condiciones superficiales del suelo.

CONSULTA PÚBLICA

No obstante, la magnitud de esta afectación deberá determinarse considerando la superficie que efectivamente se despalmará, la distribución de las especies y las medidas de manejo que se apliquen durante la preparación del sitio y la extracción.

2.2. Etapa 2 y zona de amortiguamiento: vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia

La Etapa 2 comprende una superficie de 21,339.64 m², equivalente al 48.38 % del predio y la zona de amortiguamiento 12,298.45 m^2. De acuerdo con la clasificación cartográfica utilizada en la documentación del proyecto, esta superficie corresponde a vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, identificada con la clave VSA/SMQ.

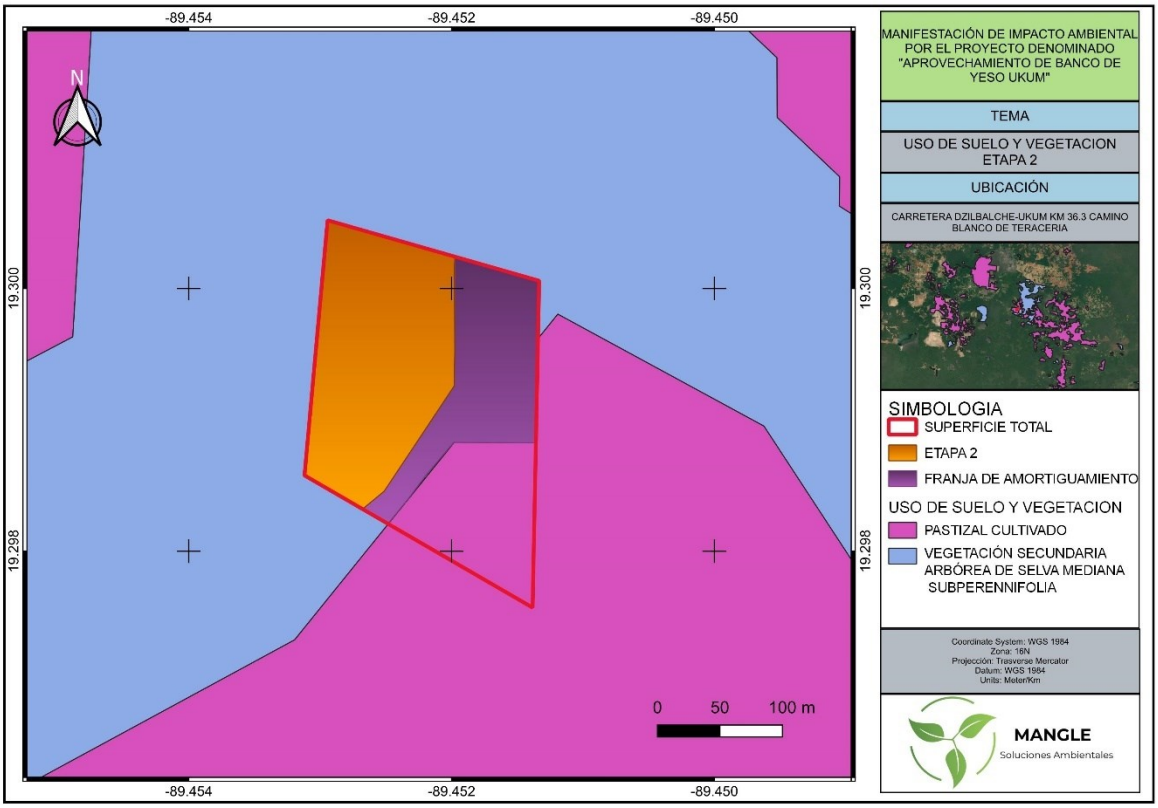


Fig. 33. Uso de suelo y vegetación Serie VII en la Etapa 2 y franja de amortiguamiento

La selva mediana subperennifolia se caracteriza por una estructura vegetal con diferentes estratos y por la pérdida estacional de parte del follaje de sus componentes arbóreos. El INEGI señala que esta comunidad se desarrolla en ambientes cálidos húmedos y subhúmedos y que, en la península de Yucatán, se asocia frecuentemente con materiales geológicos de naturaleza kárstica.

La clasificación como vegetación secundaria indica que la comunidad presenta una composición y estructura relacionadas con procesos de regeneración o transformación de la vegetación precedente. Sin embargo, esta denominación cartográfica no permite determinar por sí sola la edad de la comunidad, su grado de conservación ni su historia de perturbación. Para el área del proyecto, la memoria de cálculo de la Etapa 2 incluye registros de los estratos arbóreo y arbustivo, lo que permite describir la composición florística de la comunidad muestreada.

Estrato arbóreo

El inventario del estrato arbóreo registra **26 especies y 615 individuos** en la base de datos correspondiente a los cuatro sitios de muestreo consignados en la memoria de cálculo. La composición registrada incluye especies arbóreas características de ambientes tropicales y de comunidades secundarias de la península de Yucatán.

Entre ellas destacan el chakah (*Bursera simaruba*), el pixoy (*Guazuma ulmifolia*), el chechén (*Metopium browneii*), el jabín (*Piscidia piscipula*), el yaax nik (*Vitex gaumeri*) y el jobo (*Spondias mombin*).

Estos elementos vegetales contribuyen a la estructura de la comunidad y pueden desempeñar funciones relacionadas con la generación de sombra, la producción de recursos alimenticios para la fauna, la retención superficial del suelo y el mantenimiento de condiciones microambientales. El inventario también contiene especies de importancia regional por sus usos tradicionales o forestales, cuya relevancia específica deberá establecerse a partir de sus características y de los usos documentados para cada taxón.

Estrato arbustivo

La hoja de listado florístico de la Etapa 2 consigna **55 especies arbustivas**, con presencia de leguminosas, especies de porte bajo y medio y otros componentes de la vegetación secundaria.

Entre los taxones registrados destacan *Leucaena leucocephala*, *Cochlospermum vitifolium*, *Bauhinia ungulata*, *Coccoloba spicata*, *Acacia angustissima*, *Caesalpinia yucatanensis*, *Calliandra houstoniana*, *Bourreria pulchra*, *Hampea trilobata* e *Hippocratea excelsa*.

De acuerdo con el inventario, *Leucaena leucocephala* presenta el mayor número de registros en el resumen de abundancia del estrato arbustivo. Su presencia deberá considerarse en la caracterización de la composición florística, pues la dominancia relativa de ciertas especies puede influir en la estructura y la regeneración de la comunidad.

CONSULTA PÚBLICA

El estrato arbustivo representa un componente relevante de la vegetación secundaria porque participa en la cobertura del suelo, proporciona refugio a organismos de menor tamaño y contribuye a la regeneración de la vegetación leñosa. En conjunto, los estratos arbóreo y arbustivo permiten caracterizar la Etapa 2 y zona de amortiguamiento como una superficie con componentes leñosos y una composición florística más compleja que la registrada en el pastizal cultivado de la Etapa 1.

Tabla 40. Listado florístico de la Etapa 2 y zona de amortiguamiento

ESPECIES	NOM. COMUN	FORMA DE VIDA	ESTATUS NOM-059-SEMARNAT-2010
Acacia angustissima (Miller) Kuntze		Arbusto	
Acacia cornigera (L.) Willd	cornezuelo	Arbusto	
Acacia farnesiana (L.) Willd.		Arbusto	
Acacia pennatula (Schltdl. & Cham.) Benth.	chimay	Árbol	
Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart.	kantemo	Árbol	
Albizia tomentosa (Micheli) Standl.	jucheb	Árbol	
Allophylus cominia (L.) Sw.		Arbusto	
Alvaradoa amorphoides Liebm.	Bel sinik che’	Árbol	
Annona reticulata L.	pox	Arbusto	
Bauhinia divaricata L.	pata de vaca	Arbusto	
Bauhinia ungulate L.	Tsuruntok	Arbusto	
Bourreria pulchra (Millsp.) Greenm.	bacalche’	Arbusto	Endémica
Bursera simaruba (L.) Sarg.	chakah	Árbol	
Caesalpinia gaumeri (Britton & Rose) Greenm.		Árbol	
Caesalpinia vesicaria L.	toxob	Árbol	
Caesalpinia yucatanensis Greenm.	takimche’	Arbusto	Endémica
Calliandra houstoniana (Mill.) Standl.		Arbusto	
Carica papaya L.	papaya silvestre	Arbusto	
Cassia fistula L.	Caña fístola	Árbol	
Cecropia peltata L.	guarumbo	Arbusto	
Ceiba schottii Britt. & Baker.	Pochote	Árbol	Endémica
Chloroleucon mangense (Jacq.) Britton & Rose	Verde lucero	Árbol	
Chrysophyllum mexicanum Brandegee in Standl.		Arbusto	
Cnidoscolus souzae McVaugh.		Arbusto	Endémica
Cnidosculos chayamansa (Mill.) I.M. Johnston	Chaya	Arbusto	
Coccoloba spicata Lundell	boob	Arbusto	
Cochlospermum vitifolium (Willd.) Spreng.	chuum	arbusto	
Colubrina arborescens (Mill.) Sarg.		Árbol	
Crescentia cujete L.	wiro	Arbusto	

CONSULTA PÚBLICA

ESPECIES	NOM. COMUN	FORMA DE VIDA	ESTATUS NOM-059-SEMARNAT-2010
Croton reflexifolius Kunth	xperes kux	Arbusto	
Diospyros tetrasperma Sw.	silil	Arbusto	
Diphysa carthagenensis Jacq.		Arbusto	
Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.	pich	Árbol	
Erythrina standleyana Krukoff.		Arbusto	
Eugenia sp.	Sac loob	Arbusto	
Exostema caribaeum (Jacquin) Roemer & Schultes	Sabakche'	Árbol	
Ficus cotinifolia Kunth.	copo	Arbusto	
Forchhammeria trifoliata Radlk.		Arbusto	
Gliricidia sepium (Jacq.) Kunth ex Walp.	sac yab	Árbol	
Guazuma ulmifolia Lam.	pixoy	Árbol	
Gymnopodium floribundum Rolfe	Sai tza	Arbusto	
Hamelia patens Jacq.	x-k'anan	Arbusto	
Hampea trilobata Standl.	majagua	Arbusto	Cuasiendémica
Helicteres baruensis Jacq.	suput	Arbusto	
Hippocratea excelsa Kunth	ocnom	Arbusto	
Jatropha gaumeri Greenm.	Pomolche	Arbusto	Cuasiendémica
Leucaena leucocephala (Lam.)	waxin	Arbusto	
Lonchocarpus rugosus Benth.	kanansin	Árbol	
Lonchocarpus yucatensis Lundell	xuul	Arbusto	Endémica
Luehea speciosa Willd.	k'ascat	Árbol	
Lysiloma latisiliquum (L.) Benth.	colosin, tsalam	Árbol	
Malpighia glabra L.	Siipche'	Arbusto	
Metopium browneii (Jacq.) Urb.	chechen	Árbol	
Mimosa bahamensis Benth.	Sac catzim	Arbusto	
Muntigia calabura L.		Arbusto	
Neomillspaughia emarginata H.G. Blacke	saitza	Arbusto	
Piper amalago L.		Arbusto	
Piscidia piscipula (L.) Sarg.	jabin	Árbol	
Pithecellobium lanceolatum (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Benth.		Arbusto	
Psittacanthus sp.		Arbusto	
Randia longiloba Hemsl.		Arbusto	
Ricinus communis L.	Higuerilla	Arbusto	
Sapindus saponaria L.	Sijun	Arbusto	
Sapranthus campechianus (Kunth) Standl.		Arbusto	
Senna atomaria L.		Árbol	
Senna racemosa (Mill.) H.S. Irwin		Arbusto	
Sideroxylon americanum (Mill.) T.D. Penn.		Arbusto	

CONSULTA PÚBLICA

ESPECIES	NOM. COMUN	FORMA DE VIDA	ESTATUS NOM-059-SEMARNAT-2010
Sideroxylon salicifolium (L.) Lam		Árbol	
Simarouba glauca DC.	Pasaak	Árbol	
Solanum donianum Walp.	kuuch	Arbusto	
Solanum hirtum Vahl		Arbusto	
Spondias mombin L.	Jobo	Árbol	
Spondias sp.	abal ak'	Arbusto	
Swartzia cubensis (Britton & Wills) Standl.		Arbusto	
Tabernaemontana amygdalifolia Jacq.	Udzun peek'	Arbusto	
Thevetia sp.		Arbusto	
Thouinia paucidentata Radlkofer	Kanchunup	Arbusto	Cuasiendémica
Trema micrantha (L.) Blume	sak pixoy	Arbusto	
Trichilia sp.		Arbusto	
Vitex gaumeri Greenm.	Yaax nik	Árbol	
Zuelania guidonia (Sw.) Britton & Millsp.	Volador	Árbol	

3. Composición florística y resultados del inventario

Las memorias de cálculo las cuales contienen información diferenciada por tipo de vegetación y estrato, lo que permite caracterizar la composición florística de las áreas muestreadas. Los resultados se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 41. Resumen de la composición florística registrada en las etapas del proyecto

Etapa	Estrato	Riqueza consignada en el inventario	Abundancia registrada
Etapa 1	Herbáceo	59 taxones	346 registros de abundancia
Etapa 2 y franja de amortiguamiento	Arbóreo	26 especies	615 individuos
Etapa 2 y franja de amortiguamiento	Arbustivo	55 especies en el listado florístico	625 individuos

La abundancia reportada permite describir la composición de los sitios muestreados. Para establecer valores de densidad, cobertura relativa, frecuencia relativa e índices de diversidad, es necesario comprobar que los conteos, las superficies de muestreo y las fórmulas empleadas sean consistentes.

CONSULTA PÚBLICA

4. Especies de relevancia ecológica, cultural o comercial

La composición florística del área de estudio incluye especies que pueden presentar importancia ecológica por su participación en la estructura de la vegetación, así como especies con usos tradicionales o potencial forestal.

Entre las especies arbóreas registradas destacan las siguientes:

Especie	Nombre común	Relevancia en el contexto del proyecto
Bursera simaruba	Chakah	Componente arbóreo de comunidades tropicales; contribuye a la estructura de la vegetación y a la cobertura del terreno.
Guazuma ulmifolia	Pixoy	Especie arbórea asociada con comunidades secundarias, relevante para la estructura vegetal y la disponibilidad de recursos para la fauna.
Metopium browneii	Chechén	Elemento arbóreo nativo de ambientes tropicales
Lysiloma latisiliquum	Tsalam o colosín	Árbol de relevancia regional por su presencia en la vegetación peninsular y sus usos forestales.
Piscidia piscipula	Jabín	Especie arbórea de importancia ecológica y de uso tradicional en la región.
Vitex gaumeri	Yaax nik	Especie característica de la flora peninsular, señalada en estudios regionales entre las plantas endémicas de la península de Yucatán.
Enterolobium cyclocarpum	Pich	Árbol de importancia ecológica y potencial aprovechamiento forestal, cuya presencia se consigna en el listado florístico.
Simarouba glauca	Pasaak	Componente arbóreo registrado en el inventario de la Etapa 2.
Spondias mombin	Jobo	Especie arbórea con relevancia ecológica por su participación en la estructura vegetal y sus recursos alimenticios.

La importancia ecológica de estas especies no implica que todas se encuentren sujetas a un régimen especial de protección. Su relevancia debe distinguirse de la pertenencia a una categoría de riesgo y de la condición de endemismo.

CONSULTA PÚBLICA

Situación preoperativa y posibles afectaciones a la vegetación

La situación preoperativa del proyecto se caracteriza por la presencia de coberturas vegetales diferenciadas entre las dos etapas de extracción. La Etapa 1 corresponde a un área de pastizal cultivado con una composición predominantemente herbácea. La Etapa 2 presenta vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, con presencia de estratos arbóreo y arbustivo.

Estas condiciones implican que los efectos del proyecto sobre la vegetación serán distintos en función de la cobertura presente y de las superficies que se intervengan efectivamente.

La operación del banco puede incrementar temporalmente la presencia de trabajadores, maquinaria y vehículos en las áreas de extracción. Esta actividad puede favorecer la dispersión accidental de especies vegetales no deseadas, alterar la vegetación de los márgenes del área de trabajo y aumentar la posibilidad de afectaciones fuera de las superficies autorizadas.

Para disminuir estos efectos, se delimitará las áreas de intervención, restringiendo la circulación de maquinaria a las zonas de trabajo y evitando la remoción de vegetación fuera de los polígonos previstos.

La presencia de vegetación herbácea y materiales vegetales secos puede incrementar la disponibilidad de combustible durante la temporada de menor precipitación. Por ello, se establecerán medidas preventivas para evitar incendios derivados de las actividades operativas, particularmente en lo referente al uso de maquinaria, control de fuentes de ignición, disposición de residuos y atención de emergencias.

CONSULTA PÚBLICA

b. Fauna

1. Caracterización de la fauna silvestre

La caracterización de la fauna silvestre del proyecto, ubicado en el municipio de Hopelchén, estado de Campeche, se realizó mediante recorridos de campo orientados a identificar las especies de vertebrados presentes en el área de estudio y registrar su abundancia observada durante la campaña de muestreo.

El predio comprende una superficie aproximada de 44,105.11 m², equivalente a 4.4105 hectáreas, donde se proyectan actividades de extracción de yeso a cielo abierto en dos diferentes etapas y de manera paulatina. De acuerdo con la caracterización de la vegetación realizada para el proyecto, el área presenta dos condiciones principales de cobertura: pastizal cultivado con predominio de vegetación herbácea y vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. Asimismo, contempla un área de amortiguamiento que se conservara conforme al diseño del proyecto.

Estas condiciones de cobertura vegetal constituyen un factor relevante para la presencia y distribución de la fauna, ya que la estructura de la vegetación, la disponibilidad de alimento, los refugios y las características del terreno influyen en los sitios utilizados por los organismos para alimentarse, desplazarse y protegerse. Para la caracterización faunística se consideraron cuatro grupos zoológicos: *anfibios, aves, mamíferos y reptiles*. La información se obtuvo mediante observaciones directas, documentación fotográfica y detección auditiva de vocalizaciones de algunas aves. Los resultados se organizaron por especie y número de individuos registrados, utilizando las memorias de campo y el archivo de inventario faunístico del proyecto.

2. Metodología de muestreo

2.1. Periodo y organización del trabajo de campo

El muestreo faunístico se desarrolló del 10 al 17 de octubre de 2026, mediante cuatro transectos establecidos dentro del área de estudio.

Participaron dos especialistas, a quienes se asignaron dos transectos a cada uno. Los recorridos se efectuaron durante el periodo matutino, entre las 05:00 y las 11:00 horas, aprovechando las condiciones de observación para registrar los ejemplares detectados durante los desplazamientos.

CONSULTA PÚBLICA

La organización general del muestreo se resume en la siguiente tabla.

Tabla 42. Características de la campaña de muestreo faunístico

Parámetro	Descripción
Proyecto	Banco de Yeso Ukum
Ubicación	Municipio de Hopelchén, Campeche
Periodo de muestreo	Del 10 al 17 de octubre de 2026
Número de transectos	4
Personal participante	2 especialistas
Distribución del trabajo	2 transectos por especialista
Horario de observación	De 05:00 a 11:00 horas
Métodos de registro	Observación directa, registro fotográfico y detección auditiva de algunas aves
Equipo utilizado	Cámaras fotográficas para documentar las observaciones
Grupos zoológicos considerados	Anfibios, aves, mamíferos y reptiles
Resultado del inventario	Listado de especies y registros de abundancia por grupo
Información espacial	Coordenadas de los transectos y puntos de muestreo consignados en la memoria de campo

Fuente: elaboración propia con base en el archivo LISTADO FAUNÍSTICO.xlsx Anexo al presente documento y la información proporcionada sobre la campaña de campo.

CONSULTA PÚBLICA

2.2. Técnicas de observación e identificación

El inventario se desarrolló mediante métodos no invasivos, sin captura ni manipulación de ejemplares. La observación directa constituyó el método principal para identificar los organismos presentes durante los recorridos. Cuando las condiciones lo permitieron, se utilizaron cámaras fotográficas para documentar visualmente los ejemplares y apoyar su identificación posterior.

Para el grupo de las aves también se consideró la detección auditiva, mediante el reconocimiento de vocalizaciones y cantos emitidos por algunos ejemplares. Esta técnica permitió registrar especies cuya presencia podía reconocerse por sus manifestaciones acústicas, aun cuando la observación visual no fuera posible. Es importante señalar que no se utilizaron cámaras trampa, trampas Tomahawk ni otros dispositivos de captura. Por consiguiente, los resultados corresponden a registros obtenidos mediante observación visual, documentación fotográfica y reconocimiento auditivo, sin incluir capturas o estimaciones derivadas de esos equipos.



Fig. 34. Recorridos de campo para el avistamiento de aves

La información se organizó en una base de datos que contiene los nombres científicos, los grupos zoológicos y los conteos consignados para cada especie.

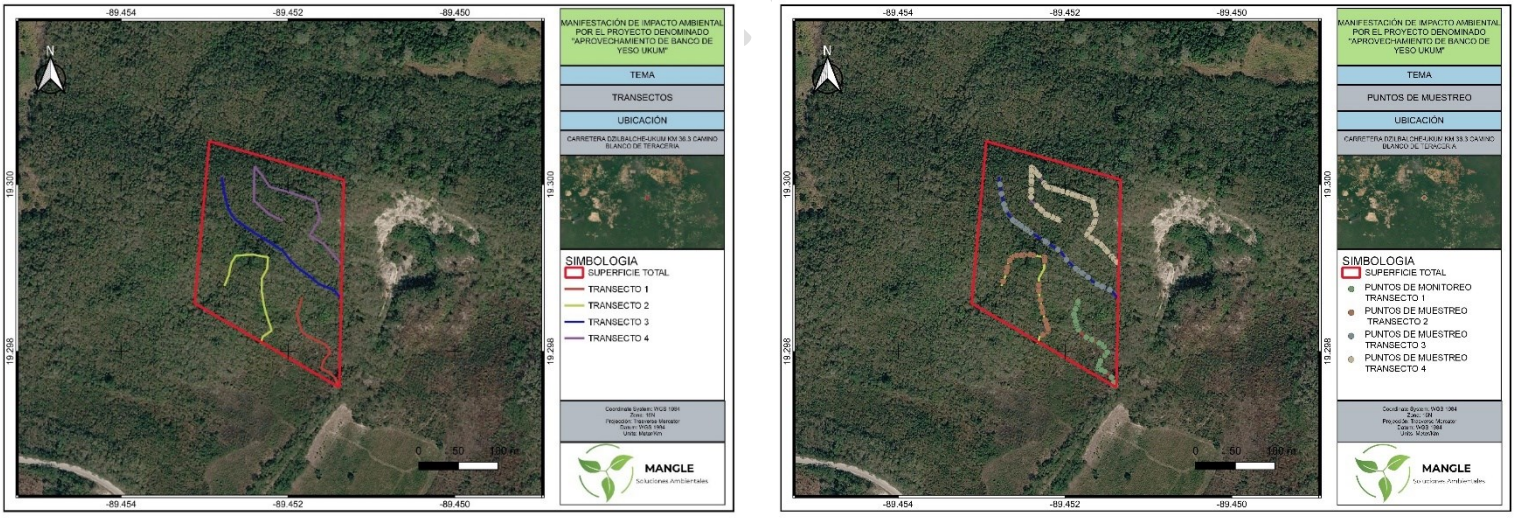


Fig. 35. Ubicación de los transectos y puntos de monitoreo

2.3. Alcances y limitaciones del muestreo

La campaña se desarrolló durante una semana y se concentró en el periodo matutino. Aunque este esfuerzo permitió registrar distintos grupos de vertebrados, no cubre de manera uniforme todos los periodos diarios de actividad ni todas las variaciones estacionales.

El inventario se considera una caracterización de la fauna detectada durante el periodo de evaluación. Los resultados proporcionan una referencia para analizar la situación preoperativa y establecer medidas preventivas, pero no representan un inventario exhaustivo de todas las especies que podrían utilizar el área.

3. Resultados del inventario faunístico

De acuerdo con el muestreo intensivo, durante la campaña se registraron 43 taxones distintos, con un total de 130 individuos contabilizados.

Estos registros comprenden anfibios, aves, mamíferos y reptiles. Dentro del grupo de los mamíferos se incluyeron dos taxones domésticos perro y gato, que deben distinguirse de la fauna silvestre al interpretar la riqueza específica y los índices ecológicos. Estos dos individuos se registraron debido a la cercanía del proyecto con algunos poligonos agrícolas colindantes.

La distribución de los registros se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 43. Resumen de la fauna registrada durante los recorridos

Grupo zoológico	Taxones registrados	Individuos contabilizados	Porcentaje de los registros
Anfibios	6	13	10.08 %
Aves	24	85	65.89 %
Mamíferos	5	11	8.53 %
Reptiles	8	21	15.50 %
Total	**43**	**130**	**100.00 %**

Los resultados muestran un predominio de las aves en términos de riqueza y abundancia observada, con 24 especies y 85 individuos contabilizados. Este grupo representó aproximadamente el 65.89 % de los registros totales.

CONSULTA PÚBLICA

Los reptiles constituyeron el segundo grupo en abundancia, con 21 individuos, seguidos de los anfibios, con 13, y los mamíferos, con 11.

Estos porcentajes representan la composición de los registros obtenidos mediante las técnicas utilizadas y no necesariamente la proporción real de individuos de cada grupo presentes en el predio, ya que existen diferencias en la detectabilidad y los hábitos de los organismos.

3.1. Anfibios

Durante la campaña de campo se registraron seis especies de anfibios, con un total de 13 individuos.

Tabla 44. Anfibios registrados en el área del proyecto

Especie	Individuos registrados
Dendropsophus microcephalus	2
Hypopachus variolosus	4
Incilius valliceps	3
Smilisca baudinii	1
Rhinella horribilis	2
Scinax staufferi	1
Total	**13**

La mayor abundancia registrada correspondió a *Hypopachus variolosus*, con cuatro individuos, seguida de *Incilius valliceps*, con tres.

Los anfibios son relevantes para la caracterización ambiental por su relación con las condiciones de humedad y los microhábitats terrestres. Sin embargo, los registros obtenidos no permiten determinar por sí solos la existencia de sitios de reproducción, cuerpos de agua temporales o poblaciones reproductivas dentro del polígono.

ANFIBIOS										
CLASE	FAMILIA	ESPECIE	No. INDIVIDUOS		ÍNDICES DE DIVERSIDAD					Porcentaje respecto al 100%
							SHANNON-WIENER (H')		MARGALEF (DMG)	
			ABUNDANCIA ABSOLUTA	ABUNDANCIA RELATIVA (%)	SIMPSON	Pi	LN(Pi)	Pi*LN(Pi)		
ANFIBIOS	Hylidae	*Dendropsophus microcephalus*	2	0.154	0.024	0.154	1.872	0.288	1.949	15.4%
ANFIBIOS	Microhylidae	*Hypopachus variolosus*	4	0.308	0.095	0.308	1.179	0.363		30.8%
ANFIBIOS	Bufonidae	*Incilius valliceps*	3	0.231	0.053	0.231	1.466	0.338		23.1%
ANFIBIOS	Hylidae	*Smilisca baudinii*	1	0.077	0.006	0.077	2.565	0.197		7.7%
ANFIBIOS	Bufonidae	*Rhinella horribilis*	2	0.154	0.024	0.154	1.872	0.288		15.4%
ANFIBIOS	Hylidae	*Scinax staufferi*	1	0.077	0.006	0.077	2.565	0.197		7.7%
TOTAL			13	1.000	0.207			1.672		100%
							H'MAX	1.792		

Gráfica 1. Índices de abundancia absoluta y relativa, así como los índices de diversidad en anfibios.

CONSULTA PÚBLICA

3.2. Aves

Las aves constituyeron el grupo con mayor número de registros durante los recorridos, con 24 especies y 85 individuos contabilizados mediante observaciones visuales y detección de vocalizaciones.

Tabla 45. Aves registradas en el área del proyecto

Especie	Individuos registrados
Arremonops chloronotus	6
Attila spadiceus	2
Catharus ustulatus	2
Zenaida asiatica	3
Quiscalus mexicanus	2
Cyanocorax yucatanicus	6
Coragyps atratus	1
Columbina inca	2
Empidonax minimus	2
Geothlypis formosa	4
Zenaida auriculata	10
Eumomota superciliosa	3
Myiarchus crinitus	3
Myiarchus yucatanensis	3
Myiopagis viridicata	2
Myiozetetes similis	6
Oncostoma cinereigulare	3
Setophaga magnolia	2
Vireo olivaceus	7
Seiurus aurocapilla	4
Trogon melanocephalus	3
Psilorhinus morio	1
Melanerpes pygmaeus	5
Vireo philadelphicus	3
Total	**85**

CONSULTA PÚBLICA

Entre las especies con mayores registros destacan *Zenaida auriculata*, con diez individuos; *Vireo olivaceus*, con siete; y *Arremonops chloronotus*, *Cyanocorax yucatanicus* y *Myiozetetes similis*, con seis individuos cada una.

La cobertura herbácea puede proporcionar espacios de alimentación y desplazamiento para algunas especies, mientras que la vegetación secundaria arbórea ofrece elementos adicionales para percha, refugio y alimentación. Asimismo, algunos registros corresponden a especies que pueden presentar movimientos migratorios. Debido a que el muestreo se realizó en octubre, su presencia durante la campaña no permite establecer por sí sola si utilizan el predio como residentes permanentes, visitantes estacionales o individuos en tránsito.

AVES										
CLASE	FAMILIA	ESPECIE	No. INDIVIDUOS		ÍNDICES DE DIVERSIDAD					Porcentaje respecto al 100%
							SHANNON-WIENER (H')		MARGALEF (DMG)	
			ABUNDANCIA ABSOLUTA	ABUNDANCIA RELATIVA (%)	SIMPSON	Pi	LN(Pi)	Pi*LN(Pi)		
Aves	Passerellidae	*Arremonops chloronotus*	6	0.071	0.00498	0.071	2.651	0.187		7.1%
Aves	Tyrannidae	*Attila spadiceus*	2	0.024	0.00055	0.024	3.750	0.088		2.4%
Aves	Turdidae	*Catharus ustulatus*	2	0.024	0.00055	0.024	3.750	0.088		2.4%
Aves	Columbidae	*Zenaida asiatica*	3	0.035	0.00125	0.035	3.344	0.118		3.5%
Aves	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	2	0.024	0.00055	0.024	3.750	0.088		2.4%
Aves	Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	6	0.071	0.00498	0.071	2.651	0.187		7.1%
Aves	Cathartidae	*Coragyps atratus*	1	0.012	0.00014	0.012	4.443	0.052		1.2%
Aves	Columbidae	*Columbina inca*	2	0.024	0.00055	0.024	3.750	0.088		2.4%
Aves	Tyrannidae	*Empidonax minimus*	2	0.024	0.00055	0.024	3.750	0.088		2.4%
Aves	Parulidae	*Geothlypis formosa*	4	0.047	0.00221	0.047	3.056	0.144		4.7%
Aves	Columbidae	*Zenaida auriculata*	10	0.118	0.01384	0.118	2.140	0.252		11.8%
Aves	Momotidae	*Eumomota superciliosa*	3	0.035	0.00125	0.035	3.344	0.118		3.5%
Aves	Tyrannidae	*Myiarchus crinitus*	3	0.035	0.00125	0.035	3.344	0.118		3.5%
Aves	Tyrannidae	*Myiarchus yucatanensis*	3	0.035	0.00125	0.035	3.344	0.118		3.5%
Aves	Tyrannidae	*Myiopagis viridicata*	2	0.024	0.00055	0.024	3.750	0.088		2.4%
Aves	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	6	0.071	0.00498	0.071	2.651	0.187		7.1%
Aves	Tyrannidae	*Oncostoma cinereigulare*	3	0.035	0.00125	0.035	3.344	0.118		3.5%
Aves	Parulidae	*Setophaga magnolia*	2	0.024	0.00055	0.024	3.750	0.088		2.4%
Aves	Vireonidae	*Vireo olivaceus*	7	0.082	0.00678	0.082	2.497	0.206		8.2%
Aves	Parulidae	*Seiurus aurocapilla*	4	0.047	0.00221	0.047	3.056	0.144		4.7%
Aves	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	3	0.035	0.00125	0.035	3.344	0.118		3.5%
Aves	Corvidae	*Psilorhinus morio*	1	0.012	0.00014	0.012	4.443	0.052		1.2%
Aves	Picidae	*Melanerpes pygmaeus*	5	0.059	0.00346	0.059	2.833	0.167		5.9%
Aves	Vireonidae	*Vireo philadelphicus*	3	0.035	0.00125	0.035	3.344	0.118		3.5%
TOTAL			85	1.000	0.05633			3.021	5.177	100%
							H'MAX	3.178		

Gráfica 2. Índices de abundancia absoluta y relativa, así como los índices de diversidad en aves

3.3. Mamíferos

El inventario registró cinco taxones de mamíferos, con un total de 11 individuos contabilizados.

Tabla 46. Mamíferos registrados durante el muestreo

Especie	Individuos registrados	Clasificación para la interpretación del inventario
Artibeus jamaicensis	3	Fauna silvestre
Didelphis marsupialis	3	Fauna silvestre
Canis lupus familiaris	1	Animal doméstico
Sciurus deppei	2	Fauna silvestre
Felis catus	2	Animal doméstico
Total	**11**	

Entre los mamíferos silvestres registrados se encuentran *Artibeus jamaicensis*, *Didelphis marsupialis* y *Sciurus deppei*. Estas especies representan diferentes

componentes de la fauna terrestre y contribuyen a caracterizar la utilización del área por organismos con distintos hábitos y requerimientos de hábitat.

El inventario también incluye perro y gato domésticos. Sus registros se conservan para documentar las observaciones realizadas, pero se excluyen de la interpretación de la riqueza de fauna silvestre nativa. La presencia de animales domésticos indica interacción entre el predio y los espacios utilizados por las personas y de las zonas agrícolas colindantes.

MAMIFEROS										
CLASE	FAMILIA	ESPECIE	No. INDIVIDUOS		ÍNDICES DE DIVERSIDAD					Porcentaje respecto al 100%
							SHANNON-WIENER (H´)		MARGALEF (DMG)	
			ABUNDANCIA ABSOLUTA	ABUNDANCIA RELATIVA (%)	SIMPSON	Pi	LN(Pi)	Pi*LN(Pi)		
Mamiferos	Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	**3**	0.273	0.07438	0.273	1.299	0.354		27.3%
Mamiferos	Didelphidae	*Didelphis marsupialis*	**3**	0.273	0.07438	0.273	1.299	0.354		27.3%
Mamiferos	Canidae	*Canis lupus familiaris*	**1**	0.091	0.00826	0.091	2.398	0.218		9.1%
Mamiferos	Sciuridae	*Sciurus deppei*	**2**	0.182	0.03306	0.182	1.705	0.310	1.668	18.2%
Mamiferos	Felidae	*Felis catus*	**2**	0.182	0.03306	0.182	1.705	0.310		18.2%
TOTAL			**11**	1.000	**0.22314**			**1.547**		**100%**
							H´MAX	**1.609**		

Gráfica 3. Índices de abundancia absoluta y relativa, así como los índices de diversidad en mamíferos

3.4. Reptiles

Durante los recorridos se registraron siete especies de reptiles, con un total de 21 individuos.

Tabla 47. Reptiles registrados en el área del proyecto

Especie	Individuos registrados
Anolis lemurinus	3
Anolis rodriguezii	3
Basiliscus vittatus	2
Coniophanes schmidti	3
Ctenosaura similis	4
Drymobius margaritiferus	2
Oxybelis fulgidus	1
Sceloporus chrysostictus	3
Total	**21**

La mayor abundancia correspondió a *Ctenosaura similis*, con cuatro individuos. Le siguieron *Anolis lemurinus*, *Anolis rodriguezii*, *Coniophanes schmidti* y *Sceloporus chrysostictus*, con tres individuos cada una.

CONSULTA PUBLICA

Los reptiles pueden utilizar la vegetación, los troncos, las irregularidades del terreno y otros elementos del hábitat para alimentarse, refugiarse y desplazarse. En consecuencia, su presencia se considerará durante la preparación del sitio, especialmente en las áreas donde se retire vegetación o se modifique la superficie del suelo.

Las excavaciones a cielo abierto también pueden constituir obstáculos para organismos de desplazamiento terrestre. Por ello, la ejecución progresiva de los trabajos y las inspecciones preventivas ayudarán a reducir el riesgo de que los ejemplares queden atrapados o sufran lesiones durante la operación.

REPTILES										
CLASE	FAMILIA	ESPECIE	No. INDIVIDUOS		ÍNDICES DE DIVERSIDAD					Porcentaje respecto al 100%
							SHANNON-WIENER (H´)		MARGALEF (DMG)	
			ABUNDANCIA ABSOLUTA	ABUNDANCIA RELATIVA (%)	SIMPSON	Pi	LN(Pi)	Pi*LN(Pi)		
Reptiles	Anolideae	*Anolis lemurinus*	**3**	0.143	0.02041	0.143	1.946	0.278		14.3%
Reptiles	Anolideae	*Anolis rodriguezii*	**3**	0.143	0.02041	0.143	1.946	0.278		14.3%
Reptiles	Corytophanidae	*Basilicus vittatus*	**2**	0.095	0.00907	0.095	2.351	0.224		9.5%
Reptiles	Dipsadidae	*Coniophanes schmidtl*	**3**	0.143	0.02041	0.143	1.946	0.278		14.3%
Reptiles	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	**4**	0.190	0.03628	0.190	1.658	0.316		19.0%
Reptiles	Colubridae	*Drymobius margaritiferus*	**2**	0.095	0.00907	0.095	2.351	0.224	1.971	9.5%
Reptiles	Colubridae	*Oxybelis fulgidus*	**1**	0.048	0.00227	0.048	3.045	0.145		4.8%
Reptiles	Phrynosomatide	*Sceloporus chrysostictus*	**3**	0.143	0.02041	0.143	1.946	0.278		14.3%
TOTAL			**21**	1.000	**0.13832**			**2.021**		**100%**
							H´MAX	**1.946**		

Gráfica 4. Índices de abundancia absoluta y relativa, así como los índices de diversidad en reptiles

CONSULTA PÚBLICA








CONFIDENCIAL



Fig. 36. Galeria fotográfica

4. Posibles afectaciones del proyecto sobre la fauna

Los efectos potenciales de las actividades de extracción de yeso sobre la fauna se relacionan principalmente con la remoción de vegetación, la modificación de las superficies de suelo, el funcionamiento de maquinaria, el tránsito de vehículos y la presencia de personal.

4.1. Pérdida o modificación del hábitat

La remoción de vegetación puede reducir temporalmente la disponibilidad de refugios, sitios de alimentación y áreas de desplazamiento.

En la Etapa 1, donde predomina la vegetación herbácea, los efectos estarán asociados principalmente con la pérdida de cobertura superficial y la modificación del hábitat de especies que utilizan ambientes abiertos. En la Etapa 2, la eliminación de vegetación secundaria arbórea puede ocasionar cambios más marcados en la estructura del hábitat, debido a la pérdida de árboles, arbustos y otros elementos utilizados por la fauna.

La magnitud de estas afectaciones dependerá de la superficie efectivamente intervenida y de la distribución de los organismos dentro del predio.

4.2. Ahuyentamiento y desplazamiento

El ruido y el movimiento de maquinaria pueden ocasionar el desplazamiento temporal de organismos hacia sectores menos perturbados.

Para reducir estos efectos, se realizará la preparación del sitio por sectores, evitando intervenir simultáneamente superficies innecesariamente extensas. Esta medida también facilitará el desplazamiento de la fauna hacia áreas de vegetación que permanezcan sin intervención.

4.3. Mortalidad accidental

Las actividades de desmonte, despalme y excavación pueden ocasionar lesiones o mortalidad accidental, particularmente en organismos de desplazamiento lento o que se refugien entre la vegetación y el suelo.

Antes de retirar la cobertura vegetal, se realizarán recorridos preventivos para localizar ejemplares que pudieran resultar afectados. La maquinaria deberá operar de manera progresiva y bajo supervisión, evitando la destrucción deliberada de refugios y permitiendo la salida de los organismos que puedan desplazarse por sus propios medios.

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.7. Paisaje

El paisaje del área donde se pretende desarrollar el proyecto, localizado en el municipio de Hopelchén, estado de Campeche, está determinado por la interacción entre el relieve, las características geológicas, la cobertura vegetal y los usos del suelo presentes en el territorio. Desde el punto de vista fisiográfico, el proyecto se localiza en la provincia XI, Península de Yucatán, dentro de la subprovincia 63, Carso y Lomeríos de Campeche. Esta región se caracteriza por un relieve de lomeríos y superficies de menor elevación, asociado principalmente con materiales sedimentarios y procesos de modelado kárstico.

La cobertura vegetal representa otro componente importante de la percepción del paisaje. De acuerdo con la información cartográfica del INEGI correspondiente a la Serie VII y con los antecedentes del inventario florístico, dentro del polígono del proyecto se distinguen dos condiciones principales: pastizal cultivado con predominio de vegetación herbácea y vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. Estas coberturas generan diferencias en la estructura y apariencia del terreno. Las áreas de pastizal presentan una cubierta vegetal predominantemente baja, mientras que las superficies con vegetación secundaria arbórea incorporan elementos verticales que modifican la percepción de profundidad, las condiciones de sombra y la visibilidad hacia el interior del predio.

El proyecto comprende una superficie aproximada de 44,105.11 m², equivalente a 4.41 hectáreas, y contempla la extracción de yeso mediante excavaciones a cielo abierto con profundidades aproximadas de entre 1 y 3 m. Por consiguiente, el paisaje podrá experimentar modificaciones localizadas como resultado de la remoción de la vegetación, la exposición de los materiales geológicos y la modificación temporal de la configuración superficial del terreno.

La magnitud de estos cambios dependerá de la superficie efectivamente intervenida, la secuencia de explotación, la distribución de la vegetación y las medidas de restauración que se implementen durante las distintas etapas del proyecto.

La visibilidad se refiere a la posibilidad de observar el área del proyecto desde determinados puntos del territorio y depende de factores como la topografía, la distancia, la altura de la vegetación, la presencia de obstáculos y las condiciones atmosféricas. Para el Banco de Yeso Ukum, la evaluación preliminar de la visibilidad considera la configuración del relieve, la distribución de las coberturas vegetales y la ubicación del predio respecto de los accesos existentes.

CONSULTA PÚBLICA

Las superficies cubiertas por pastizal cultivado pueden presentar una mayor exposición visual de las actividades que se desarrollen sobre ellas, especialmente cuando no existen elementos vegetales altos que limiten las líneas de visión. En contraste, la vegetación secundaria arbórea puede reducir parcialmente la visibilidad hacia el interior del terreno, dependiendo de su densidad, altura y continuidad.

Durante la preparación del sitio y la extracción, la remoción de la cobertura vegetal y la exposición del yeso pueden generar contrastes visuales respecto de las superficies que permanezcan cubiertas por vegetación. Asimismo, la presencia de maquinaria, vehículos y superficies excavadas puede modificar temporalmente la apariencia del área, particularmente durante las actividades de preparación, operación y movimiento de materiales. Sin embargo, la magnitud de la exposición visual no puede determinarse únicamente a partir del tipo de vegetación o del relieve general.

En consecuencia, la visibilidad del paisaje se considera variable dentro del predio: potencialmente mayor en las superficies abiertas y menor en los sectores donde la vegetación arbórea actúe como barrera visual.

La calidad paisajística se evalúa considerando las características intrínsecas del sitio, la apariencia visual del entorno inmediato y los elementos que conforman el fondo escénico. Para el presente proyecto, la evaluación se desarrolla a partir de los componentes físicos y biológicos identificados durante la caracterización ambiental. Las características intrínsecas del paisaje comprenden la configuración del relieve, la geología superficial, la cobertura vegetal y la presencia de elementos naturales que contribuyen a la identidad visual del lugar.

En el área del proyecto, el relieve regional corresponde a la subprovincia Carso y Lomeríos de Campeche, mientras que la unidad geológica cartografiada se relaciona con la Formación Icaiché y con depósitos sedimentarios asociados con el aprovechamiento de yeso.

La vegetación constituye uno de los principales elementos visuales del predio. El contraste entre las áreas de pastizal cultivado y las superficies con vegetación secundaria arbórea genera variaciones en la textura, el color y la estructura vertical de la cubierta vegetal. El relieve, por su parte, contribuye a la percepción de las formas del terreno, aunque la descripción específica de laderas, depresiones y cambios de pendiente deberá fundamentarse en las curvas de nivel y el levantamiento topográfico del área de estudio.

CONSULTA PÚBLICA

De acuerdo con la información disponible, dentro del polígono del proyecto no se identifican cuerpos de agua superficiales que constituyan elementos relevantes de la composición paisajística. Por ello, los componentes dominantes para esta evaluación son el terreno, la vegetación y los cambios superficiales asociados con las actividades productivas.

El entorno inmediato corresponde al espacio que rodea al predio y desde el cual podrían percibirse las actividades del proyecto. Para su análisis se consideraron las coberturas vegetales colindantes, las características del relieve y la presencia de caminos, áreas de aprovechamiento u otros elementos que modifiquen la continuidad visual del paisaje. La información disponible permite caracterizar el área del proyecto mediante la coexistencia de pastizales cultivados y vegetación secundaria arbórea. Esta combinación representa un paisaje terrestre con componentes de vegetación abierta y superficies con cobertura leñosa.

Durante la operación, la aparición de superficies sin vegetación, excavaciones, maquinaria y acopios de materiales podría incrementar el contraste visual con las áreas que permanezcan cubiertas. Sin embargo, dentro del sistema ambiental y el área de influencia del proyecto se puede visualizar areas agrícolas y bancos de material pétreo, asi como vegetación.

El desarrollo del Banco de Yeso Ukum generará modificaciones localizadas en el paisaje como consecuencia de la preparación del sitio, la remoción de vegetación, el retiro de la capa superficial del suelo, la apertura de las áreas de extracción y la exposición de los materiales geológicos.

En la Etapa 1, cuya superficie es de 10,467.01 m², los cambios visuales estarán relacionados principalmente con la eliminación de la cobertura herbácea y la exposición de la superficie del terreno. En la Etapa 2, correspondiente a 21,339.64 m², las modificaciones podrán ser más evidentes debido a la remoción de vegetación secundaria arbórea y arbustiva, además de las alteraciones producidas por las excavaciones.

Estas modificaciones representarán una transformación de la apariencia original de las superficies intervenidas durante el periodo de explotación. Asimismo, la operación de maquinaria, el desplazamiento de vehículos y el movimiento de materiales incorporarán elementos temporales al escenario visual. El área de amortiguamiento, con una superficie de 12,298.45 m², representa el 27.88 % del predio. Su delimitación y conservación conforme al diseño del proyecto contribuirán a mantener una superficie fuera de la intervención directa y a conservar parte de la cobertura vegetal existente.

CONSULTA PÚBLICA

La magnitud de los cambios paisajísticos dependerá de la superficie efectivamente intervenida, de la secuencia de extracción y de las acciones de restauración aplicadas durante las distintas etapas. Por ello, el manejo progresivo del banco permitirá reducir la extensión de las áreas expuestas y facilitar la recuperación gradual de las superficies cuyo aprovechamiento haya concluido.

Con el propósito de disminuir las modificaciones visuales derivadas del proyecto, se implementarán las siguientes medidas:

- Delimitación de las superficies destinadas a extracción y evitar la remoción de vegetación fuera de las áreas previstas para intervención.
- Conservar la vegetación correspondiente al área de amortiguamiento, conforme al diseño definitivo del proyecto.
- Se ejecutarán las actividades de extracción de manera progresiva, evitando mantener extensiones innecesariamente amplias de terreno sin cobertura vegetal.
- Se mantendrá ordenada las áreas de trabajo y se restringirá el almacenamiento de materiales, maquinaria y residuos a los espacios destinados para ello.
- Se realizará la restauración progresiva de las superficies donde concluyan las actividades extractivas, mediante la conformación del terreno, la recuperación del suelo de despalme y el establecimiento de cobertura vegetal apropiada.
- Se le dará seguimiento a las condiciones de las áreas intervenidas para verificar el avance de la restauración y la reducción de las superficies que permanezcan expuestas.

Estas medidas contribuirán a reducir la extensión y duración de los contrastes visuales ocasionados por la extracción y favorecerán la integración gradual de las áreas rehabilitadas con las superficies que permanezcan cubiertas por vegetación.

El paisaje del área del proyecto se caracteriza por la combinación de un relieve regional de lomeríos y superficies de menor elevación, materiales geológicos sedimentarios y coberturas vegetales correspondientes a pastizal cultivado y vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. La estructura de estas coberturas determina diferencias en la visibilidad y en la percepción visual del terreno. Las áreas herbáceas presentan una configuración abierta, mientras que los sectores con vegetación arbórea proporcionan mayor continuidad vertical y limitan parcialmente la observación hacia su interior.

CONSULTA PÚBLICA

Las principales modificaciones paisajísticas derivadas del proyecto estarán relacionadas con la remoción de vegetación, la apertura de excavaciones, la exposición del yeso y el movimiento de maquinaria. Estos efectos se concentrarán en las superficies destinadas a extracción y podrán reducirse mediante la delimitación de los frentes de trabajo, la conservación del área de amortiguamiento y la restauración progresiva de los sectores donde concluyan las actividades.

En conclusión, **la modificación del paisaje será localizada y estará vinculada con la transformación temporal de las superficies destinadas al aprovechamiento del yeso**. La ejecución ordenada de las actividades y la recuperación progresiva de la cobertura vegetal contribuirán a reducir los contrastes visuales y a favorecer la integración de las áreas rehabilitadas con el entorno terrestre del proyecto.

IV.3.8. Medio socioeconómico.

El proyecto y el desarrollo de estas actividades se inserta en un contexto socioeconómico predominantemente rural, en el que las actividades agropecuarias, la apicultura y el aprovechamiento de los recursos naturales forman parte de la dinámica productiva regional.

La caracterización socioeconómica del área de estudio considera las condiciones demográficas de la población, las principales actividades económicas, la disponibilidad de servicios e infraestructura, las características culturales de la región y las relaciones entre las actividades productivas y el entorno natural. Estos elementos son relevantes para la evaluación ambiental porque el medio social mantiene una relación directa con los componentes físicos y biológicos del territorio. Por una parte, la población utiliza los recursos naturales para desarrollar sus actividades productivas y satisfacer sus necesidades; por otra, las actividades económicas pueden modificar las condiciones del suelo, la vegetación, el agua y el paisaje, generando efectos que repercuten sobre el bienestar y las oportunidades económicas de las comunidades.

En este sentido, la evaluación del proyecto comprende tanto los beneficios económicos potenciales derivados del aprovechamiento del mineral como los posibles efectos sobre las actividades productivas existentes, la infraestructura de acceso, la salud ambiental y la calidad de vida de la población del entorno.

CONSULTA PÚBLICA

Demografía y distribución territorial de la población

El municipio de Hopelchén constituye el ámbito territorial de referencia para caracterizar la población vinculada con el proyecto. De acuerdo con la Encuesta Intercensal 2025 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), cuyos resultados se publicaron en septiembre de 2026, la población municipal estimada es de 46,458 habitantes. De esta cifra, aproximadamente 23,118 corresponden a mujeres y 23,340 a hombres. Debe señalarse que estas cifras son estimaciones derivadas de una encuesta por muestreo, no un conteo censal exhaustivo.

Como referencia para la localidad donde se ubica el proyecto, el Censo de Población y Vivienda 2020 registró 2,244 habitantes en Ukum. La información territorial del Censo 2020 permite complementar este panorama: Hopelchén contaba con una superficie aproximada de 7,779.9 km², una densidad de 5.4 habitantes por km² y 136 localidades. Estas características describen un municipio extenso, con una distribución poblacional de baja densidad y presencia de asentamientos rurales.

Para contextualizar el área del proyecto, se presentan los siguientes indicadores.

Tabla 48. Indicadores demográficos del área de referencia.

Indicador	Valor	Año de referencia
Población estimada del municipio de Hopelchén	46,458 habitantes	2025
Mujeres en el municipio	23,118	2025
Hombres en el municipio	23,340	2025
Población de la localidad de Ukum	2,244 habitantes	2020
Superficie municipal	7,779.9 km²	2020
Densidad de población municipal	5.4 habitantes/km²	2020
Número de localidades del municipio	136	2020

Fuentes: INEGI, Encuesta Intercensal 2025 y Censo de Población y Vivienda 2020. Los datos corresponden a años y alcances geográficos distintos, por lo que se presentan como referencias complementarias.

En este contexto, la localidad de Ukum constituye el referente inmediato para analizar las posibles relaciones entre el proyecto y la población. Entre los aspectos de interés se encuentran la contratación de trabajadores, la demanda de servicios, el transporte de materiales, la utilización de los caminos de acceso y las posibles interacciones con las actividades agropecuarias que se desarrollen en las inmediaciones.

CONSULTA PÚBLICA

La magnitud de estos efectos dependerá del número de trabajadores contratados, de la procedencia de la mano de obra, de los horarios de operación y del volumen de vehículos que utilicen los accesos durante las diferentes etapas del proyecto.

Características sociales, educativas y culturales

El municipio de Hopelchén presenta una importante presencia de población indígena y una identidad cultural vinculada con los pueblos mayas de la península de Yucatán. De acuerdo con el Panorama Sociodemográfico de Campeche del INEGI, basado en el Censo de Población y Vivienda 2020, el 36.89 % de la población de tres años y más de Hopelchén hablaba alguna lengua indígena. Entre la población hablante de una lengua indígena, el maya representaba el 99.3 % de los registros considerados en dicho indicador. Estas características constituyen un elemento relevante para la relación entre el proyecto y su entorno social, ya que la comunicación de las actividades, la difusión de medidas preventivas y la atención de posibles inconformidades deben considerar las características culturales de la población.

Asimismo, las actividades económicas tradicionales y las formas de organización comunitaria forman parte del contexto en el que se desarrollará el aprovechamiento mineral. En consecuencia, la ejecución del proyecto mantendrá una comunicación clara respecto de las actividades previstas, los horarios de operación, el tránsito de vehículos y las medidas de protección ambiental. Cuando las condiciones de la comunidad así lo requieran, se comunicará mediante mecanismos accesibles para la población local, considerando sus características lingüísticas y culturales. Esta interacción contribuirá a que la población conozca el alcance de las actividades y los procedimientos establecidos para prevenir o atender efectos que puedan presentarse durante la operación.

Vivienda, infraestructura y disponibilidad de servicios

Las condiciones de vivienda y disponibilidad de servicios permiten identificar aspectos del contexto social que deben considerarse al evaluar las posibles interacciones entre las actividades extractivas y la población.

El Panorama Sociodemográfico de Campeche del INEGI reportó que, en 2020, el municipio de Hopelchén contaba con 10,241 viviendas particulares habitadas, con un promedio de 4.1 ocupantes por vivienda. Asimismo, el 98.1 % de las viviendas disponía de energía eléctrica, el 89.5 % contaba con servicio sanitario y el 86.3 % disponía de drenaje. El porcentaje de viviendas con agua entubada dentro de la vivienda era del 41.5 %, conforme al indicador utilizado por el INEGI.

CONSULTA PÚBLICA

Estos indicadores permiten caracterizar la disponibilidad de servicios a escala municipal, pero no deben interpretarse como una descripción exacta de la infraestructura de la localidad de Ukum ni de los predios colindantes con el proyecto.

En el contexto del proyecto, el acceso terrestre constituye un elemento particularmente importante, debido a que el movimiento de maquinaria, el suministro de insumos y el transporte del material extraído dependen de las condiciones de circulación. El incremento de los desplazamientos vehiculares puede generar efectos sobre la seguridad vial, las condiciones de tránsito y el mantenimiento de los caminos utilizados. Por ello, las actividades se organizarán de manera que se reduzcan las interferencias con la movilidad cotidiana de la población y con el transporte asociado a las actividades agropecuarias.

Actividades económicas y estructura productiva regional

El municipio de Hopelchén presenta una dinámica productiva estrechamente relacionada con el sector primario, particularmente con la agricultura, la ganadería y la apicultura. La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural identifica a Hopelchén entre los municipios de Campeche con mayor superficie sembrada. Entre los principales productos agrícolas de la entidad se encuentran el maíz, la caña de azúcar y la soya, mientras que la producción pecuaria incluye actividades relacionadas con la carne bovina, avícola y porcina.

La apicultura también constituye una actividad económica importante en Campeche, y Hopelchén se identifica entre los municipios relevantes para este sector. El Plan Estatal de Desarrollo 2024-2027 destaca la producción de miel y la participación de productores de distintos municipios, incluido Hopelchén. Estas actividades dependen, en distinta medida, de las condiciones ambientales del territorio. La producción agrícola requiere suelos funcionales, disponibilidad de agua y condiciones adecuadas para el desarrollo de los cultivos; la ganadería depende de la disponibilidad de superficies productivas y recursos para el mantenimiento del ganado; y la apicultura mantiene una relación directa con la vegetación y la disponibilidad estacional de recursos florales.

En consecuencia, el medio socioeconómico de la zona debe analizarse considerando que la base productiva rural se relaciona estrechamente con la conservación de los recursos naturales. El aprovechamiento del yeso representa una actividad económica adicional que puede generar oportunidades de empleo y demanda de servicios durante el periodo de explotación. Sin embargo, su contribución se valora considerando la magnitud real de la operación, la duración de los trabajos, el origen de los trabajadores y la contratación efectiva de proveedores locales.

CONSULTA PÚBLICA

Empleo y oportunidades económicas

De acuerdo con el INEGI, en el municipio de Hopelchén el 63.7 % de la población de 12 años y más se encontraba económicamente activa en 2020. Entre la población económicamente activa, el 99.5 % se registró como ocupada, conforme a los indicadores del Censo de Población y Vivienda de ese año. Estas cifras representan el contexto municipal y no una estimación específica de la disponibilidad actual de trabajadores para el proyecto. Durante la preparación del sitio, la extracción del material y las labores de restauración, el proyecto puede generar requerimientos de personal para actividades como operación de maquinaria, transporte, mantenimiento, vigilancia, supervisión y manejo ambiental.

La contratación de trabajadores de Ukum y de otras localidades cercanas, cuando cuenten con el perfil requerido, podría favorecer el ingreso de los hogares participantes y contribuir a la circulación de recursos económicos en la región.

Asimismo, la adquisición de insumos, servicios de transporte, mantenimiento de equipos, alimentos y otros bienes necesarios para la operación puede generar oportunidades indirectas para pequeños negocios y prestadores de servicios.

Vinculación del medio socioeconómico con los componentes ambientales

El medio socioeconómico y el medio físico mantienen una relación de dependencia recíproca. Las actividades de la población modifican el territorio mediante el aprovechamiento de los recursos naturales, mientras que las condiciones ambientales repercuten en la continuidad de las actividades productivas y en el bienestar social.

En el caso del proyecto, esta relación se manifiesta principalmente en la interacción entre la extracción mineral y las actividades agropecuarias que caracterizan a la región. La remoción de vegetación, la exposición del suelo, la generación de polvo y el tránsito de maquinaria son factores que pueden modificar las condiciones ambientales del área. Si estos efectos se extienden hacia terrenos productivos cercanos, podrían ocasionar molestias o interferencias con actividades agrícolas, ganaderas o apícolas. Por ejemplo, la dispersión de partículas durante el movimiento del yeso podría depositarse sobre la vegetación o los cultivos ubicados en la trayectoria de los vientos, mientras que el tránsito de camiones podría incrementar el riesgo de accidentes o dificultar la circulación de vehículos asociados con las actividades rurales.

CONSULTA PÚBLICA

Por otra parte, un manejo inadecuado de residuos, combustibles o lubricantes podría ocasionar contaminación del suelo y, bajo determinadas condiciones, afectar la calidad del agua subterránea.

También existe una relación inversa: las condiciones de acceso, disponibilidad de agua, estructura de la vegetación y características del terreno influyen en la manera en que deben organizarse las actividades de explotación.

Por ello, la planeación del proyecto se integrará a las condiciones ambientales y sociales desde la preparación del sitio, considerando tanto el desarrollo de la actividad mineral como la continuidad de los usos productivos presentes en el entorno.

Cambios favorables asociados con la ejecución del proyecto

La ejecución del proyecto puede producir cambios favorables en el entorno socioeconómico mediante la generación de empleos, la contratación de servicios y el movimiento de recursos económicos relacionados con la operación. Los principales beneficios potenciales se describen a continuación.

Tabla 49. Efectos socioeconómicos favorables potenciales del proyecto

Factor	Cambio favorable potencial	Alcance
Empleo directo	Contratación de trabajadores para preparación del sitio, extracción, operación de maquinaria, transporte, vigilancia, mantenimiento y manejo ambiental.	Durante las etapas en las que se requiera personal.
Empleo indirecto	Demanda de servicios de transporte, mantenimiento, suministro de insumos, alimentación y otros servicios auxiliares.	En la localidad de Ukum y otros centros de abastecimiento regionales, dependiendo de la contratación.
Ingresos familiares	Incorporación de ingresos derivados de la participación laboral y de la prestación de servicios.	Para los trabajadores y proveedores que efectivamente participen.
Actividad comercial	Incremento potencial de la demanda de bienes y servicios necesarios para la operación del banco.	En función del origen de los insumos y de los proveedores contratados.

CONSULTA PÚBLICA

Factor	Cambio favorable potencial	Alcance
Diversificación productiva	Incorporación de una actividad extractiva adicional a la economía regional, vinculada con el aprovechamiento de recursos minerales.	Durante el periodo de explotación y comercialización del yeso.
Desarrollo de capacidades laborales	Adquisición de experiencia en operación de equipos, seguridad en el trabajo, mantenimiento y manejo ambiental, según los puestos desempeñados.	Para el personal que reciba capacitación y participe en estas actividades.

Estos beneficios se relacionan con la posibilidad de que una parte de las necesidades operativas se cubra mediante trabajadores y proveedores de la región. La contratación local puede fortalecer los vínculos económicos entre el proyecto y la comunidad, además de disminuir la necesidad de trasladar determinados servicios desde otras localidades.

Por esta razón, para mejorar la distribución de los beneficios se considera conveniente favorecer la contratación de mano de obra local cuando sea técnicamente posible, informar con claridad sobre las vacantes y requerimientos de los puestos, y facilitar la participación de proveedores locales que cumplan con las condiciones de calidad y seguridad necesarias.

CONSULTA PÚBLICA

IV.3.9. Diagnostico ambiental

El diagnóstico ambiental del proyecto, se integra a partir del análisis de los componentes abióticos, bióticos, paisajísticos y socioeconómicos presentes en el área de estudio, considerando su distribución espacial, las relaciones funcionales entre ellos, los antecedentes de transformación del territorio y las posibles modificaciones derivadas del aprovechamiento de yeso a cielo abierto.

El proyecto se localiza en el municipio de Hopelchén, Campeche, dentro de una región cuyo entorno físico está determinado por un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, una geología de origen sedimentario, suelos asociados con materiales calcáreos y un sistema hidrogeológico de naturaleza kárstica. Estas condiciones influyen en la circulación del agua, la formación del suelo, el desarrollo de la vegetación y la distribución de la fauna silvestre.

Desde la perspectiva biológica, el área del proyecto presenta una composición heterogénea de coberturas vegetales, con superficies clasificadas como pastizal cultivado y otras correspondientes a vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. Esta distribución, aunada a los antecedentes cartográficos de transformación del uso del suelo, indica que el paisaje actual está conformado por áreas con diferente grado y tipo de modificación antrópica, sin que ello implique que todos los sectores hayan perdido su importancia ecológica.

El predio comprende una superficie aproximada de 44,105.11 m², equivalente a 4.41 hectáreas, en la que se contempla la extracción de yeso en dos etapas, así como un área destinada a amortiguamiento. Las características de estas superficies son relevantes para establecer la distribución de los impactos potenciales, debido a que la intervención sobre el pastizal cultivado producirá efectos distintos de aquellos asociados con la remoción de vegetación secundaria arbórea.

En este contexto, el diagnóstico ambiental no considera los componentes físicos y biológicos como elementos independientes, sino como partes de un sistema en el que las modificaciones de la cobertura vegetal pueden alterar las condiciones del suelo y el escurrimiento superficial, mientras que los cambios topográficos y la exposición de los materiales geológicos pueden influir en los procesos de erosión, infiltración y recuperación de la vegetación.

Asimismo, el componente social forma parte de esta dinámica, puesto que la actividad extractiva puede generar beneficios económicos mediante el empleo y la demanda de servicios, pero también producir efectos desfavorables relacionados con el tránsito vehicular, la emisión de partículas, el ruido y las posibles interferencias con las actividades productivas del entorno.

CONSULTA PÚBLICA

Por consiguiente, las condiciones ambientales del proyecto deben interpretarse considerando tanto la situación actual del predio como su contexto territorial e histórico, así como la sensibilidad de los componentes que pueden resultar afectados durante la preparación del sitio, la extracción y la restauración progresiva.

De acuerdo con la clasificación climática identificada mediante la cartografía del INEGI, el área del proyecto presenta un clima Aw1, cálido subhúmedo con lluvias en verano. Este régimen climático se caracteriza por temperaturas elevadas durante buena parte del año y una distribución estacional de la precipitación.

Las condiciones climáticas influyen directamente en la disponibilidad de humedad superficial, la actividad biológica del suelo y la dinámica de la vegetación. Durante la temporada de lluvias pueden incrementarse los escurrimientos sobre las superficies desprovistas de cobertura vegetal, mientras que durante los periodos de menor precipitación puede aumentar la generación de polvo asociado con el movimiento de materiales y el tránsito de maquinaria.

La influencia de tormentas tropicales, huracanes y frentes fríos también constituye un factor relevante para la planificación de las actividades. Las precipitaciones intensas pueden ocasionar acumulación de agua en las excavaciones, erosión localizada y dificultades de circulación en caminos no pavimentados.

Desde el punto de vista ambiental, el clima representa una condición determinante para establecer la secuencia de explotación, el manejo de los escurrimientos y la programación de las actividades de restauración. En particular, la disponibilidad estacional de humedad deberá considerarse al establecer la cobertura vegetal de las áreas rehabilitadas.

El área del proyecto se encuentra en la provincia fisiográfica XI, Península de Yucatán, dentro de la subprovincia 63, Carso y Lomeríos de Campeche. La unidad geológica identificada mediante la cartografía del INEGI corresponde a la clave TpaCz-Y, asociada con la Formación Icaiché, integrada por materiales sedimentarios, principalmente calizas y depósitos de yeso.

El Servicio Geológico Mexicano documenta la presencia de depósitos de yeso en la localidad de Ukum, municipio de Hopelchén, lo que confirma la relevancia geológica de la región para el aprovechamiento de este mineral. El inventario minero describe afloramientos de yeso masivo y bandeado, asociados con materiales sedimentarios.

CONSULTA PÚBLICA

La naturaleza geológica del terreno constituye el fundamento del aprovechamiento proyectado, pero también condiciona el comportamiento del subsuelo. Los materiales carbonatados y evaporíticos pueden presentar procesos de disolución bajo determinadas condiciones, mientras que las discontinuidades geológicas pueden influir en la circulación del agua y en las características mecánicas de los materiales.

En consecuencia, la presencia de yeso y calizas representa simultáneamente un recurso mineral aprovechable y una condición física que debe considerarse para el manejo de las excavaciones, la estabilidad de los frentes y la prevención de posibles procesos de disolución o hundimiento. Estos últimos constituyen mecanismos geológicos posibles, pero no se cuenta con evidencia de cavidades o hundimientos dentro del polígono del proyecto.

Desde el punto de vista geomorfológico, el paisaje regional está constituido por lomeríos y superficies de menor elevación. Las modificaciones directas del relieve se concentrarán en las áreas donde se retire el material mineral y se conformen las excavaciones, por lo que su extensión dependerá de la secuencia de extracción y de las superficies efectivamente intervenidas.

La cartografía edafológica del INEGI identifica en el área del proyecto la unidad PHrz-lep+LVlep-cr/3g, cuya lectura corresponde a una asociación de Phaeozem dominante y Luvisol secundario, conforme a la nomenclatura cartográfica utilizada para el predio. Esta asociación edafológica representa condiciones de suelo relacionadas con materiales calcáreos, características de desarrollo de los horizontes y posibles limitaciones de profundidad. La interpretación de los calificadores y de la clase textural deberá conservarse conforme a la leyenda oficial de la carta edafológica correspondiente.

En términos ambientales, la capa superficial del suelo constituye un componente importante para el establecimiento de la vegetación y la recuperación de las superficies intervenidas. Su remoción durante la preparación del sitio puede disminuir temporalmente la capacidad del terreno para mantener la cobertura vegetal, además de modificar las condiciones superficiales de infiltración y escurrimiento.

El proyecto contempla el retiro de una capa de despalme aproximada de 20 a 30 cm, que deberá mantenerse separada del yeso y de los materiales del subsuelo. La conservación de este material permitirá disponer de suelo para las actividades de restauración, favoreciendo la recuperación de las condiciones necesarias para el establecimiento de la vegetación.

CONSULTA PÚBLICA

El diagnóstico identifica, por tanto, al suelo superficial como un componente susceptible de afectación directa, debido a la remoción prevista en las áreas de extracción. La magnitud de esta afectación estará determinada por la superficie intervenida, las condiciones de almacenamiento del material de despalme y la eficacia de las medidas de control de erosión.

El proyecto se encuentra dentro de la Región Hidrológica RH31, Yucatán Oeste (Campeche), perteneciente a la cuenca RH31A, Cuencas Cerradas, y a la subcuenca RH31Aa, río Noahabín.

El análisis morfométrico de la subcuenca comprende una superficie de 1,154.14 km², una densidad de drenaje de 0.687 km/km² y una pendiente media de 4.15 %. Estas características describen el marco hidrológico regional, en el que el escurrimiento superficial puede concentrarse en depresiones y zonas de drenaje interiores.

De acuerdo con la información del proyecto, dentro del polígono destinado a la extracción no se identifican cuerpos de agua superficiales susceptibles de afectación directa. Por ello, las principales consideraciones hidrológicas corresponden al manejo de la precipitación, el control de los escurrimientos y la prevención de la acumulación temporal de agua en las excavaciones.

En cuanto al agua subterránea, el área forma parte del acuífero Península de Yucatán, clave 3105, que CONAGUA caracteriza regionalmente como un acuífero libre, heterogéneo y anisótropo, constituido principalmente por calizas con permeabilidad secundaria asociada al fracturamiento.

Para el sector comprendido entre San Francisco Suc Tuc y Hopelchén, el estudio hidrogeológico consultado reporta profundidades al nivel estático de entre 40 y 100 m para 2019. Este intervalo constituye una referencia regional y no una medición directa del nivel freático dentro del predio.

Considerando que las excavaciones previstas alcanzarán profundidades aproximadas de entre 1 y 3 m, la información regional sugiere que los trabajos podrían desarrollarse por encima del nivel estático del acuífero. No obstante, la condición deberá interpretarse considerando las variaciones locales del subsuelo y la posible existencia de fracturas o conductos de disolución.

Por consiguiente, aunque no se contempla la extracción directa de agua subterránea como actividad principal del proyecto, la prevención de derrames de combustibles, lubricantes y otras sustancias constituye una medida importante para proteger el recurso hídrico.

CONSULTA PÚBLICA

En el diagnóstico ambiental, la ausencia de cuerpos de agua superficiales dentro del polígono reduce la posibilidad de una afectación directa a cauces o lagunas, pero no elimina la necesidad de controlar los escurrimientos ni de prevenir la contaminación del acuífero.

Uno de los elementos más relevantes para interpretar la condición actual del proyecto, es la variación de las categorías cartográficas de uso del suelo y vegetación registradas por el INEGI a lo largo de las Series IV, V, VI y VII.

De acuerdo con la comparación cartográfica proporcionada para el proyecto, en las Series IV y V, utilizadas con referencias de 2010 y 2013, la totalidad del polígono se encontraba clasificada como vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia. En la Serie VI, con referencia de 2017, el polígono completo aparece clasificado como agricultura de temporal anual. Posteriormente, en la Serie VII, utilizada con referencia de 2018, se identifican dos categorías: pastizal cultivado y vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.

El INEGI señala que sus series de Uso del Suelo y Vegetación representan periodos específicos y se elaboran mediante interpretación de imágenes satelitales, información cartográfica y verificación de campo. Por ello, las diferencias entre series constituyen antecedentes para analizar la dinámica territorial, pero no permiten determinar por sí solas la fecha exacta en que se produjo una transformación de la vegetación.

La secuencia cartográfica identificada evidencia una variación importante en la representación del uso del suelo dentro del predio. El paso de una categoría de vegetación secundaria arbustiva a agricultura de temporal y, posteriormente, a una combinación de pastizal cultivado y vegetación secundaria arbórea, resulta compatible con un escenario de modificación del territorio y diferenciación de sus coberturas vegetales.

Desde el punto de vista del diagnóstico ambiental, este antecedente permite reconocer que el área no presenta una única condición de cobertura, sino un mosaico en el que coexisten superficies de uso agropecuario y vegetación secundaria arbórea.

CONSULTA PÚBLICA

La distribución de las superficies del proyecto, permite diferenciar las condiciones ambientales de las áreas destinadas a extracción y del área de amortiguamiento.

Tabla 50. Distribución de las superficies del proyecto

Área del proyecto	Superficie	Porcentaje del predio	Caracterización de la cobertura
Etapa 1	10,467.01 m²	23.73 %	Pastizal cultivado, con predominio de vegetación herbácea.
Etapa 2	21,339.64 m²	48.38 %	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.
Área de amortiguamiento	12,298.45 m²	27.88 %	Superficie destinada a amortiguamiento, cuya cobertura debe corresponder con el plano de vegetación del proyecto.
Total de las superficies desglosadas	**44,105.11 m²**	**100.00 %**	**Proyecto**

Fuente: información del proyecto y cartografía de Uso del Suelo y Vegetación del INEGI, Serie VII.

La Etapa 1 ocupa el 23.73 % del predio y presenta una cobertura herbácea característica de ambientes abiertos. En esta superficie, la intervención implicará principalmente la remoción de vegetación de porte bajo y la modificación de la capa superficial del suelo.

La Etapa 2 representa el 48.38 % del predio y contiene vegetación secundaria arbórea. Esta superficie tiene mayor relevancia para el diagnóstico de la cobertura forestal, debido a que comprende elementos leñosos y una estructura vegetal diferente de la existente en el pastizal.

El área de amortiguamiento representa el 27.88 % de la superficie total y constituye un componente importante en la organización espacial del proyecto, ya que permite distinguir las áreas de intervención de aquellas destinadas a permanecer fuera de la extracción directa.

Los inventarios florísticos realizados para las etapas del proyecto permiten reconocer diferencias en la composición y estructura de las comunidades vegetales.

En la Etapa 1 se registran 59 taxones de plantas herbáceas. Esta riqueza se encuentra asociada con una cobertura de pastizal en la que predominan gramíneas y otras especies de porte bajo, características de ambientes abiertos y superficies con influencia de usos agropecuarios.

CONSULTA PÚBLICA

Por su parte, la memoria de cálculo de la Etapa 2 y de la zona de amortiguamiento registra 26 especies arbóreas y 615 individuos en la base correspondiente al estrato arbóreo. Entre las especies registradas se encuentran *Bursera simaruba*, *Guazuma ulmifolia*, *Metopium browneii* y *Piscidia piscipula*, que forman parte de la composición leñosa del área muestreada.

Los datos reflejan una diferencia entre la estructura vegetal de ambas etapas: mientras que el pastizal presenta una comunidad predominantemente herbácea, la superficie de vegetación secundaria arbórea incorpora estratos leñosos que contribuyen a la estructura del hábitat, la cobertura del suelo y la disponibilidad de recursos para la fauna. Desde la perspectiva de la biodiversidad, esta diferencia es relevante porque la riqueza de especies no constituye el único indicador del valor ecológico de una comunidad.

En este caso, los resultados de riqueza y abundancia proporcionan una referencia inicial de las comunidades vegetales muestreadas. Por tanto, el diagnóstico reconoce dos condiciones vegetales diferentes, cuya importancia para la conservación y la evaluación de impactos debe valorarse por separado.

El inventario faunístico se realizó del 10 al 17 de octubre de 2026 mediante cuatro transectos, con la participación de dos especialistas y recorridos matutinos entre las 05:00 y las 11:00 horas. Los métodos empleados comprendieron observación directa, registro fotográfico y reconocimiento auditivo de algunas aves, sin utilización de cámaras trampa ni trampas de captura.

La base de resultados contiene 43 taxones y 130 individuos contabilizados, distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 51. Base de datos de fauna

Grupo zoológico	Taxones registrados	Individuos contabilizados
Anfibios	6	13
Aves	24	85
Mamíferos	5	11
Reptiles	7	20
Total	**42**	**129**

CONSULTA PÚBLICA

Dentro de los cinco taxones registrados como mamíferos se incluyen perro y gato domésticos. En consecuencia, el inventario comprende 41 taxones de fauna silvestre y dos de animales domésticos. Las aves constituyeron el grupo con mayor riqueza y abundancia observadas, seguidas por los reptiles y los anfibios. Entre las especies de reptiles se encuentra *Ctenosaura similis*, de la cual se registraron cuatro individuos. Esta especie se encuentra catalogada como amenazada (A) en el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación de 2019, por lo que debe considerarse dentro de las acciones de manejo de fauna silvestre.

Los registros de fauna evidencian que el predio es utilizado por distintos grupos de vertebrados, tanto en las áreas de vegetación herbácea como en los sectores con vegetación secundaria arbórea. Estas comunidades representan espacios de alimentación, desplazamiento y refugio, aunque no se cuenta con información suficiente para asignar cada registro a un tipo específico de cobertura.

La campaña de muestreo constituye una referencia temporal de la fauna observada, pero sus resultados no representan un inventario exhaustivo de todas las especies presentes durante el año. La ausencia de recorridos nocturnos y de técnicas específicas para animales de difícil detección limita la caracterización completa de algunos grupos.

Desde el punto de vista ambiental, la presencia de fauna silvestre implica que las actividades de extracción deberán organizarse de modo que se reduzca el riesgo de lesiones, mortalidad accidental y pérdida innecesaria de refugios. En particular, la preparación del sitio requiere recorridos preventivos y el manejo adecuado de los ejemplares que pudieran encontrarse dentro de las superficies de intervención.

El paisaje del sitio del proyecto, está determinado por la configuración topográfica, la naturaleza geológica del terreno y la distribución de las coberturas vegetales. La coexistencia de pastizal cultivado y vegetación secundaria arbórea produce diferencias de textura, color y estructura visual. Las superficies herbáceas presentan una configuración abierta, mientras que las áreas arbóreas generan una mayor continuidad vertical y limitan parcialmente la visibilidad hacia su interior.

Las modificaciones del paisaje derivadas del proyecto estarán relacionadas principalmente con la remoción de vegetación, la exposición del yeso, la apertura de excavaciones y el movimiento de maquinaria.

Estos efectos se concentrarán en las superficies destinadas a extracción y tendrán una expresión distinta según la cobertura inicial. La remoción de pastizal producirá cambios principalmente en la apariencia superficial del terreno, mientras que la intervención de la vegetación secundaria arbórea modificará adicionalmente la estructura vertical y la continuidad visual de la cobertura.

CONSULTA PÚBLICA

Por consiguiente, la calidad y la fragilidad visual del paisaje presentan diferencias entre las etapas del proyecto. Los sectores con vegetación arbórea poseen componentes estructurales que deberán considerarse en la organización de los frentes de extracción y en la delimitación de las superficies que permanezcan sin intervención. La ejecución progresiva del aprovechamiento y la restauración de las áreas agotadas pueden reducir la duración de los contrastes visuales, siempre que se mantenga el control de las superficies abiertas y se avance en la rehabilitación del terreno.

El entorno del proyecto forma parte de un municipio predominantemente rural, en el que las actividades agropecuarias y la apicultura tienen relevancia económica y mantienen una relación directa con los recursos naturales. De acuerdo con el Panorama Sociodemográfico de Campeche del INEGI, el municipio de Hopelchén registró 42,140 habitantes en 2020 y una proporción de población hablante de lengua indígena de 36.89 % entre las personas de tres años y más. Estos indicadores reflejan un contexto demográfico y cultural que debe considerarse en la relación del proyecto con su entorno social.

El aprovechamiento de yeso puede contribuir a la economía local mediante la generación de empleos, la contratación de servicios y la demanda de suministros relacionados con la operación. Estos beneficios dependerán de la participación efectiva de trabajadores y proveedores de Ukum y de otras localidades cercanas.

Por otra parte, el proyecto puede generar efectos desfavorables asociados con el tránsito de vehículos, la generación de polvo, el ruido y las posibles interferencias con actividades productivas próximas. La relación entre el medio social y el físico es particularmente importante en este contexto. Las actividades económicas rurales dependen de la disponibilidad de suelo productivo, vegetación, agua y condiciones ambientales adecuadas, mientras que las actividades humanas también modifican el territorio mediante el aprovechamiento agropecuario y mineral.

En consecuencia, la operación del banco debe considerar simultáneamente la generación de oportunidades económicas y la prevención de efectos sobre la población y las actividades productivas del entorno.

CONSULTA PÚBLICA

A partir de los elementos analizados, se identifican distintas condiciones de sensibilidad ambiental dentro del proyecto.

Tabla 52. Condiciones de sensibilidad ambiental

Componente	Condición identificada	Sensibilidad ambiental relativa	Principal aspecto a considerar
Clima	Cálido subhúmedo con lluvias en verano.	Variable según la época del año.	Manejo de escurrimientos, polvo y actividades durante fenómenos meteorológicos intensos.
Geología y geomorfología	Materiales sedimentarios de la Formación Icaiché y depósitos de yeso, dentro de una región kárstica.	Relevante para la estabilidad y configuración de las excavaciones.	Manejo de frentes, reconocimiento de discontinuidades y prevención de acumulaciones de agua.
Suelo	Asociación de Phaeozem y Luvisol, con características edáficas que deben interpretarse conforme a la cartografía.	Susceptible a afectación directa en las superficies despal-madas.	Conservación del material superficial, control de erosión y restauración.
Hidrología superficial	Subcuenca endorreica RH31Aa; sin cuerpos de agua superficiales identificados dentro del polígono.	Baja susceptibilidad a afectación directa de cuerpos de agua dentro del predio, sin eliminar los riesgos por escurrimiento.	Manejo de aguas pluviales y control de sedimentos.
Agua subterránea	Acuífero Península de Yucatán, de naturaleza libre, heterogénea y anisótropa.	Relevante por la permeabilidad secundaria del medio geológico.	Prevención de derrames y vigilancia de las condiciones observadas durante la extracción.
Vegetación de la Etapa 1	Pastizal cultivado con predominio herbáceo.	Menor complejidad estructural respecto de la cobertura arbórea.	Remoción de la cubierta y recuperación del suelo superficial.
Vegetación de la Etapa 2	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.	Mayor sensibilidad relativa por su estructura leñosa y	Evaluación de la afectación forestal, rescate de flora y fauna y restauración.

CONSULTA PÚBLICA

Componente	Condición identificada	Sensibilidad ambiental relativa	Principal aspecto a considerar
		las funciones del hábitat.	
Fauna silvestre	Registros de anfibios, aves, mamíferos y reptiles, incluida una especie catalogada como amenazada en la NOM-059.	Sensible a la pérdida de hábitat y a los riesgos durante la preparación del sitio.	Recorridos preventivos, protección de ejemplares y delimitación de áreas de intervención.
Paisaje	Mosaico de pastizal y vegetación secundaria arbórea.	Variable según cobertura y exposición visual.	Control de frentes y restauración progresiva.
Medio socioeconómico	Contexto rural con actividades agropecuarias y apícolas.	Susceptible a molestias o interferencias por polvo, ruido y tránsito.	Seguridad vial, control de emisiones y comunicación con la población.

La síntesis muestra que las principales diferencias de sensibilidad se relacionan con la cobertura vegetal, la naturaleza del subsuelo y la interacción entre las actividades extractivas y los usos productivos de la región.

El pastizal cultivado presenta una estructura vegetal más sencilla que la vegetación secundaria arbórea, mientras que esta última incorpora componentes leñosos y funciones de hábitat que requieren mayor atención durante la preparación del sitio. De igual manera, aunque no se identifican cuerpos de agua superficiales dentro del polígono, la naturaleza kárstica del subsuelo hace necesario mantener medidas de prevención de la contaminación del agua subterránea.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Hopelchén constituye un instrumento de regulación de los usos del suelo y del aprovechamiento de los recursos naturales municipales. De acuerdo con la identificación cartográfica manejada en el expediente, el predio se ubica en la UGA III.1.AS, correspondiente a la política de aprovechamiento sustentable.

Esta política debe interpretarse conforme a los usos predominantes, compatibles, condicionados e incompatibles, así como a los criterios ecológicos aplicables a la unidad. En consecuencia, la clasificación no constituye por sí misma una autorización para ejecutar el proyecto, sino un marco de referencia para evaluar su compatibilidad territorial.

CONSULTA PUBLICA

Por otra parte, el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio ubica la región dentro de la Unidad Ambiental Biofísica 63, denominada Karst y Lomeríos de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, cuya política ambiental contempla restauración, protección y aprovechamiento sustentable. Este instrumento proporciona el contexto regional para orientar la conservación de la biodiversidad, el aprovechamiento de los recursos naturales y la prevención del deterioro del territorio.

En el diagnóstico ambiental, ambos instrumentos destacan la necesidad de compatibilizar el aprovechamiento del recurso mineral con el mantenimiento de las funciones ambientales del suelo, el agua y la vegetación.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente establece el marco para la evaluación de los efectos de las obras y actividades que pueden ocasionar desequilibrios ecológicos. Su artículo 30 prevé que la Manifestación de Impacto Ambiental incluya la descripción de los posibles efectos sobre los ecosistemas y las medidas preventivas, de mitigación y demás acciones necesarias para evitar o reducir los efectos negativos.

En el proyecto, la evaluación ambiental adquiere especial relevancia debido a las diferencias entre las coberturas que serán intervenidas. La remoción de pastizal cultivado y la eliminación de vegetación secundaria arbórea no representan la misma condición ecológica y, por tanto, deben analizarse de manera diferenciada.

En particular, la superficie de la Etapa 2, clasificada como vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, requiere considerar las disposiciones de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. El artículo 93 de dicha ley establece que el cambio de uso de suelo en terrenos forestales solo puede autorizarse por excepción, con base en los estudios técnicos justificativos y las condiciones previstas en el propio ordenamiento. Asimismo, contempla la protección de la biodiversidad, la mitigación de la erosión, la conservación de la capacidad de almacenamiento de carbono y la prevención del deterioro de la calidad del agua.

En consecuencia, la clasificación de la Serie VI del INEGI como agricultura de temporal anual no elimina la necesidad de verificar la condición jurídica actual de la superficie con vegetación secundaria arbórea. La determinación correspondiente debe sustentarse en las características reales del terreno y en las disposiciones legales aplicables, sin deducirse exclusivamente de una serie cartográfica histórica.

CONSULTA PÚBLICA

La presencia de vegetación secundaria arbórea y de fauna silvestre registrada durante los recorridos implica que la conservación de la biodiversidad constituye un aspecto relevante para el manejo ambiental.

La NOM-059-SEMARNAT-2010 y las modificaciones aplicables de su listado de especies en riesgo son instrumentos de referencia para identificar las especies sujetas a alguna categoría normativa de protección.

En el inventario faunístico se registraron cuatro individuos de *Ctenosaura similis*, especie incluida en la categoría de amenazada (A) en el listado oficial aplicable. Este registro refuerza la necesidad de realizar recorridos preventivos antes de las actividades de desmonte y despalme, evitar la captura o eliminación de ejemplares y establecer medidas de manejo cuando se localicen organismos en las superficies de intervención.

La protección de los recursos naturales debe integrarse a la organización de las actividades extractivas, particularmente en lo relativo al manejo del suelo superficial, la prevención de derrames y la gestión de residuos.

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos establece el marco para la clasificación y el manejo de los residuos generados por las actividades productivas. De acuerdo con las características y clasificación de los residuos generados en el banco, deberán aplicarse las disposiciones correspondientes a los residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos.

Asimismo, la NOM-081-SEMARNAT-1994 y su modificación de 2013 establecen límites máximos permisibles de emisión de ruido de fuentes fijas, por lo que su aplicación deberá considerarse cuando las fuentes y condiciones de operación del proyecto se encuentren comprendidas en su ámbito de regulación.

En cuanto al recurso hídrico, las condiciones del acuífero Península de Yucatán hacen necesario prevenir la infiltración de sustancias potencialmente contaminantes, especialmente combustibles, aceites y lubricantes utilizados en la operación de maquinaria.

Por consiguiente, las medidas de manejo de residuos, la prevención de derrames, el control de emisiones de partículas y ruido, y la conservación de las superficies que no serán intervenidas constituyen elementos que deben incorporarse al desempeño ambiental del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

La integración de los componentes analizados permite reconocer que el área del proyecto, presenta una combinación de condiciones naturales y transformaciones territoriales relacionadas con los usos del suelo. La evolución cartográfica de la vegetación muestra cambios en la clasificación de las coberturas a través de las Series IV, V, VI y VII del INEGI. A ello se suma la presencia actual de superficies de pastizal cultivado y vegetación secundaria arbórea, cuya estructura y funciones ambientales son diferentes.

Estas condiciones determinan que los efectos del proyecto no se distribuyan de manera uniforme. En el pastizal cultivado, la intervención tendrá mayor relación con la eliminación de vegetación herbácea y la remoción del suelo superficial. En la vegetación secundaria arbórea, además de los cambios sobre el suelo, la intervención puede afectar la estructura del hábitat y la continuidad de la cobertura leñosa. Desde una perspectiva hidrológica, la modificación de la superficie del terreno puede influir temporalmente en los escurrimientos y en la infiltración. La exposición de los materiales y la apertura de excavaciones también pueden generar acumulación de agua y favorecer procesos erosivos localizados durante los episodios de lluvia.

Finalmente, el medio socioeconómico puede recibir beneficios derivados del empleo y la demanda de servicios, pero también efectos desfavorables si el polvo, el ruido, el tránsito o la operación interfieren con la vida cotidiana y las actividades agropecuarias del entorno. Estas interacciones muestran que la evaluación ambiental debe considerar los efectos combinados del proyecto sobre los recursos naturales, en lugar de analizar cada componente de manera aislada.

En conclusión, **el diagnóstico ambiental identifica un sistema con condiciones físicas que permiten el aprovechamiento del recurso mineral, pero con componentes de sensibilidad diferenciada que requieren medidas específicas de protección, manejo y restauración**. La vegetación secundaria arbórea, la fauna silvestre, el suelo superficial y el recurso hídrico subterráneo constituyen los elementos que demandan especial atención dentro de la planificación ambiental.

De esta manera, el proyecto podrá evaluarse considerando conjuntamente el aprovechamiento económico del yeso, la conservación de la biodiversidad, la protección del suelo y el agua, la recuperación del terreno y la prevención de efectos adversos sobre el entorno social.

CONSULTA PÚBLICA

CONSULTA PÚBLICA

CAPITULO V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

V.IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1. Metodología para identificar los impactos ambientales.

Se aplicó la matriz de Leopold modificada, que permite identificar los posibles impactos ambientales positivos y negativos que se pudieran originar como consecuencia de las actividades necesarias para el **proyecto.** Al realizar la matriz, en las columnas se establecen las actividades del proyecto o acciones del hombre que pueden alterar el medio ambiente y en las filas o renglones los factores ambientales susceptibles de ser alterados, resultando una matriz de doble entrada en donde se identifican todas las interacciones acción-factor. Los impactos ambientales, identificados en la matriz de interacción causa-efecto, se explican de acuerdo a las actividades (Acciones) del proyecto. A través de la matriz de evaluación de impacto ambiental de Leopold (1971) se contemplan los efectos del desarrollo del proyecto sobre los componentes del ecosistema. Se considera que esta matriz representa el referente para el desarrollo de otras matrices de evaluación de impacto ambiental.

V.1.1. Indicadores de impacto ambiental

Los indicadores son series de variables, seleccionadas de una gran base de datos, que poseen significado sintético y permiten cubrir propósitos específicos. Consecuentemente, no existe un conjunto universal de indicadores ambientales, sino que se trata de conjuntos que responden a marcos de referencia y a propósitos específicos. De manera que se considera que los indicadores corresponden a índices cuantitativos o cualitativos permiten evaluar la dimensión de las alteraciones actuales y potenciales que pueden ocurrir como resultado de la ejecución de un proyecto.

Analizando la información que derivada de los capítulos anteriores, se elabora un árbol de acciones (lista de verificación) y un árbol de factores (indicadores Ambientales) que permiten la identificación de las actividades (acciones) que pudieran alterar el área donde se realizara el proyecto y que tiene potencial de causar impactos ambientales sobre los componentes ambientales; así como la identificación de los factores ambientales (indicadores o variables) más susceptibles de ser afectados por dichas actividades (acciones). Lo anterior nos permite medir el desempeño de medio, en especial respecto al estado y cambios.

CONSULTA PÚBLICA

A continuación, se presentan ambos casos para el proyecto:

Tabla 53. Árbol de acciones o Lista de verificación por etapa del Proyecto y las respectivas actividades del Proyecto.

ETAPA	ACTIVIDADES
Preparación del sitio	Delimitación y marcaje del área proyectada
	Programas ambientales
	Rehabilitación de camino de acceso
	Deshierbe, Desmonte y despalme
Operación y Mantenimiento	Extracción de material
	Trituración
	Acarreo y transporte
	Mantenimiento de Maquinaria y Equipo
Abandono de sitio	Limpieza del sitio
	Restauración del sitio

Nota: *Es importante mencionar que la actividad de extracción se llevara a cabo por etapas, descritas en el capítulo 2 del presente documento.*

Tabla 54. Árbol de factores o indicadores ambientales propensos a ser afectados por la implementación del proyecto

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	INDICADORES AMBIENTALES DE IMPACTO
Abiótico	Aire	Emisiones a la atmósfera (CO, NOx, SOx)
		Partículas de polvo suspendidas
		Nivel de ruido (confort sonoro)
	Suelo	Modificación topográfica
		Uso actual del suelo
		Susceptibilidad a la contaminación de suelo
		Susceptibilidad a la erosión
	Agua	Drenaje superficial
		Consumo del recurso
		Capacidad de infiltración y/o áreas de recarga
		Susceptibilidad a la contaminación del agua
Biótico	Flora	Vegetación natural

CONSULTA PÚBLICA

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	INDICADORES AMBIENTALES DE IMPACTO
		Fragmentación
	Fauna	Movilidad de especies
		Fragmentación de habitad
Perceptual	Paisaje	Calidad visual
Socioeconómico		Empleo
		Seguridad
		Uso de bienes y servicios
		Actividades económicas
		Uso de infraestructura local

V.1.2. identificación de impactos ambientales (Matriz de Leopold)

Con la aplicación y modificación de una matriz causa-efecto (Matriz de Leopold) únicamente se identificaron los impactos, para ello se partió del árbol de acciones del proyecto y del árbol de factores ambientales afectados. La matriz quedó conformada en sus columnas por las acciones y en sus filas por los factores ambientales y seguidamente se precedió a establecer las interacciones causa-efectos que determinaran la presencia de los impactos ambientales para el proyecto.

Los componentes ambientales que también estructura la matriz y que han sido seleccionados para este proyecto son los siguientes:

- Aire
- Agua
- Suelo
- Flora
- Fauna
- Paisaje
- Socioeconómico

En cada interacción ambiental identificada (acción-factor ambiental), con un signo más (+) o menos (-) según sea el impacto positivo (beneficioso) o negativo (adverso). Posteriormente para realizar la evaluación de cada uno de los impactos significativos previamente identificados, se procedió a valorizar la importancia de los impactos generados por las actividades del proyecto en las variables ambientales de los componentes del sistema. Por lo tanto, en la tabla siguiente, se muestra la Matriz de Leopold realizada para el proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 55. Matriz de Leopold

MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES														
		ACTIVIDADES										**IMPACTOS**	
		PREPARACIÓN DEL SITIO				**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**				**ABANDONO DEL SITIO**			
FACTRO AMBIENTAL	**INDICADORES AMBIENTALES**	Delimitación del sitio	Medidas ambientales	Rehabilitación de camino de acceso	Deshierbe, Desmonte y	Extracción	Trituración	Acarreo y transporte	Mantenimiento de maquinaria y equipo	Limpieza del sitio	Actividad de reforestación restauración	**Negativos**	**Positivos**
AIRE	Emisiones a la atmosfera (CO, NOx, SOx)			-	-	-		-				**4**	**0**
	Partículas suspendidas			-	-	-	-	-				**5**	**0**
	Nivel sonoro			-	-	-	-	-		-		**5**	**0**
SUELO	Modificación topográfica					-						**1**	**0**
	Uso actual del suelo				-	-						**3**	**0**
	Susceptibilidad a la contaminación de suelo			-	-	-			-			**4**	**0**
	Susceptibilidad a la erosión				-	-					+	**2**	**1**
AGUA	Drenaje superficial					-						**1**	**0**
	Consumo del recurso					-					-	**2**	**0**
	Capacidad de infiltración y/o áreas de recarga	+			-	-					+	**2**	**2**

CONSULTA PÚBLICA

MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES													
		ACTIVIDADES										IMPACTOS	
		PREPARACIÓN DEL SITIO				OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO				ABANDONO DEL SITIO			
	Susceptibilidad a la contaminación del agua			-		-			-			3	0
FLORA	Vegetación natural	+	+		-						+	1	3
	Fragmentación	+			-						+	1	2
FAUNA	Movilidad de especies	+	+		-	-		-			+	3	3
	Fragmentación de habitad	+									+	0	2
PAISAJE	Calidad visual				-	-		-		+	+	3	2
SOCIOECONÓMICO	Empleo	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	11
	Seguridad					-	-	-	+			3	1
	Uso de bienes y servicios			+		+		+	+		+	0	5
	Actividades económicas		+			+						0	2
	Uso de infraestructura local					+		+	+	+	+	0	5
IMPACTOS	**Negativos**	**0**	**0**	**5**	**11**	**14**	**3**	**6**	**2**	**1**	**1**	**43**	
	Positivos	**6**	**4**	**2**	**1**	**4**	**1**	**3**	**4**	**3**	**10**		**38**

CONSULTA PÚBLICA

La matriz resultante es una herramienta para el análisis de aquellos componentes ambientales y las acciones de la obra que podrían generar impactos ambientales positivos y negativos. El empleo de esta, facilita el manejo de un gran número de acciones de la obra con respecto a los diversos componentes ambientales que integran el área del proyecto.

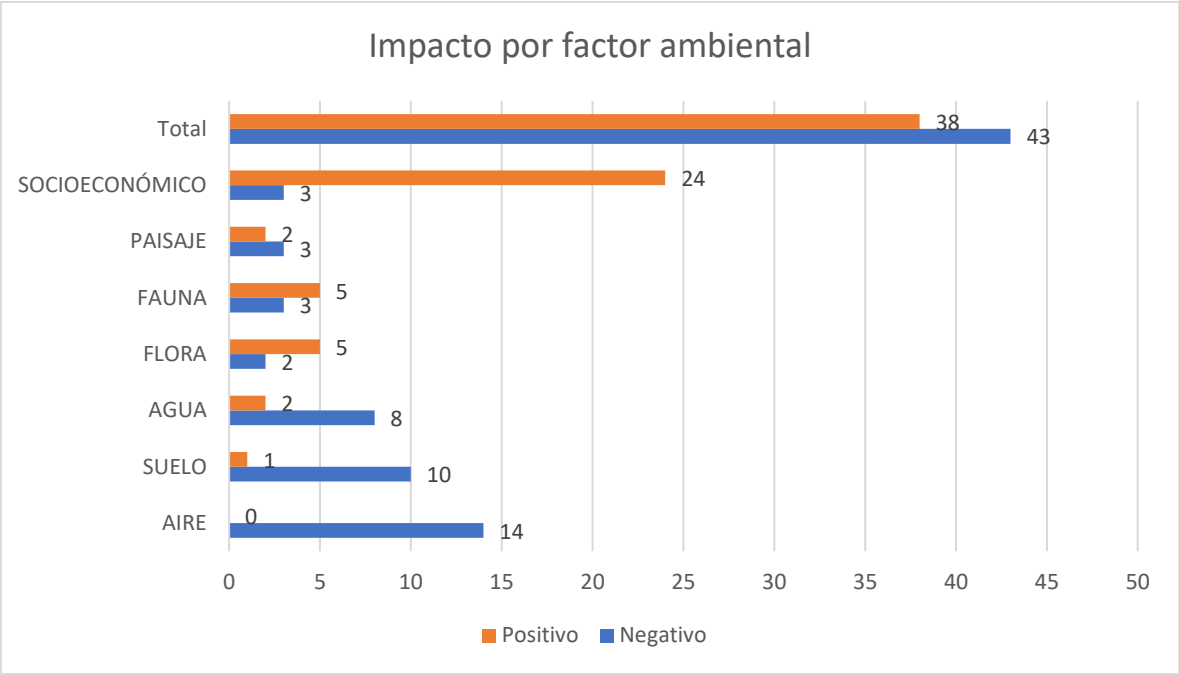
En la matriz se identificaron un total de 81 impactos ambientales para el **proyecto** de los cuales 43 son de carácter negativo y 38 positivo. En la tabla siguiente, se muestra que el aire, agua y suelo son los componentes que presenta mayor número de impactos negativos, por lo contario el componente más impactado positivamente es el socioeconómico.

Tabla 56. Impacto por factor ambiental

	Negativo	Positivo	Total
AIRE	14	0	14
SUELO	10	1	11
AGUA	8	2	10
FLORA	2	5	7
FAUNA	3	5	8
PAISAJE	3	2	5
SOCIOECONÓMICO	3	24	27
Total	**43**	**38**	**81**

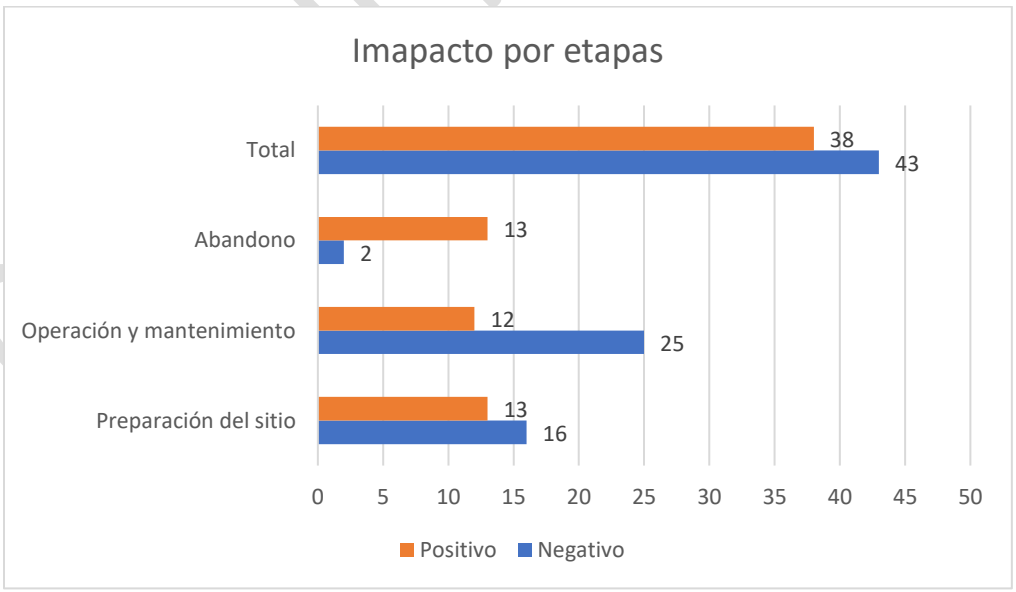
Representación gráfica de los impactos por factor ambiental

CONSULTA PUBLICA



Gráfica 5. Impacto por factor ambiental

La etapa de preparación de sitio y operación se presentan los mayores números de impactos, con un total de 28 y 37 impactos respectivamente, para el primer caso 16 son impactos negativos y 12 impactos positivos, para el caso de la operación son 25 impactos negativos y 12 positivos; en la etapa de abandono de sitio se identificaron 13 impactos, de los cuales 2 fueron negativos.



Gráfica 6. Impacto por etapas

V.1.3. Descripción de impactos ambientales

Los impactos ambientales, que podría generar el presente proyecto, se describen a continuación en relación a los componentes ambientales afectados y las actividades que lo originan. Las principales actividades o acciones que integran el proyecto son el deshierbe, desmonte y despalme, la explotación de un banco de yeso, el acarreo y transporte del material.

Factor Ambiental: AIRE

Descripción: Durante el traslado, uso de maquinaria y equipo, se generarán impactos relacionados con las emisiones a la atmósfera (CO, NOx, SOx), producidas durante las actividades de rehabilitación del camino de acceso, desmonte y despalme, extracción y acarreo del material, sobre todo en la etapa de preparación de sitio y operación, con lo cual se provocará afectaciones al aire, reduciendo la calidad del mismo. Así mismo se generarán partículas suspendidas por las mismas actividades anteriormente señaladas, sin embargo, se establecerán las medias necesarias para evitar su dispersión.

Con respecto al nivel de ruido, este se verá incrementado por la realización del proyecto, sin embargo es importante destacar que el sitio del proyecto se encuentra ubicado a una distancia lo bastante considerable de los centros de población por lo cual se estima que no existirán efectos negativos de tipo social, por el ruido ocasionado por la maquinaria y equipo a utilizar, pero, esta si afectar a la fauna presente o aledaña, es por ello que se considera como un impacto a tomar en cuenta en la ejecución del proyecto.

Los impactos de emisiones, particular y ruido, se verán disminuidos por efecto de dispersión que ocasiona la dinámica de los vientos evitando cualquier acumulación en la zona, además de que se llevarán a cabo medidas de control ambiental reguladas y apegadas a la normatividad vigente que aplica directamente sobre este indicador ambiental.

CONSULTA PÚBLICA

Factor Ambiental: SUELO

Descripción: Actualmente el proyecto se divide en dos usos de suelo, una parte pastizal cultivado y la otra parte como Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia al momento del retiro de dicha vegetación este componente de análisis, quedara también descubierto y vulnerable a los procesos de erosión y susceptibilidad a la contaminación. Así mismo la operación de maquinaria y equipo en aquellas áreas donde se ha removido la vegetación, pudiera provocar compactación y posiblemente la susceptibilidad a la contaminación con hidrocarburos (aceites, grasas y combustibles). También está relacionado con la generación de residuos diversos, entre los que se encuentran los residuos sólidos urbanos generados por los trabajadores.

En la etapa de operación y mantenimiento se contempla llevar actividades de extracción, el cual podemos considerar como la mayor afectación hacia este componente (es importante mencionar que la actividad de extracción se llevara a cabo por etapas, descritas en el capítulo 2 del presente documento), modificando la topografía del sitio, además de que se pudiese provocar una afectación al drenaje superficial del terreno, para lo cual se contempla la implementación de medidas de mitigación que comprenden la limpieza inmediata de los escurrimientos que pudieran observarse en el sitio del proyecto y el mantenimiento periódico de la maquinaria y equipo, por alguno posible fuga que pudiese contaminar el suelo.

Factor Ambiental: AGUA

Descripción: En el sitio del proyecto, se presenta poco escurrimiento superficial, sin embargo, es importante el considerar que, durante las actividades de preparación de sitio como desmonte y despalme, traslado y uso de maquinaria, equipo y vehículos, generación de residuos, se tomen en cuenta los escurrimientos pluviales, para no interrumpir dichos flujos.

Los impactos derivados de las diferentes actividades de preparación del sitio, están enfocados a la afectación temporal del drenaje superficial, así como a la susceptibilidad de la contaminación. En el caso de la susceptibilidad a la contaminación puede presentarse por arrastre de desperdicios también por restos de residuos generados por las diversas actividades del proyecto y por los trabajadores.

CONSULTA PÚBLICA

En la operación y mantenimiento del proyecto, se contemplan actividades como: extracción, acarreo y transporte, lo cual pudiera afectar de manera temporal el drenaje superficial, aunado a la calidad del recurso por la susceptibilidad a la contaminación de los escurrimientos temporales. Por lo anterior se considera de suma importancia la implementación de medidas de mitigación que reduzcan de manera significativa los impactos a ocasionarse al factor agua.

Factor Ambiental: FLORA

Descripción: Como se ha mencionado en otros aparados del documento el predio se ubican dos tipos de vegetación, el pastizal cultivado en la etapa 1 y en la etapa 2 Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia es a este tipo de vegetación por la cual se considera la realización de la actividad de desmonte y despalme, que consistirá en la eliminación total del estrato, herbáceo y arbustivo de las especies que se distribuyen dentro del sitio. Estas acciones tendrán efectos adversos en cuanto a la eliminación de vegetación, a pesar de llevarse a cabo de manera paulatina y conforme avancen las etapas de explotación del proyecto.

Una vez concluida la explotación en cada una de las áreas consideradas en cada etapa del proyecto, se implementarán actividades de reforestación en aquellas superficies afectadas por el proyecto, para lo cual se emplearán especies nativas de amplia distribución para la zona. Es importante mencionar que previo a las actividades del retiro de la vegetación se llevará a cabo o implementará la actividad de rescate de flora, que nos permitirá tener el germoplasma de especies para llevar a cabo la reforestación.

Factor Ambiental: FAUNA

Descripción*:* La afectación a los animales silvestres está relacionada con la pérdida del hábitat natural. Cabe mencionar que una de las actividades que generará impactos a la fauna es el desmonte y despalme debido a que estos sitios expondrán directamente a los pequeños animales y por la depredación o posible daño por el tránsito de maquinaria y vehículos.

El uso de vehículos y el desplazamiento de gente, propicia el ahuyentamiento de la fauna, lo que impactarán de forma relevante sobre la abundancia de las especies al iniciar la etapa de preparación del sitio, estos efectos se presentarán como ya se mencionó durante todo el proceso de preparación de sitio y también en la operación, por lo que se estima que una vez terminadas las etapas, las condiciones iniciales (antes de la obra) que presentaba la fauna serán reestablecidas; por lo que algunas alteraciones a la fauna son de tipo temporal y dada la adaptabilidad de los

CONSULTA PÚBLICA

organismos los únicos cambios identificados tienen que ver con el continuo movimiento y ruido, principalmente será el ahuyentamiento de los animales a zonas aledañas al áreas donde se realizan las actividades del proyecto, estas actividades también provocarán un impacto sobre la abundancia de la fauna en el sitio. Sin embargo, una vez que las actividades hayan cesado la fauna podrá regresar al lugar.

Factor Ambiental: PAISAJE

Descripción: Con el inicio del proyecto en su etapa de preparación de sitio, se contempla la implementación de actividades tales como: deshierbe, desmonte y despalme, el traslado y uso de maquinaria, equipo, vehículos y la generación de residuos, con lo cual se derivarán los primeros efectos adversos de significancia moderada a baja, que incidirán en el paisaje del proyecto.

Para la etapa de operación, se contemplan actividades como: explotación del banco de yeso por medios mecánicos, el acarreo y transporte del material, durante el tiempo de vida del proyecto (es importante mencionar que serán diferentes etapas de explotación en el proyecto, capítulo 2 del presente documento), conforme termine cada una de las etapas en los sitios de explotación, se implementarán una serie de acciones enfocadas a actividades de reforestación.

Factor: Socioeconómicos

Descripción: Los impactos positivos en este factor son debido a que se crearan innumerables fuentes de empleo en cada una de las etapas del proyecto desde la preparación del sitio hasta el abandono (actividades de restauración del sitio), que beneficiar a un número considerables de familias campechanas.

Todos los impactos a generar son considerados positivos, ya que el proyecto generara una derrama económica importante en la entidad, ya que se usarán diferentes bienes y servicios que a su vez impulsan diferentes actividades económicas.

CONSULTA PÚBLICA

V.2. Evaluación de los impactos ambientales para el proyecto

Una vez identificados los impactos ambientales se procedió a evaluar los impactos ambientales para ello se utilizó la formular de importancia de impactado establecida por Conesa Fernández, que se describe a continuación.

IMPORTANCIA DEL IMPACTO = ± *(3 Importancia + 2 Extensión + Momento + Persistencia + Reversibilidad + Sinergismo + Acumulación + Efecto + Periodicidad + Recuperabilidad)*

V.2.1. Criterios de evaluación de impactos ambientales

Inicialmente para calcular la importancia de impacto se consideran los criterios de valoración como el carácter del impacto (naturaleza), importancia, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergismo, acumulación, efecto, periodicidad y recuperabilidad.

1. **Carácter del impacto o naturaleza.** Los impactos pueden ser positivos (benéficos) o negativos (perjudiciales, son caracterizados por el signo negativo (-) y positivo (+) respectivamente.
2. **Importancia.** Representa la incidencia de la acción causal sobre el factor impactado en el área en la que se produce el efecto.
3. **Extensión.** A veces la incidencia del impacto está circunscrita; en otros casos se extiende disminuyendo sus efectos hasta que los mismos no son medibles. El impacto puede ser localizado (puntual) o extenderse en todo el entorno del proyecto o actividad (se lo considera extenso).
4. **Momento.** Se refiere al tiempo transcurrido entre la acción y la aparición del impacto. Para poder evaluar los impactos diferidos en el tiempo se necesita de modelos o de experiencia previa. La predicción del momento de aparición del impacto, será mejor cuando menor sea el plazo de aparición del efecto.
5. **Persistencia.** Se refiere al tiempo que el efecto se manifiesta hasta que se retorne a la situación inicial en forma natural o a través de medidas correctoras. Un efecto considerado permanente puede ser reversible cuando finaliza la acción causal o irreversible. En otros casos los efectos también pueden ser temporales.
6. **Reversibilidad.** La persistencia y la reversibilidad son independientes. Este atributo está referido a la posibilidad de recuperación del componente del medio o factor afectado por una determinada acción. Se considera únicamente aquella recuperación realizada en forma natural después de que la acción ha finalizado. Cuando un efecto es reversible, después de

CONSULTA PÚBLICA

transcurrido el tiempo de permanencia, el factor retornará a la condición inicial.

7. **Sinergismo.** Se refiere a que el efecto global de dos o más efectos simples es mayor a la suma de ellos, o cuando los efectos actúan de forma independiente.
8. **Acumulación.** Se refiere al aumento del efecto cuando persiste la causa.
9. **Efecto.** El impacto de una acción sobre el medio puede ser directo, es decir impactar en forma directa o puede producir como consecuencia del efecto primario, es decir, indirecto.
10. **Periodicidad.** Este atributo hace referencia al ritmo de aparición del impacto.
11. **Recuperabilidad.** Mide la posibilidad de recuperar (total o parcialmente) las condiciones de calidad ambiental iniciales como consecuencia de la aplicación de medidas de mitigación o correctivas.

V.2.1.1. Metodología para la evaluación de impactos ambientales

Como se ha mencionado, para la valoración de cada uno de los impactos ambientales identificados en la matriz de Leopold modificada, se aplicará la fórmula para calcular la importancia establecida por Conesa Fernández Vitora (CONESA, 2010).

La valoración de los impactos ambientales depende de una adecuada identificación de los cambios potenciales al entorno, por lo que se hace necesario conocer las características, así como todas las obras y/o actividades que se realizaran para el desarrollo del proyecto.

De manera que también es indispensable conocer el estado actual de las características de área donde se localiza el proyecto, dicha información se obtuvo a través del inventario y diagnóstico ambiental. Por lo tanto, los criterios de selección van en función al tipo de proyecto con la finalidad de conocer las condiciones actuales del sitio y posteriormente relacionarlas con las posibles afectaciones que se presente en el medio.

Para calcular la importancia de los impactos de cada acción sobre cada factor se considera una serie de criterios (signo, extensión, sinergia, etc.), relacionándolas en una formula, donde a cada criterio el corresponde una puntuación según el tipo de impacto con un valor entre 1 y 8 como se muestra en el siguiente cuadro

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 57. Importancia del impacto (Conesa, 1997) I= (3IN + 2EX+ MO + PE+ RV +SI+ AC+EF+PR+MC)

	Criterio	Valoración	
	Naturaleza o Signo	Positivo	+
		Negativo	-
IN	**Intensidad** (Generación de la perturbación)	Baja	1
		Media	2
		Alta	4
		Muy alta	8
EX	**Extensión** (Área de influencia)	Puntual	1
		Parcial	2
		Extenso	4
MO	**Momento** (Plazo de manifestación)	Largo plazo	1
		Mediano plazo	2
		Inmediato	4
PE	**Persistencia** (Permanencia del efecto)	Fugaz	1
		Temporal	2
		Permanente	4
RV	**Reversibilidad**	Corto plazo	1
		Mediano plazo	2
		Irreversible	4
SI	**Sinergia** (Potenciación de manifestación)	Sin sinergismo	1
		Sinérgico	2
		Muy sinérgico	4
AC	**Acumulación** (Incremento progresivo =)	Simple	1
		Acumulativo	4
EF	**Efecto** (relación causa-efecto)	Directo	1
		indirecto	4
PR	**Periodicidad** (Regularidad de manifestación)	Irregular	1
		Periódico	5
		Continuo	4
MC	**Recuperabilidad** (medios humanos)	Recuperable inmediato	1
		Recuperable mediano plazo	2
		Mitigable	4
		Irrecuperable	8

De este modo se obtiene la importancia del impacto de las acciones de las etapas del proyecto sobre los distintos factores ambientales. Sin embargo, se han de valorar los impactos totales, tanto para cada una de las etapas del proyecto como para cada uno de los componentes ambientales.

Los valores de Importancia del Impacto varían entre 13 y 100. Se los clasifica como:

Tabla 58. Valores de importancia del impacto

Valor	Relevancia	Clasificación
1- 25	Ligeros	Irrelevantes o Ligero
25 y 50	Moderados	Tolerables con medidas de mitigación
50 y 75	Severos o altos	Reducirlos drásticamente
≥75	Críticos o muy altos	No Tolerables

Por lo anterior lo resultados del cálculo de la importancia para cada uno de los impactos ambientales identificados en la matriz de Leopold modifica se describe en las siguientes tablas:

Tabla 59. Impactos aire

Actividad	Indicador Ambiental	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	Impacto	
													Signo	Relevanc.
Rehabilitación del camino de acceso	Emisiones a la atmosfera (CO, NOx, SOx)	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	16	-	Ligero
	Partículas suspendidas	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	16	-	Ligero
	Nivel sonoro	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	16	-	Ligero
Deshierbe, Desmonte y Despalme	Emisiones a la atmosfera (CO, NOx, SOx)	2	1	4	2	1	2	4	1	1	4	27	-	Moderado
	Partículas suspendidas	4	1	4	2	1	2	4	1	1	1	30	-	Moderado
	Nivel sonoro	2	1	4	2	1	1	4	1	1	1	23	-	Ligero
Extracción	Emisiones a la atmosfera (CO, NOx, SOx)	4	2	4	2	2	2	4	1	4	2	37	-	Moderado

CONSULTA PÚBLICA

Actividad	Indicador Ambiental	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	Impacto	
													Signo	Relevanc.
	Partículas suspendidas	4	1	4	2	1	2	4	1	1	1	30	-	Moderado
	Nivel sonoro	8	4	4	1	1	2	1	4	1	4	50	-	Alto
Trituración	Partículas suspendidas	4	1	4	2	1	2	4	1	1	1	30	-	Moderado
	Nivel sonoro	4	1	4	2	1	2	4	1	1	1	30	-	Moderado
Acarreo y Transporte de Material	Emisiones a la atmosfera (CO, NOx, SOx)	4	2	4	2	2	2	4	1	4	2	37	-	Moderado
	Partículas suspendidas	4	1	4	2	1	2	4	1	1	1	30	-	Moderado
	Nivel sonoro	4	1	4	2	1	2	4	1	1	1	30	-	Moderado
Limpieza del sitio	Nivel sonoro	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	16	-	Ligero

Tabla 60. Impactos suelo

Actividad	Indicador Ambiental	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	Impacto	
													Signo	Relevanc
Rehabilitación del camino de acceso	Susceptibilidad a la contaminación de suelo	2	1	4	4	4	1	1	1	1	4	28	-	Moderado
Deshierbe, Desmonte y despalme	Uso actual del suelo	4	1	4	2	2	2	4	1	1	4	34	-	Moderado
	Susceptibilidad a la contaminación de suelo	2	1	4	4	4	1	1	1	1	4	28	-	Moderado
	Susceptibilidad a la erosión	4	1	4	2	2	2	1	1	1	2	29	-	Moderado
Extracción	Modificación topográfica	8	1	4	4	4	4	4	1	4	8	59	-	Alto
	Uso actual del suelo	8	1	4	2	4	2	4	4	1	4	51	-	Alto
	Susceptibilidad a la contaminación de suelo	4	1	4	4	4	1	1	1	1	4	34	-	Moderado

CONSULTA PÚBLICA

Actividad	Indicador Ambiental	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	Impacto	
													Signo	Relevanc
	Susceptibilidad a la erosión	4	1	4	4	4	1	1	1	1	4	34	-	Moderado
Mantenimiento de maquinaria y equipo	Susceptibilidad a la contaminación de suelo	2	1	4	4	4	1	1	1	1	4	28	-	Moderado
Actividades de Reforestación y restauración	Susceptibilidad a la erosión	4	1	4	4	4	4	4	4	1	2	41	+	Moderado

Tabla 61. Impactos agua

Actividad	Indicador Ambiental	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	Impacto	
													Signo	Relevanc
Delimitación del sitio	Capacidad de infiltración y/o áreas de recarga	4	1	4	4	2	1	1	4	1	2	33	+	Moderado
Rehabilitación del camino de acceso	Susceptibilidad a la contaminación del agua	2	1	4	4	4	1	1	1	1	4	28	-	Moderado
Deshierbe, Desmonte y despalme	Capacidad de infiltración y/o áreas de recarga	8	4	2	2	2	2	4	4	4	4	56	-	Alto
Extracción	Drenaje superficial	4	1	4	2	1	1	1	4	1	4	32	-	Moderado
	Consumo del recurso	2	1	4	4	2	2	4	4	4	4	36	-	Moderado
	Capacidad de infiltración y/o áreas de recarga	4	2	2	2	2	2	4	4	4	4	40	-	Moderado
	Susceptibilidad a la contaminación del agua	4	4	2	2	2	2	4	4	4	4	44	-	Moderado
Mantenimiento de maquinaria y equipo	Susceptibilidad a la contaminación del agua	2	1	4	4	4	1	1	1	1	4	28	-	Moderado

CONSULTA PÚBLICA

Actividad	Indicador Ambiental	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	Impacto	
													Signo	Relevanc
Actividad de reforestación y restauración	Consumo del recurso	2	1	4	4	2	2	4	4	4	4	36	-	Moderado
	Capacidad de infiltración y/o áreas de recarga	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	50	+	Alto

Tabla 62. Impactos flora

Actividad	Indicador Ambiental	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	Impacto	
													Signo	Relevanc
Delimitación del sitio	Vegetación natural	4	1	4	4	2	2	4	4	4	4	42	+	Moderado
	Fragmentación	4	1	4	4	2	2	4	4	4	4	42	+	Moderado
Actividades de rescate de Flora	Vegetación natural	4	1	4	4	2	2	4	4	4	4	42	+	Moderado
Deshierbe, Desmonte y despalme	Vegetación natural	2	2	4	2	2	2	4	1	1	4	30	-	Moderado
	Fragmentación	2	2	4	2	2	2	4	1	1	4	30	-	Moderado
Actividades de Reforestación y restauración	Vegetación natural	8	1	4	4	2	2	4	4	4	4	54	+	Alto
	Fragmentación	8	1	4	4	2	2	4	4	4	4	54	+	Alto

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 63. Impactos fauna

Actividad	Indicador Ambiental	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	Impacto	
													Signo	Relevanc
Delimitación del sitio	Movilidad de especies	2	1	2	2	2	2	1	1	4	2	24	+	Ligero
	Fragmentación de habitad	2	1	2	2	2	2	1	1	4	2	24	+	Ligero
Actividades de rescate de Fauna	Fragmentación de habitad	4	4	2	4	4	4	4	1	4	1	44	+	Moderado
Deshierbe, Desmonte y despalme	Movilidad de especies	2	2	4	2	2	2	4	1	1	4	30	-	Moderado
Extracción	Movilidad de especies	2	2	4	2	2	2	4	1	1	4	30	-	Moderado
Acarreo y transporte	Movilidad de especies	2	2	4	2	2	2	4	1	1	4	30	-	Moderado
Actividades de Reforestación y restauración	Movilidad de especies	4	4	2	4	4	4	4	1	4	8	51	+	Alto
	Fragmentación de habitad	4	4	2	4	4	4	4	1	4	1	44	+	Moderado

Tabla 64. Impactos paisaje

Actividad	Indicador Ambiental	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	Impacto	
													Signo	Relevanc
Deshierbe, Desmonte y despalme	Calidad visual	4	4	2	2	2	2	4	4	4	2	42	-	Moderado
Instalación de Equipos	Calidad visual	2	1	4	2	2	1	1	1	1	1	21	-	Ligero
Extracción	Calidad visual	2	1	4	2	2	1	1	1	1	1	21	-	Ligero
Limpieza del sitio	Calidad visual	2	1	2	2	2	2	1	1	4	2	24	+	Ligero
Actividad de reforestación y restauración	Calidad visual	4	4	2	4	4	4	4	1	4	8	51	+	Alto

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 65. Impactos socioeconómicos

Actividad	Indicador Ambiental	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	Impacto	
													Signo	Relevanc
Delimitación del sitio	Empleo	2	2	2	2	1	2	4	1	1	2	25	+	Ligero
Medidas Ambientales	Empleo	4	4	2	4	2	2	4	1	4	4	43	+	Moderado
	Actividades Económicas	2	2	2	2	1	2	4	1	1	2	25	+	Ligero
Rehabilitación de camino de acceso	Empleo	4	4	2	4	2	2	4	1	4	4	43	+	Moderado
	Uso de bienes y servicios	4	4	2	4	2	2	4	1	4	4	43	+	Moderado
Deshierbe, Desmonte y despalme	Empleo	2	2	2	2	1	2	4	1	1	2	25	+	Ligero
Extracción	Empleo	8	4	2	4	2	4	4	4	4	8	64	+	Alto
	Seguridad	2	2	2	2	1	2	4	1	1	2	25	-	Ligero
	Uso de bienes y servicios	4	4	2	4	2	2	4	1	4	4	43	+	Moderado
	Actividades Económicas	4	4	2	4	2	2	4	1	4	4	43	+	Moderado
	Uso de infraestructura local	4	4	2	4	2	2	4	1	4	4	43	+	Moderado
Trituración	Empleo	2	2	2	2	1	2	4	1	1	2	25	+	Ligero
	Empleo	2	2	2	2	1	2	4	1	1	2	25	-	Ligero
Transporte de Material	Empleo	8	4	2	4	2	4	4	4	4	8	64	+	Alto
	Seguridad	2	2	2	2	1	2	4	1	1	2	25	-	Ligero
	Uso de bienes y servicios	4	4	2	4	2	2	4	1	4	4	43	+	Moderado
	Uso de infraestructura local	8	4	2	4	2	4	4	4	4	8	64	+	Alto
Mantenimiento de Maquinaria y Equipo	Empleo	4	4	2	4	2	2	4	1	4	4	43	+	Moderado
	Seguridad	2	2	2	2	1	2	4	1	1	2	25	+	Ligero
	Uso de bienes y servicios	4	4	2	4	2	2	4	1	4	4	43	+	Moderado
	Uso de infraestructura local	4	4	2	4	2	2	4	1	4	4	43	+	Moderado
	Empleo	4	4	2	4	2	2	4	1	4	4	43	+	Moderado

CONSULTA PÚBLICA

Actividad	Indicador Ambiental	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	I	Impacto	
													Signo	Relevanc
Limpieza del sitio	Uso de Infraestructura local	2	2	2	2	1	2	4	1	1	2	25	+	Ligero
Actividad de reforestación y restauración.	empleo	4	4	2	4	2	2	4	1	4	4	43	+	Moderado
	Uso de bienes y servicios	4	4	2	4	2	2	4	1	4	4	43	+	Moderado
	Uso de infraestructura local	2	2	2	2	1	2	4	1	1	2	25	+	Ligero

A continuación, se detallan los resultados obtenidos de la valoración de los impactos ambientales positivos y negativos identificados mediante una matriz modificada (matriz de Leopold) para el proyecto.

Tabla 66. Valores de impactos

Factor Ambiental	Positivos					Negativos				
	Ligero	Moderados	Alto o severo	Critico	**Total, positivos**	Ligero	Moderados	Alto o severo	Critico	**Total, Negativos**
Aire	0	0	0	0	**0**	5	9	1	0	**15**
Suelo	0	1	0	0	**1**	0	7	2	0	**9**
Agua	0	0	1	0	**1**	0	7	1	0	**8**
Flora	0	3	2	0	**5**	0	3	0	0	**3**
Fauna	2	2	1	0	**5**	0	3	0	0	**3**
Paisaje	1	0	1	0	**2**	2	1	0	0	**3**
Socioeconómico	7	11	3	0	**21**	3	0	0	0	**3**
Total	**10**	**17**	**8**	**0**	**35**	**10**	**30**	**4**	**0**	**44**

Se contabilizaron y valoraron un total de 79 impactos ambientales que corresponde al 100%, resultando 44 impactos negativos que representan el 55.69 %, de los cuales, 10 serán negativos ligeros (irrelevantes), 30 impactos negativos moderados valorizados como tolerables o mitigables y 4 considerados como severos, que con las medidas de mitigación y compensación pueden reducir su grado de afectación.

Para el caso de los impactos positivos se detectaron 35 impactos positivos que representan el 44.31%, de los cuales 10 serán positivos ligeros, 17 impactos positivos moderados y 8 considerados como altos.

CONSULTA PÚBLICA

CONSULTA PÚBLICA

CAPITULO VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.

Las medidas de prevención, mitigación, corrección y restauración propuestas para el proyecto, tienen como finalidad evitar o reducir las alteraciones ambientales que pudieran derivarse de la preparación del sitio, la extracción del mineral, la trituración y clasificación del material, el mantenimiento de maquinaria y las actividades de abandono y restauración.

Su planteamiento considera las características físicas, biológicas y socioeconómicas del área de estudio, particularmente la presencia de materiales sedimentarios asociados con depósitos de yeso, la condición del acuífero de la península de Yucatán, las diferencias entre las coberturas de pastizal cultivado y vegetación secundaria arbórea.

El proyecto comprende una superficie aproximada de 44,105.11 m², distribuida en una primera etapa de extracción de 10,467.01 m², una segunda etapa de 21,339.64 m² y un área de amortiguamiento de 12,298.45 m². La suma de las superficies desglosadas es de 44,105.11 m².

Las medidas se plantean considerando que la prevención es prioritaria frente a la corrección posterior. Por ello, las actividades deberán delimitarse espacialmente, ejecutarse de manera progresiva y acompañarse de procedimientos de supervisión que permitan comprobar su cumplimiento.

Para facilitar su aplicación, se establecen medidas específicas por componente ambiental, indicando su mecanismo de ejecución, etapa de aplicación, duración, criterios de eficacia y programa ambiental responsable.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 67. Medidas de prevención, mitigación y corrección por componente ambiental

Componente ambiental e impacto potencial	Medida de prevención, mitigación o corrección y mecanismo de aplicación	Etapa y duración	Criterios de eficacia y mantenimiento	Programa ambiental relacionado
Planeación ambiental y delimitación de las áreas de trabajo. Riesgo de afectación de superficies ajenas a la extracción autorizada.	Antes de iniciar las actividades se delimitarán físicamente los polígonos de extracción, los accesos, las zonas de almacenamiento temporal y el área de amortiguamiento. La maquinaria y el personal deberán permanecer dentro de las superficies destinadas a las actividades autorizadas. Previamente a la remoción de vegetación secundaria arbórea se deberá contar con las autorizaciones forestales que resulten aplicables.	Preparación del sitio y todas las etapas de operación. La delimitación permanecerá durante la vida útil del proyecto y hasta concluir la restauración.	Mantener el 100 % de los límites operativos identificados en campo. Verificar periódicamente la integridad de las marcas y corregir cualquier ocupación fuera de las áreas autorizadas.	Programa de Vigilancia Ambiental; Programa de Capacitación Ambiental.
Calidad del aire. Generación de partículas suspendidas por despalme, extracción, carga, trituración, descarga y tránsito de vehículos.	Mantener humectadas, mediante la pipa disponible, las superficies de circulación y los puntos donde se genere polvo, ajustando la aplicación de agua a las condiciones meteorológicas.	Preparación del sitio y operación. Durante las actividades que generen partículas, con especial atención a los periodos secos y de mayor viento.	Realizar inspecciones durante las jornadas de trabajo y registrar las medidas de control aplicadas. No deberá observarse una dispersión persistente de polvo hacia áreas de vegetación conservada o terrenos colindantes.	Programa de Vigilancia Ambiental; Programa de Capacitación Ambiental; Programa de Mantenimiento y Reparación de Maquinaria y Equipo.

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental e impacto potencial	Medida de prevención, mitigación o corrección y mecanismo de aplicación	Etapa y duración	Criterios de eficacia y mantenimiento	Programa ambiental relacionado
	Reducir las alturas de descarga del material, evitar velocidades excesivas de los vehículos, cubrir las cargas que puedan dispersarse durante el transporte y mantener en condiciones adecuadas el triturador móvil. Se evitará la humectación excesiva que genere escurrimientos con sedimentos.		Si se detectan emisiones visibles fuera de la zona operativa, se incrementará la humectación, se reducirá la velocidad o se suspenderá temporalmente la actividad que las genere.	
Ruido y vibraciones. Emisiones sonoras por maquinaria, trituradora y circulación de vehículos.	Mantener los equipos en condiciones mecánicas adecuadas, evitando la operación de motores, escapes o componentes que presenten ruido anormal. Organizar las actividades para evitar operaciones innecesarias y limitar la permanencia de equipos encendidos cuando no se encuentren trabajando. Verificar los niveles de ruido cuando las características de operación o la presencia de	Preparación del sitio, operación y mantenimiento. Durante el funcionamiento de maquinaria y equipos.	Contar con registros de mantenimiento y supervisión. Atender reportes de ruido mediante revisión de la fuente y adopción de medidas correctivas. Cuando resulte aplicable por las características de la fuente, verificar el cumplimiento de los límites establecidos en la NOM-081-SEMARNAT-1994 y su modificación vigente.	Programa de Vigilancia Ambiental; Programa de Mantenimiento y Reparación de Maquinaria y Equipo; Programa de Capacitación Ambiental.

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental e impacto potencial	Medida de prevención, mitigación o corrección y mecanismo de aplicación	Etapa y duración	Criterios de eficacia y mantenimiento	Programa ambiental relacionado
	receptores cercanos lo hagan necesario.			
Geología y geomorfología. Modificación del relieve, inestabilidad de excavaciones y desprendimiento localizado de materiales.	Ejecutar la extracción por sectores, limitando las superficies abiertas a las necesidades operativas. Mantener los frentes y taludes con geometría compatible con las características de los materiales, la profundidad de excavación y las condiciones de estabilidad. Evitar cortes que excedan las condiciones de diseño y revisar los frentes cuando se identifiquen fracturas, cavidades, desprendimientos o materiales inestables.	Preparación del sitio y operación, durante cada fase de extracción. Las medidas de estabilización continuarán hasta que las superficies rehabilitadas presenten condiciones adecuadas de estabilidad.	Inspeccionar periódicamente los frentes, particularmente después de lluvias intensas o de cambios visibles en los materiales. Registrar los sectores revisados y corregir oportunamente los desprendimientos o condiciones de inestabilidad. Si se detectan cavidades o condiciones geológicas que comprometan la seguridad, suspender los trabajos en el sector afectado hasta definir las medidas correspondientes.	Programa de Vigilancia Ambiental; Programa de Estabilización, Nivelación y Restauración de Taludes; Programa de Abandono, Rehabilitación y Restauración del Sitio.
Suelo y erosión. Pérdida del suelo superficial, compactación y arrastre de partículas por lluvia.	Retirar el despalme de aproximadamente 20 a 30 cm de forma separada del yeso y de los materiales del subsuelo. Conservarlo en una superficie delimitada, evitando su mezcla con residuos o sustancias contaminantes y reduciendo su	Preparación del sitio y operación. El suelo se conservará durante el tiempo necesario para su reutilización y se incorporará progresivamente en las	Mantener registros de las superficies despalmadas y del destino del material recuperado. Inspeccionar los acopios después de lluvias y corregir condiciones de erosión, dispersión o contaminación. Verificar que el material reutilizado en	Programa Integral de Residuos; Programa de Vigilancia Ambiental; Programa de Abandono, Rehabilitación y Restauración del Sitio.

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental e impacto potencial	Medida de prevención, mitigación o corrección y mecanismo de aplicación	Etapa y duración	Criterios de eficacia y mantenimiento	Programa ambiental relacionado
	exposición a la erosión. El material se reutilizará en la restauración de las superficies intervenidas. Se limitará el tránsito de maquinaria a las áreas previstas para circulación y operación. Instalación de tambores para los residuos solidos urbanos. Instalación de letrinas portátiles.	actividades de restauración.	restauración no presente mezclas evidentes con yeso comercial, residuos o hidrocarburos.	
Hidrología superficial. Modificación de escurrimientos pluviales, arrastre de sedimentos y acumulación temporal de agua en excavaciones.	Mantener el manejo de las aguas pluviales de acuerdo con las condiciones topográficas del predio, evitando obstruir rutas naturales de escurrimiento o conducir agua cargada de sedimentos hacia terrenos colindantes. Cuando la topografía de detalle lo requiera, establecer obras temporales de conducción y control de sedimentos técnicamente adecuadas. Inspeccionar las excavaciones y los	Preparación del sitio y operación, durante todo el periodo de lluvias y después de eventos meteorológicos intensos.	Verificar que no se generen escurrimientos erosivos fuera de las áreas operativas ni arrastre visible de sedimentos hacia terrenos vecinos. Documentar las inspecciones posteriores a lluvias y mantener funcionales las obras temporales de conducción que, en su caso, se establezcan.	Programa de Vigilancia Ambiental; Programa de Estabilización, Nivelación y Restauración de Taludes.

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental e impacto potencial	Medida de prevención, mitigación o corrección y mecanismo de aplicación	Etapa y duración	Criterios de eficacia y mantenimiento	Programa ambiental relacionado
	puntos bajos después de precipitaciones intensas.			
Agua subterránea. Riesgo de contaminación del acuífero por infiltración de combustibles, aceites, lubricantes o residuos.	Evitar el almacenamiento y manejo de sustancias potencialmente contaminantes sobre suelo sin protección. Si se requiere realizar mantenimiento en el predio, hacerlo en una zona delimitada y acondicionada para prevenir infiltraciones. Mantener recipientes cerrados, controlar posibles fugas y disponer de materiales absorbentes para atender derrames. No se permitirá verter sustancias, aguas residuales ni residuos directamente al suelo.	Preparación del sitio, operación, mantenimiento y abandono. Durante todas las actividades en las que se manejen combustibles, lubricantes o residuos potencialmente contaminantes.	Mantener registros de inspección, abastecimiento, mantenimiento e incidentes. Verificar que no existan manchas de hidrocarburos ni derrames sin atender. Ante un incidente, detener la fuente, contener el material, recuperar el suelo afectado cuando corresponda y gestionar los materiales contaminados conforme a su clasificación.	Programa Integral de Residuos; Programa de Mantenimiento y Reparación de Maquinaria y Equipo; Protocolo de Prevención y Atención ante Derrames de Combustibles; Programa de Vigilancia Ambiental.
Vegetación y flora. Pérdida de cobertura vegetal, remoción de especies y modificación del hábitat.	Limitar la remoción de vegetación a las superficies expresamente autorizadas. La vegetación de la Etapa 1, clasificada como pastizal	Previo al desmonte, durante la preparación del sitio y a lo largo de la operación. La conservación	Registrar las superficies intervenidas, la vegetación retirada y el destino del material vegetal. No se permitirá la remoción fuera de los límites	Programa de Vigilancia Ambiental; Programa de Capacitación Ambiental; Programa de rescate y reubicación de flora, Programa de

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental e impacto potencial	Medida de prevención, mitigación o corrección y mecanismo de aplicación	Etapa y duración	Criterios de eficacia y mantenimiento	Programa ambiental relacionado
	cultivado, y la vegetación secundaria arbórea de la Etapa 2 deberán manejarse de acuerdo con sus características particulares. Antes de intervenir cada sector, efectuar recorridos para identificar ejemplares de interés y aplicar las medidas de rescate que correspondan. Triturar el material vegetal recuperado y utilizarlo en las labores de restauración cuando sea apropiado. Conservar la superficie de amortiguamiento sin intervención directa, conforme al diseño autorizado.	del área de amortiguamiento será continua y la restauración se ejecutará progresivamente.	autorizados. Conservar evidencia de los recorridos previos y de las acciones de rescate. Verificar que la restauración incorpore especies apropiadas para las condiciones del sitio y que no se introduzcan especies invasoras.	Abandono, Rehabilitación y Restauración del Sitio.
Fauna silvestre. Ahuyentamiento, pérdida de refugios y mortalidad accidental durante el desmonte, despalme y extracción.	Antes de intervenir cada superficie, efectuar recorridos preventivos mediante observación directa. Permitir el desplazamiento de los ejemplares hacia áreas no intervenidas y aplicar procedimientos de rescate únicamente	Antes y durante la preparación del sitio, así como durante la operación y restauración. Los recorridos se realizarán antes de cada nuevo frente de intervención y	Mantener bitácoras de observación, rescate y atención de fauna. Verificar que las superficies se inspeccionen antes de retirar la vegetación. Documentar incidentes y adoptar medidas correctivas cuando se identifiquen riesgos	Programa de Vigilancia Ambiental; Programa de Capacitación Ambiental; Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, Programa de Abandono, Rehabilitación y Restauración del Sitio.

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental e impacto potencial	Medida de prevención, mitigación o corrección y mecanismo de aplicación	Etapa y duración	Criterios de eficacia y mantenimiento	Programa ambiental relacionado
	cuando resulten necesarios, mediante personal capacitado y conforme a las autorizaciones aplicables. Prohibir la caza, captura, persecución o eliminación deliberada de fauna. Prestar especial atención a las especies de interés identificadas en el inventario, incluida *Ctenosaura similis*.	cuando se detecten ejemplares en riesgo.	de mortalidad accidental. No manipular ejemplares de especies protegidas sin personal capacitado ni autorización cuando corresponda.	
Residuos mineros y aprovechamiento del material. Generación de materiales fuera de especificación comercial y riesgo de manejo inadecuado de fracciones minerales.	Mantener identificado el destino de todo el material extraído, distinguiendo el yeso comercializable de las fracciones que no cumplan las especificaciones de granulometría o calidad. Estas últimas podrán destinarse al mejoramiento de caminos blancos de terracería mediante extendido y compactación, siempre que se compruebe su idoneidad técnica y ambiental. Registrar los volúmenes y destinos. Identificar y	Preparación del sitio, extracción, trituración, clasificación y operación. Durante toda la generación de materiales y mientras se realice su aprovechamiento o manejo.	Mantener un balance documentado del material extraído, comercializado y reutilizado. No disponer fracciones minerales en terrenos no autorizados. Para el aprovechamiento en caminos, conservar la identificación del sitio receptor, el volumen aplicado y el respaldo técnico y ambiental. Evitar su aplicación en zonas inundables, cauces, cuerpos de agua o sitios donde pueda ocasionar afectaciones.	Programa Integral de Residuos; Programa de Vigilancia Ambiental; Programa de Capacitación Ambiental.

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental e impacto potencial	Medida de prevención, mitigación o corrección y mecanismo de aplicación	Etapa y duración	Criterios de eficacia y mantenimiento	Programa ambiental relacionado
	caracterizar las corrientes que deban clasificarse como residuos mineros y cumplir las obligaciones de manejo aplicables.			
Residuos sólidos urbanos, residuos de mantenimiento y materiales sanitarios. Contaminación del suelo y dispersión de residuos.	Colocar recipientes identificados para residuos sólidos urbanos y mantenerlos en sitios definidos. Separar los residuos de mantenimiento y determinar su clasificación antes de manejarlos. Los aceites usados, filtros, absorbentes contaminados y demás materiales potencialmente peligrosos no deberán mezclarse con residuos comunes. Los residuos sanitarios de los servicios portátiles, en su caso, deberán retirarse mediante un proveedor autorizado o que cumpla las disposiciones correspondientes.	Preparación del sitio, operación, mantenimiento y abandono, durante todo el periodo en que se generen residuos.	Llevar registros de generación, almacenamiento y entrega de residuos. Mantener las áreas libres de residuos dispersos y conservar la documentación de las entregas a los prestadores de servicio correspondientes. Revisar periódicamente los recipientes y las áreas de almacenamiento temporal.	Programa Integral de Residuos; Programa de Vigilancia Ambiental; Programa de Capacitación Ambiental.
Maquinaria y equipo. Emisiones, ruido, fugas y fallas operativas de excavadoras, cargadores,	Aplicar mantenimiento preventivo conforme a las	Preparación del sitio, operación, mantenimiento	Conservar bitácoras de inspección, mantenimiento y reparación. No operar	Programa de Mantenimiento y Reparación de Maquinaria y Equipo;

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental e impacto potencial	Medida de prevención, mitigación o corrección y mecanismo de aplicación	Etapa y duración	Criterios de eficacia y mantenimiento	Programa ambiental relacionado
trituradora, camiones y otros equipos.	especificaciones de los fabricantes. Inspeccionar los equipos antes de iniciar las jornadas, prestando atención a fugas de aceite, combustible, refrigerante, desgaste de componentes y funcionamiento de sistemas de escape. Los mantenimientos que puedan generar residuos o derrames deberán realizarse en instalaciones apropiadas. Si una máquina presenta fugas, detenerla y corregir la falla antes de continuar operándola.	y abandono, según los equipos utilizados. Durante toda su permanencia y funcionamiento en el proyecto.	equipos que presenten fugas activas o condiciones mecánicas inseguras. Verificar que los residuos derivados de las reparaciones sean segregados y gestionados correctamente.	Programa Integral de Residuos; Programa de Vigilancia Ambiental.
Derrames de combustibles y lubricantes. Contaminación localizada del suelo y posible infiltración hacia el subsuelo.	Aplicar el Protocolo de Prevención y Atención ante Derrames de Combustibles. Detener la fuente del derrame cuando sea seguro, delimitar el área, impedir que el material alcance excavaciones o rutas de escurrimiento, utilizar materiales absorbentes adecuados y recuperar el producto derramado. El suelo	Durante el abastecimiento, operación, mantenimiento y almacenamiento de combustibles o lubricantes. De aplicación permanente mientras exista riesgo de derrame.	Mantener equipos de respuesta disponibles y accesibles. Registrar incidentes, materiales recuperados, limpieza y destino de los residuos. Verificar que la zona afectada quede libre de contaminación visible y aplicar medidas adicionales cuando la evaluación del incidente indique que son necesarias.	Protocolo de Prevención y Atención ante Derrames de Combustibles; Programa Integral de Residuos; Programa de Mantenimiento y Reparación de Maquinaria y Equipo; Programa de Vigilancia Ambiental.

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental e impacto potencial	Medida de prevención, mitigación o corrección y mecanismo de aplicación	Etapa y duración	Criterios de eficacia y mantenimiento	Programa ambiental relacionado
	y los absorbentes contaminados deberán retirarse y manejarse según su clasificación. Se prohíbe lavar derrames con agua o dispersarlos sobre el terreno.			
Paisaje. Alteración visual por eliminación de vegetación, apertura de excavaciones, exposición del yeso y presencia de maquinaria.	Delimitar los frentes de trabajo, evitar la acumulación desordenada de materiales y conservar la vegetación de las áreas que no requieran intervención. Ejecutar la explotación por sectores y restaurar progresivamente las superficies agotadas para reducir el tiempo durante el cual permanezcan expuestas.	Preparación del sitio, operación y abandono. La restauración se realizará conforme concluyan las actividades en cada sector.	Verificar periódicamente que las modificaciones se mantengan dentro de las áreas autorizadas. Registrar las superficies restauradas y comprobar que las áreas rehabilitadas recuperen progresivamente una cobertura vegetal adecuada.	Programa de Vigilancia Ambiental; Programa de Abandono, Rehabilitación y Restauración del Sitio; Programa de Estabilización, Nivelación y Restauración de Taludes.
Medio socioeconómico y seguridad vial. Molestias por polvo, ruido, tránsito de vehículos y posibles interferencias con las actividades rurales.	Organizar las rutas de transporte, controlar la velocidad de los vehículos, cubrir las cargas susceptibles de generar polvo y evitar obstrucciones innecesarias de los caminos. Mantener comunicación con los usuarios del	Preparación del sitio, operación, mantenimiento y abandono, durante los periodos con circulación de maquinaria y vehículos.	Mantener registros de capacitación, supervisión de rutas y atención de reportes. Revisar cualquier incidente vial o queja relacionada con polvo, ruido o tránsito e implementar medidas correctivas según corresponda.	Programa de Capacitación Ambiental; Programa de Vigilancia Ambiental; Programa Integral de Residuos, cuando se relacionen con condiciones de limpieza y manejo del área operativa.

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental e impacto potencial	Medida de prevención, mitigación o corrección y mecanismo de aplicación	Etapa y duración	Criterios de eficacia y mantenimiento	Programa ambiental relacionado
	entorno cuando los trabajos puedan afectar temporalmente el tránsito. Favorecer la contratación local cuando existan perfiles adecuados y promover prácticas seguras de operación.			
Fenómenos meteorológicos e incendios. Lluvias intensas, vientos fuertes, condiciones de sequedad superficial e incendios que puedan afectar las áreas operativas.	Consultar los avisos meteorológicos y suspender temporalmente las actividades cuando las condiciones representen un riesgo para el personal, los equipos o la estabilidad de las excavaciones. Después de lluvias intensas, inspeccionar los frentes, taludes y puntos de acumulación de agua. Prohibir la quema de vegetación y residuos, evitar fuentes de ignición innecesarias y mantener procedimientos de atención de emergencias.	Preparación del sitio, operación y abandono. Durante todo el periodo de trabajo y con medidas reforzadas durante temporadas de riesgo.	Registrar las suspensiones preventivas y las inspecciones posteriores a eventos meteorológicos. No reiniciar las actividades en sectores con condiciones inseguras hasta haber efectuado las correcciones necesarias. Mantener disponibles los recursos de respuesta y capacitar al personal.	Programa de Vigilancia Ambiental; Programa de Capacitación Ambiental; Programa de Mantenimiento y Reparación de Maquinaria y Equipo.
Estabilización, nivelación y restauración de taludes.	Conformar y estabilizar	Operación y abandono. La	Inspeccionar las superficies después	Programa de Estabilización,

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental e impacto potencial	Medida de prevención, mitigación o corrección y mecanismo de aplicación	Etapa y duración	Criterios de eficacia y mantenimiento	Programa ambiental relacionado
Erosión, pérdida de estabilidad y permanencia de superficies desnudas después de la extracción.	progresivamente los taludes y las superficies agotadas conforme a las características geotécnicas de los materiales y a la geometría definida para el cierre. Recuperar el suelo de despalme conservado, distribuirlo sobre las superficies que se rehabilitarán y establecer cobertura vegetal apropiada para las condiciones locales. Las pendientes finales deberán favorecer la estabilidad y un manejo seguro de los escurrimientos.	estabilización se realizará durante el avance de la extracción y continuará al concluir el aprovechamiento de cada sector.	de lluvias y corregir erosión, cárcavas, desprendimientos o pérdida de material de restauración. Registrar las superficies niveladas y revegetadas. Evaluar periódicamente el establecimiento de la vegetación y reponer las áreas que presenten fallas de recuperación.	Nivelación y Restauración de Taludes; Programa de Abandono, Rehabilitación y Restauración del Sitio; Programa de Vigilancia Ambiental.
Abandono, rehabilitación y restauración del sitio. Permanencia de excavaciones, suelo expuesto, alteración del relieve y pérdida de cobertura vegetal al concluir la explotación.	Aplicar el Programa de Abandono, Rehabilitación y Restauración del Sitio conforme concluya la extracción en cada sector y al finalizar la vida útil del banco. El programa deberá contemplar la configuración final del terreno, la estabilización de taludes, el manejo del suelo de despalme	Durante la operación, mediante restauración progresiva, y al concluir definitivamente el aprovechamiento. El seguimiento se mantendrá hasta comprobar la estabilidad y la recuperación	Mantener registros de las superficies restauradas, materiales utilizados, acciones de revegetación e inspecciones. Verificar la estabilidad del terreno, la ausencia de erosión significativa y el establecimiento de la cobertura vegetal conforme a los objetivos del programa. Reponer la vegetación donde el	Programa de Abandono, Rehabilitación y Restauración del Sitio; Programa de Estabilización, Nivelación y Restauración de Taludes; Programa de Vigilancia Ambiental.

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental e impacto potencial	Medida de prevención, mitigación o corrección y mecanismo de aplicación	Etapa y duración	Criterios de eficacia y mantenimiento	Programa ambiental relacionado
	recuperado, el establecimiento de vegetación apropiada y el retiro de equipos, instalaciones temporales y residuos.	de las superficies rehabilitadas.	establecimiento resulte insuficiente y efectuar las correcciones que sean necesarias.	
Capacitación y cumplimiento ambiental. Riesgo de incumplimiento de las medidas por desconocimiento de los procedimientos de trabajo.	Capacitar al personal antes de iniciar sus actividades y realizar actualizaciones cuando cambien los procesos, equipos o riesgos ambientales. Los contenidos deberán incluir delimitación de áreas, manejo de residuos, prevención de derrames, protección de flora y fauna, control del polvo, seguridad vial y procedimientos de atención de emergencias.	Antes de la incorporación del personal y durante toda la operación, con sesiones de actualización conforme a las necesidades identificadas.	Mantener listas de asistencia, contenidos impartidos y registros de capacitación. Verificar en campo que las medidas sean conocidas y aplicadas. Reforzar la capacitación cuando se identifiquen incumplimientos recurrentes o cambios operativos relevantes.	Programa de Capacitación Ambiental; Programa de Vigilancia Ambiental.
Vigilancia y seguimiento ambiental. Riesgo de que las medidas no se apliquen correctamente o resulten insuficientes ante las condiciones reales de operación.	Implementar el Programa de Vigilancia Ambiental para comprobar el cumplimiento de las medidas previstas en la MIA y las obligaciones establecidas en las autorizaciones. Se realizarán inspecciones de las áreas operativas,	Desde antes del inicio de actividades, durante la preparación del sitio, operación, abandono y restauración, hasta concluir el seguimiento establecido	Mantener un expediente de cumplimiento con listas de inspección, fotografías, bitácoras, registros de capacitación, comprobantes de manejo de residuos e informes de avance. Documentar las desviaciones, las acciones correctivas y	Programa de Vigilancia Ambiental, con participación de todos los programas específicos.

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental e impacto potencial	Medida de prevención, mitigación o corrección y mecanismo de aplicación	Etapa y duración	Criterios de eficacia y mantenimiento	Programa ambiental relacionado
	registros de residuos, seguimiento de la restauración y revisión de incidentes. Cuando se identifiquen impactos no previstos o medidas insuficientes, se establecerán acciones correctivas y se actualizarán los procedimientos de manejo.	para las áreas rehabilitadas.	la verificación de su cierre.	

VI.1.2. Aplicación de los programas ambientales

Las medidas anteriores se instrumentarán mediante los programas ambientales específicos del proyecto. Cada programa deberá establecer sus objetivos, actividades, responsables, indicadores de cumplimiento, periodicidad de supervisión y mecanismos de corrección.

Programa de Vigilancia Ambiental

Será el instrumento de seguimiento general para verificar la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y restauración. Incluirá inspecciones periódicas, revisión de bitácoras, registro fotográfico de las áreas intervenidas, seguimiento de los residuos y comprobación de los avances de restauración.

El programa deberá permitir identificar desviaciones respecto de lo establecido en la MIA y documentar las acciones correctivas implementadas.

Programa Integral de Residuos

Establecerá los procedimientos para identificar, separar, almacenar temporalmente y entregar los residuos a los prestadores de servicios o instalaciones que correspondan, conforme a su clasificación.

CONSULTA PÚBLICA

Para el proyecto, deberá distinguirse expresamente el yeso comercializable, el yeso fuera de especificación que se pretenda aprovechar en caminos blancos, el suelo de despalme que se conservará para restauración, el material vegetal y los residuos auxiliares generados por la operación.

Programa de Capacitación Ambiental

Establecerá las actividades de formación del personal relacionadas con la prevención de impactos ambientales y la aplicación de los procedimientos operativos. Deberá contemplar, como mínimo, el manejo de residuos, la respuesta ante derrames, la protección de la fauna, el control de emisiones de partículas y la conservación de las superficies fuera de las áreas autorizadas.

Programa de Mantenimiento y Reparación de Maquinaria y Equipo

Definirá las inspecciones y actividades de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos utilizados en el proyecto, incluyendo el triturador móvil, excavadoras, cargadores, camiones y demás maquinaria.

Se mantendrán registros de las inspecciones, reparaciones y cambios de componentes. Cuando se detecten fugas o fallas que puedan ocasionar contaminación o condiciones inseguras, el equipo deberá retirarse temporalmente de operación hasta su reparación.

Protocolo de Prevención y Atención ante Derrames de Combustibles

Establecerá los procedimientos para prevenir, controlar y atender derrames durante el abastecimiento, la operación y el mantenimiento de los equipos.

El protocolo deberá contemplar la disponibilidad de materiales absorbentes, la contención de la fuente, la protección de excavaciones y rutas de escurrimiento, la recuperación de los materiales afectados y su manejo conforme a la clasificación correspondiente.

Programa de Abandono, Rehabilitación y Restauración del Sitio

Definirá las acciones para restablecer las condiciones físicas y biológicas de las superficies agotadas. Comprenderá el retiro de equipos e instalaciones temporales, la conformación final del terreno, la reutilización del suelo de despalme, la revegetación y el seguimiento de la recuperación ambiental.

Su aplicación deberá comenzar de manera progresiva durante la operación y continuar hasta concluir la rehabilitación de las superficies afectadas.

CONSULTA PÚBLICA

Programa de Estabilización, Nivelación y Restauración de Taludes

Establecerá los procedimientos para conformar y estabilizar las superficies excavadas y los taludes asociados con la extracción. Las medidas deberán responder a las características observadas de los materiales geológicos y a las condiciones de estabilidad de cada frente.

El programa incluirá inspecciones periódicas, corrección de erosión y desprendimientos, manejo de escurrimientos y preparación de las superficies para su restauración.

VI.1.3. Verificación de la eficacia de las medidas

La eficacia de las medidas se comprobará mediante indicadores verificables, registros de campo y evidencia documental. Entre los principales indicadores se encuentran la permanencia de los límites de las áreas de trabajo, la separación y destino documentado del suelo de despalme, la ausencia de residuos dispersos, la atención oportuna de derrames, el cumplimiento de las inspecciones preventivas y la evolución de las superficies restauradas.

Cuando se identifiquen incumplimientos o alteraciones no previstas, se deberán documentar sus causas, implementar las medidas correctivas correspondientes y verificar posteriormente su eficacia.

Las medidas de restauración se evaluarán considerando la estabilidad del terreno, el control de la erosión y el establecimiento de la cobertura vegetal. Si los resultados no son suficientes, se deberán realizar las correcciones necesarias, tales como la reposición de suelo, la estabilización de superficies o la reintroducción de vegetación apropiada.

La aplicación de estas medidas deberá mantenerse durante las etapas de preparación del sitio, operación, abandono y restauración, con una distribución temporal acorde con los impactos que se pretende prevenir o reducir.

En conclusión, la ejecución coordinada de los programas ambientales permitirá integrar las medidas de prevención, mitigación, corrección y restauración en un sistema de manejo verificable para el Banco de Yeso Ukum. Su finalidad será reducir las modificaciones innecesarias del entorno, conservar los componentes ambientales fuera de las áreas intervenidas y favorecer la recuperación progresiva de las superficies utilizadas para el aprovechamiento mineral.

CONSULTA PÚBLICA

VI.2. Impactos residuales

De acuerdo con los criterios establecidos en la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental del sector minero, se consideran impactos residuales aquellos efectos sobre el ambiente que permanecen después de aplicar las medidas de prevención, mitigación, corrección y restauración previstas para el proyecto.

En el caso del proyecto, la identificación de estos impactos considera las características del medio físico, biológico, paisajístico y socioeconómico, así como las actividades de preparación del sitio, extracción de yeso a cielo abierto, trituración y clasificación del material, mantenimiento de maquinaria y restauración progresiva.

El proyecto comprende una superficie total de 44,105.11 m², distribuida en una primera etapa de extracción de 10,467.01 m², una segunda etapa de 21,339.64 m² y un área de amortiguamiento de 12,298.45 m². En conjunto, las dos etapas de extracción abarcan 31,806.65 m², equivalentes aproximadamente al 72.11 % del predio, mientras que el área de amortiguamiento representa el 27.88 % restante.

Las actividades del proyecto ocasionarán modificaciones directas en las superficies destinadas a extracción. Aunque la ejecución progresiva de los trabajos, la conservación del suelo de despalme, el control de emisiones y residuos, la protección de la fauna y la restauración del terreno permitirán reducir diversos efectos, algunos permanecerán durante la operación y otros conservarán consecuencias después de concluir el aprovechamiento.

La identificación de los impactos residuales se realiza considerando las medidas contempladas en los programas ambientales del proyecto: Programa de Vigilancia Ambiental, Programa Integral de Residuos, Programa de Capacitación Ambiental, Programa de Mantenimiento y Reparación de Maquinaria y Equipo, Protocolo de Prevención y Atención ante Derrames de Combustibles, Programa de Abandono, Rehabilitación y Restauración del Sitio y Programa de Estabilización, Nivelación y Restauración de Taludes.

Los impactos descritos a continuación corresponden a los efectos que previsiblemente permanecerán aun cuando se apliquen las medidas comprometidas. Su magnitud final dependerá de la extensión efectivamente intervenida, la eficacia de las medidas y los resultados de la restauración.

CONSULTA PÚBLICA

VI.2.1. Identificación y descripción de los impactos residuales por componente ambiental

Tabla 68. Impactos residuales previstos después de la aplicación de las medidas ambientales.

Componente ambiental	Impacto ambiental inicial	Medidas de prevención, mitigación o restauración consideradas	Impacto residual y dimensión prevista	Duración del impacto residual
Geología y disponibilidad del recurso mineral	Remoción y agotamiento del depósito de yeso dentro de las áreas de extracción.	Explotación ordenada por etapas, aprovechamiento comercial del mineral y registro del material extraído.	Permanecerá la reducción irreversible del volumen de yeso disponible en los sectores explotados. La comercialización del material y el aprovechamiento de las fracciones fuera de especificación no restituyen el recurso mineral extraído. El efecto se circunscribe al depósito intervenido, dentro de las superficies autorizadas.	Permanente e irreversible en relación con el volumen extraído.
Geomorfología y relieve	Modificación de la configuración superficial del terreno y generación de excavaciones de entre 1 y 3 m de profundidad.	Extracción progresiva, estabilización y nivelación de superficies, conformación de taludes y restauración al concluir el aprovechamiento de cada sector.	Permanecerá una modificación del relieve original, aun después de conformar las superficies finales. La estabilización y nivelación podrán reducir las irregularidades y los riesgos asociados, pero no restituirán necesariamente la configuración topográfica previa a la extracción.	Durante la operación y, parcialmente, después del cierre. La modificación del relieve asociada con el volumen extraído será permanente en los sectores intervenidos.
Suelo	Pérdida del perfil edáfico original, remoción de la capa superficial, compactación y exposición de materiales del subsuelo.	Retiro separado del suelo de despalme de aproximadamente 20 a 30 cm, almacenamiento adecuado, restricción del tránsito a las áreas operativas y reutilización del material en la restauración.	Persistirá la pérdida de la secuencia original de horizontes edáficos en las áreas excavadas. La reincorporación del suelo de despalme podrá recuperar parcialmente las condiciones superficiales, pero no restablecerá de inmediato la estructura,	Permanente respecto del perfil original; parcialmente reducible mediante restauración.

CONSULTA PÚBLICA

			composición y profundidad originales del perfil.	
Calidad del aire	Generación de partículas suspendidas durante el despalme, extracción, trituración, carga, descarga y transporte del yeso.	Humectación de caminos y superficies de trabajo, control de velocidades, reducción de alturas de descarga y mantenimiento de maquinaria y trituradora.	Podrán persistir emisiones residuales de polvo durante las operaciones activas, particularmente en condiciones secas y ventosas. La aplicación de las medidas reducirá su magnitud y dispersión, pero no garantiza la eliminación absoluta de las partículas generadas.	Temporal, intermitente y limitado al periodo de actividad de las fuentes emisoras.
Ruido	Emisiones sonoras derivadas del funcionamiento de maquinaria, trituradora, excavadoras, cargadores y vehículos.	Mantenimiento preventivo, reparación de equipos defectuosos, organización de horarios y eliminación de operaciones innecesarias.	Persistirá la emisión de ruido propia del funcionamiento normal de los equipos. Su efecto será temporal y dependerá de la intensidad de las actividades, la distancia a los receptores y las condiciones de propagación sonora.	Temporal, durante el funcionamiento de los equipos.
Hidrología superficial	Modificación local de los escurrimientos pluviales y posible acumulación de agua en las excavaciones.	Manejo de aguas pluviales, conservación de condiciones adecuadas de drenaje, control de sedimentos e inspecciones después de lluvias intensas.	Podrán persistir cambios localizados en la trayectoria y acumulación del agua pluvial dentro de las superficies excavadas. Su magnitud dependerá de la topografía final y de la eficacia de las medidas de manejo. No se prevé afectación directa a cuerpos de agua superficiales dentro del polígono, de acuerdo con la información disponible.	Durante la operación y, en su caso, hasta concluir la conformación y restauración del terreno.
Agua subterránea	Riesgo de afectación a la calidad del acuífero por infiltración de combustibles, lubricantes o residuos y por cambios localizados en las condiciones de infiltración.	Prevención de derrames, manejo adecuado de sustancias, mantenimiento de maquinaria, separación de residuos y aplicación del protocolo de	Bajo la aplicación adecuada de las medidas, no se prevé un deterioro residual significativo de la calidad del agua subterránea. Sin embargo, permanecerá un riesgo residual de	Riesgo potencial durante la preparación del sitio, operación y mantenimiento; sin afectación persistente prevista si se previenen y atienden oportunamente los incidentes.

CONSULTA PÚBLICA

		atención de incidentes.	contaminación accidental debido a las características hidrogeológicas regionales y a la permeabilidad secundaria del medio geológico.	
Vegetación de la Etapa 1	Eliminación de vegetación herbácea correspondiente a 10,467.01 m² de pastizal cultivado.	Delimitación de la superficie de intervención, remoción controlada y restauración progresiva con cobertura vegetal apropiada.	Permanecerá la pérdida de la cobertura herbácea original durante el periodo de extracción. La revegetación posterior podrá recuperar la cobertura superficial y parte de las funciones ecológicas, aunque la composición y estructura de la comunidad podrán diferir de las condiciones anteriores.	Durante la extracción y parcialmente durante la restauración; la recuperación funcional dependerá del establecimiento de la vegetación.
Vegetación de la Etapa 2	Remoción de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia en una superficie de 21,339.64 m².	Delimitación del área autorizada, recorridos previos, rescate de flora cuando corresponda, conservación de la superficie de amortiguamiento y restauración progresiva con especies apropiadas.	Permanecerá la pérdida localizada de individuos arbóreos y arbustivos y la modificación de la estructura del hábitat en la superficie intervenida. La restauración podrá favorecer el establecimiento de una nueva cobertura vegetal, pero no restituirá inmediatamente la estructura, composición, estratificación y funciones de la comunidad previa.	Durante la operación y por varios años después de la restauración, según la recuperación de la vegetación.
Fauna silvestre	Pérdida o modificación de refugios, desplazamiento de organismos y riesgo de mortalidad accidental durante la preparación del sitio y la extracción.	Recorridos preventivos, desplazamiento hacia áreas no intervenidas, rescate cuando resulte necesario, capacitación del personal y prohibición de	Podrán persistir modificaciones temporales en el uso del hábitat y en la distribución local de los organismos. La restauración contribuirá a recuperar condiciones de refugio y alimentación, pero la recolonización	Temporal y de duración variable; puede prolongarse hasta que se recuperen condiciones adecuadas de hábitat.

CONSULTA PÚBLICA

		captura o eliminación de ejemplares.	dependerá de la cobertura vegetal resultante y de la disponibilidad de hábitats cercanos.	
Paisaje	Alteración visual por remoción de vegetación, excavaciones, exposición del yeso y presencia de maquinaria.	Explotación progresiva, delimitación de frentes, orden de las áreas operativas y restauración de las superficies agotadas.	Persistirá una modificación del paisaje por la transformación del relieve y la sustitución de la cobertura vegetal original. La nivelación y la revegetación podrán disminuir el contraste visual, pero no restituirán plenamente la apariencia previa del terreno.	Durante la operación y, parcialmente, después del cierre. La modificación topográfica de los sectores explotados será permanente.
Medio socioeconómico	Molestias potenciales por tránsito de vehículos, polvo, ruido y posibles interferencias con actividades productivas cercanas.	Control de polvo y ruido, organización de rutas, límites de velocidad, comunicación con el entorno y mantenimiento de equipos.	Podrán persistir molestias ocasionales relacionadas con el tránsito y el funcionamiento de maquinaria durante las jornadas de trabajo. Su alcance dependerá de las rutas utilizadas, los horarios de operación y la proximidad de receptores sensibles.	Temporal, durante las actividades operativas y el transporte del material.
Restauración y recuperación del sitio	Alteración de las condiciones superficiales como consecuencia de la explotación mineral.	Estabilización de taludes, nivelación, reutilización del suelo de despalme, rehabilitación y revegetación progresivas.	Después del cierre podrá persistir una diferencia respecto del estado inicial en la topografía, la profundidad del suelo y la composición de la vegetación. La restauración buscará estabilizar el terreno y recuperar funciones ambientales, sin asumir una restitución exacta del ecosistema previo.	Posterior al cierre, hasta alcanzar las condiciones de estabilidad y recuperación previstas en el programa de restauración.

CONSULTA PÚBLICA

VI.2.2. Análisis de los principales impactos residuales

A. Transformación del terreno y agotamiento del recurso mineral

El principal impacto residual del proyecto corresponde a la extracción del depósito de yeso y a la modificación de la configuración original del terreno.

La extracción constituye una transformación inherente al aprovechamiento minero, ya que implica la remoción física del recurso mineral y genera un volumen excavado que no puede restituirse mediante medidas convencionales de mitigación.

La ejecución progresiva de los trabajos, la estabilización de las superficies y la restauración del terreno permitirán reducir otros efectos asociados, como la erosión, la inestabilidad de los taludes y la exposición prolongada de los materiales. Sin embargo, permanecerán la disminución del recurso mineral y las diferencias topográficas derivadas del volumen extraído.

Por consiguiente, el efecto sobre el recurso mineral se considera permanente e irreversible en la porción explotada, mientras que los efectos asociados con la estabilidad superficial y la erosión podrán reducirse mediante medidas de manejo adecuadas.

B. Pérdida de suelo y modificación de sus propiedades

La preparación del sitio implicará retirar la capa superficial del suelo en las áreas destinadas a extracción. Aunque el material de despalme se conservará para su reutilización durante la restauración, la remoción modifica la disposición natural de los horizontes y las relaciones entre el suelo superficial y los materiales geológicos subyacentes.

La recuperación y reincorporación del suelo de despalme permitirá restablecer parcialmente las condiciones necesarias para el crecimiento de la vegetación. No obstante, la restauración no garantiza que se recuperen inmediatamente las propiedades físicas, químicas y biológicas originales.

Por ello, la pérdida del perfil edáfico original constituye un impacto residual asociado con las superficies excavadas. Su magnitud se relaciona con la extensión efectivamente intervenida, mientras que la recuperación funcional dependerá de la calidad del material conservado, las condiciones de almacenamiento, el manejo posterior y el establecimiento de la cobertura vegetal.

CONSULTA PÚBLICA

C. Pérdida y recuperación de la cobertura vegetal

La intervención de la vegetación representa uno de los principales impactos residuales sobre el componente biológico.

En la Etapa 1, la remoción se concentrará en la cobertura herbácea del pastizal cultivado. En la Etapa 2, la eliminación de vegetación secundaria arbórea implicará una modificación de mayor complejidad estructural, debido a la pérdida de individuos leñosos, la disminución temporal de refugios y la alteración del hábitat utilizado por la fauna.

La restauración progresiva podrá favorecer el establecimiento de una nueva cobertura vegetal y recuperar parcialmente funciones como la protección del suelo y la provisión de refugios. Sin embargo, el restablecimiento de una comunidad arbórea requiere tiempo y no garantiza que se recupere la misma composición florística, densidad o estructura de la vegetación original.

En consecuencia, el impacto residual sobre la vegetación de la Etapa 2 se mantendrá durante el periodo de explotación y podrá prolongarse después del cierre hasta que se alcance una recuperación suficiente de la cobertura y de las funciones ecológicas previstas en el programa de restauración. La conservación del área de amortiguamiento contribuirá a mantener una superficie fuera de la extracción directa, pero no sustituye la recuperación de la vegetación que sea removida en las áreas operativas.

D. Modificación de las condiciones de hábitat para la fauna

La remoción de vegetación y la transformación del terreno pueden reducir temporalmente la disponibilidad de refugios, sitios de alimentación y áreas de desplazamiento para las especies registradas durante la campaña de muestreo.

Los recorridos preventivos y las acciones de rescate reducirán el riesgo de mortalidad accidental, mientras que la ejecución progresiva permitirá que parte de la fauna se desplace hacia áreas no intervenidas.

Sin embargo, estas acciones no eliminan por completo la modificación del hábitat en las superficies explotadas. La recuperación dependerá del desarrollo de la vegetación, de la disponibilidad de recursos en las áreas circundantes y de las características finales del terreno.

Por esta razón, el impacto residual sobre la fauna se considera temporal y de recuperación gradual, aunque su duración puede variar entre grupos y especies.

CONSULTA PÚBLICA

E. Emisiones de partículas y ruido

Las actividades de extracción, trituración, carga y transporte generarán emisiones de partículas y ruido durante el funcionamiento de la maquinaria.

La humectación de caminos y superficies, la reducción de velocidades y el mantenimiento preventivo permitirán disminuir las emisiones, mientras que la organización de horarios y la reparación de equipos ayudarán a reducir las emisiones sonoras.

No obstante, durante las operaciones activas podrán persistir emisiones residuales de partículas y ruido. Su magnitud dependerá de las condiciones meteorológicas, la frecuencia de utilización de los equipos, la distancia a los receptores y el cumplimiento de las medidas de control.

Estos efectos serán temporales y estarán vinculados con la operación del banco. Una vez que cesen las actividades que los originan, las emisiones asociadas con las fuentes operativas del proyecto dejarán de producirse.

F. Riesgo residual sobre el agua subterránea

El área del proyecto forma parte del acuífero Península de Yucatán, cuya permeabilidad secundaria está asociada con el fracturamiento y la disolución de los materiales carbonatados. Aunque no se contempla la extracción directa de agua subterránea como actividad principal del proyecto, existe un riesgo potencial de contaminación accidental derivado del manejo de combustibles, aceites, lubricantes y residuos.

La aplicación del protocolo de atención de derrames, el mantenimiento de maquinaria y la prevención de descargas al suelo permitirán reducir este riesgo. Sin embargo, ningún procedimiento elimina completamente la posibilidad de un incidente accidental. Por ello, el riesgo residual sobre el agua subterránea se considera condicionado a la eficacia de las medidas preventivas y a la atención inmediata de cualquier incidente.

No se prevé una afectación significativa del acuífero bajo la aplicación correcta de las medidas, pero la prevención de derrames debe mantenerse durante toda la vida útil del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

G. Modificación residual del paisaje

La extracción de yeso ocasionará cambios visibles asociados con la exposición de los materiales geológicos, la apertura de excavaciones y la remoción de la cobertura vegetal. La nivelación de superficies y la restauración progresiva podrán reducir los contrastes visuales y favorecer la integración del terreno rehabilitado con el entorno. Sin embargo, la extracción del mineral y la modificación de la topografía impedirán restituir completamente la configuración original del paisaje en los sectores explotados.

Por consiguiente, el impacto residual paisajístico se considera permanente en relación con la transformación del relieve, aunque sus efectos visuales podrán reducirse mediante la restauración y el mantenimiento de la cobertura vegetal.

VI.2.3. Efectos residuales asociados con las medidas de mitigación

De acuerdo con los criterios de la Guía de SEMARNAT, la aplicación de medidas ambientales también puede generar efectos adicionales que deben incorporarse a la evaluación de impactos residuales.

Para el proyecto, estos efectos se relacionan principalmente con las actividades de restauración, el manejo del material de despalme y las medidas de control de emisiones.

Tabla 69. Efectos adicionales poteciales derivados de la aplicación de las medidas ambientales

Medida ambiental	Efecto adicional potencial	Forma de prevención o control
Humectación de caminos y superficies para controlar polvo.	Incremento en el consumo de agua y posible generación de escurrimientos si se aplica en exceso.	Ajustar la cantidad de agua a las condiciones meteorológicas y evitar la saturación de las superficies.
Almacenamiento temporal del suelo de despalme.	Ocupación temporal de superficie y riesgo de erosión en los acopios.	Delimitar los sitios, evitar la mezcla con otros materiales y revisar los acopios después de lluvias intensas.
Estabilización y nivelación del terreno.	Modificación adicional de la microtopografía durante las labores de conformación.	Ejecutar los trabajos conforme a las condiciones finales de diseño y evitar movimientos innecesarios de material.
Revegetación y restauración.	Perturbación temporal del terreno, tránsito de trabajadores y maquinaria, y	Ejecutar la restauración de manera progresiva, utilizar especies apropiadas para

CONSULTA PÚBLICA

Medida ambiental	Efecto adicional potencial	Forma de prevención o control
	consumo de agua durante el establecimiento de las plantas cuando sea necesario.	el sitio y ajustar las actividades a las condiciones climáticas.
Reutilización del yeso fuera de especificación en caminos blancos.	Generación adicional de polvo durante el extendido y compactación, y posible movilización o disolución del material durante lluvias.	Comprobar la idoneidad técnica y ambiental del material y establecer medidas de control durante su colocación.
Atención de derrames.	Generación de suelo, absorbentes y otros materiales contaminados que deberán retirarse y manejarse.	Contar con materiales de respuesta, contener el derrame y gestionar los residuos conforme a su clasificación.
Retiro de residuos y limpieza de áreas de trabajo.	Tránsito adicional de vehículos para transportar residuos fuera del predio.	Planificar las rutas, consolidar los retiros cuando sea compatible con las condiciones de seguridad y utilizar prestadores de servicios adecuados.

Los efectos adicionales señalados son potenciales y podrán prevenirse o reducirse mediante la correcta aplicación de los programas ambientales. Su inclusión en el diagnóstico permite considerar no solo los impactos directos de la extracción, sino también aquellos asociados con las acciones destinadas a controlarlos.

VI.2.4. Alcance espacial y temporal de los impactos residuales

La distribución espacial de los impactos residuales estará condicionada por la extensión de las superficies de extracción y por el alcance de los efectos indirectos asociados con la operación.

Las modificaciones permanentes del recurso mineral, el relieve y el perfil edáfico se concentrarán principalmente en las áreas efectivamente explotadas, mientras que los efectos por ruido, polvo y tránsito dependerán de las actividades que se desarrollen en cada etapa y podrán extenderse temporalmente hacia el entorno inmediato.

CONSULTA PÚBLICA

El área de amortiguamiento, con una superficie aproximada de 12,298.45 m², deberá mantenerse fuera de la intervención directa conforme al diseño del proyecto. Su conservación contribuirá a evitar la expansión innecesaria de las superficies alteradas, aunque no elimina los posibles efectos indirectos derivados de las actividades operativas. Desde el punto de vista temporal, los impactos residuales pueden agruparse en tres categorías:

1. **Permanentes o irreversibles:** agotamiento del yeso extraído, pérdida del perfil edáfico original en las excavaciones y modificación de la configuración topográfica.

2. **Temporales durante la operación:** emisiones de partículas, ruido, tránsito de maquinaria y perturbación de la fauna.

3. **De recuperación gradual:** pérdida de cobertura vegetal, modificación del hábitat y cambios en el paisaje que puedan reducirse mediante la restauración, pero cuya recuperación depende de la evolución del terreno y de la vegetación.

Esta diferenciación permite establecer prioridades de seguimiento, concentrando los esfuerzos de restauración en la recuperación de las superficies intervenidas y manteniendo controles operativos durante todo el periodo de aprovechamiento.

VI.2.5. Conclusión sobre los impactos residuales

La evaluación de los impactos residuales del proyecto, permite establecer que las principales alteraciones que permanecerán después de aplicar las medidas ambientales corresponden al agotamiento del recurso mineral, la modificación de la configuración original del terreno y la pérdida del perfil edáfico en las superficies excavadas.

Asimismo, la remoción de vegetación en las áreas destinadas a extracción ocasionará una modificación de la cobertura y de la estructura del hábitat, cuyos efectos podrán reducirse mediante la restauración progresiva, pero no eliminarse inmediatamente. La recuperación de la vegetación y de las funciones ecológicas dependerá de la calidad del suelo reincorporado, de la selección de especies apropiadas y del seguimiento de las superficies rehabilitadas.

Otros efectos, como la generación de polvo, el ruido, el tránsito de maquinaria y la perturbación temporal de la fauna, se consideran susceptibles de reducción mediante los programas de control operativo, mantenimiento y vigilancia ambiental. Su persistencia estará vinculada con la duración y las condiciones de las actividades que los generan.

CONSULTA PÚBLICA

En materia de agua subterránea, no se prevé una afectación bajo la aplicación adecuada de las medidas preventivas; sin embargo, permanecerá un riesgo residual asociado con la posibilidad de derrames accidentales, por lo que deberán mantenerse activos los procedimientos de prevención y atención de incidentes.

De igual manera, la restauración del sitio permitirá reducir la erosión, estabilizar los taludes y recuperar gradualmente la cobertura vegetal, pero no restituirá necesariamente el relieve, la secuencia edáfica ni la composición biológica originales en las superficies que hayan sido explotadas.

En consecuencia, la valoración final reconoce que el proyecto generará impactos residuales de distinta naturaleza, magnitud y duración. Los efectos permanentes estarán asociados principalmente con la extracción del mineral y la transformación física del terreno, mientras que los efectos sobre la vegetación, la fauna, el paisaje y la calidad ambiental podrán reducirse en diferente medida mediante la aplicación efectiva de los programas ambientales.

La permanencia de estos efectos deberá ser objeto de seguimiento durante la operación y después del cierre, hasta comprobar la estabilidad de las superficies restauradas, la recuperación de la cobertura vegetal y el cumplimiento de las condiciones ambientales establecidas en las autorizaciones correspondientes.

CONSULTA PÚBLICA

CONSULTA PÚBLICA

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

VII. Pronósticos ambientales y en su caso, evaluación de alternativas.

VII.1. Pronostico del escenario.

El pronóstico ambiental del proyecto, se desarrolla a partir de las condiciones actuales del sistema ambiental, la evolución cartográfica del uso del suelo y la vegetación, las características físicas y biológicas del predio, los resultados de los inventarios de flora y fauna y los efectos que podrían generarse durante la preparación del sitio, la extracción de yeso, la trituración y clasificación del material, y las actividades de rehabilitación y restauración.

El análisis considera una superficie total aproximada de 44,105.11 m², equivalente a 4.41 hectáreas, distribuida en dos etapas de extracción y un área de amortiguamiento. La primera etapa comprende 10,467.01 m², correspondientes al 23.73 % del predio; la segunda abarca 21,339.64 m², equivalentes al 48.38 %; y el área de amortiguamiento comprende 12,298.45 m², que representan el 27.88 % de la superficie total. La suma de las superficies desglosadas es de 44,105.11 m².

La proyección de los escenarios ambientales considera que el predio presenta condiciones diferenciadas de cobertura vegetal: pastizal cultivado con predominio de vegetación herbácea en la primera etapa y vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia en la segunda y zona de amortiguamiento, conforme a la caracterización utilizada para el proyecto. Esta diferenciación resulta importante porque la intervención sobre cada superficie producirá cambios de distinta naturaleza e intensidad.

Asimismo, el análisis incorpora los antecedentes cartográficos de las Series IV, V, VI y VII del INEGI. En las Series IV y V, el polígono se encuentra clasificado como vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia; en la Serie VI aparece como agricultura de temporal anual; y en la Serie VII se identifican pastizal cultivado y vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.

Esta secuencia representa una variación en la clasificación cartográfica del territorio a través del tiempo y constituye un antecedente relevante para interpretar la condición actual del predio. No obstante, las diferencias entre las series no permiten determinar por sí solas las fechas exactas ni las causas de las transformaciones de la cobertura vegetal.

Desde el punto de vista físico, el proyecto se localiza en una región de origen sedimentario, asociada con la Formación Icaiché y depósitos de yeso, dentro de la subprovincia fisiográfica Carso y Lomeríos de Campeche. El predio forma parte de la subcuenca RH31Aa, río Noahabín, perteneciente a la región hidrológica RH31, Yucatán Oeste, y al acuífero Península de Yucatán, clave 3105.

CONSULTA PÚBLICA

En materia biológica, los inventarios de campo documentan la presencia de vegetación herbácea, arbórea y arbustiva, así como fauna silvestre de los grupos de anfibios, aves, mamíferos y reptiles. Estos elementos constituyen componentes que deberán considerarse al proyectar las modificaciones derivadas de la extracción.

Por otra parte, el medio socioeconómico regional se caracteriza por actividades agropecuarias y apícolas, además de otros servicios y actividades productivas. La ejecución del proyecto puede generar empleos y demanda de servicios, pero también requiere prevenir efectos sobre la movilidad, la calidad del aire y el bienestar de los usuarios del entorno.

Con base en estas condiciones, se presentan cuatro escenarios: el escenario sin proyecto, el escenario con proyecto, el escenario con aplicación de medidas preventivas, de mitigación, compensación y restauración, y el escenario con proyecto sin la aplicación de dichas medidas.

VII.1.1. Pronóstico del escenario sin proyecto

En ausencia de la ejecución del proyecto, el predio conservaría las condiciones físicas y biológicas que presenta al inicio de la evaluación, sujetas a los procesos naturales y a las actividades que pudieran desarrollarse independientemente del proyecto.

Bajo este escenario no se producirían las excavaciones previstas para la extracción de yeso ni las modificaciones del terreno asociadas con la operación de maquinaria, la trituración y el movimiento de materiales. Tampoco se presentaría la remoción de vegetación atribuible al proyecto en las superficies destinadas a explotación, ni se generarían sus emisiones operativas de polvo y ruido, el tránsito adicional de vehículos o los residuos asociados con las actividades extractivas.

Medio abiótico

Las características geológicas y geomorfológicas del predio permanecerían sin las modificaciones directas derivadas de la excavación minera. El depósito de yeso conservaría su configuración natural y no se produciría la reducción del recurso mineral asociada con su extracción.

La capa superficial del suelo mantendría su disposición actual, sin las modificaciones derivadas del despalme y del movimiento de materiales previstos en el proyecto. Asimismo, no se generarían cambios topográficos asociados con la conformación de frentes de extracción.

CONSULTA PÚBLICA

En materia hidrológica, el terreno continuaría sujeto a los procesos naturales de infiltración y escurrimiento determinados por la precipitación, el relieve, la cobertura vegetal y las características del subsuelo. Al no ejecutarse las excavaciones, no se producirían modificaciones atribuibles al proyecto en la configuración de las superficies ni en la acumulación temporal de agua dentro de las áreas de extracción.

De igual manera, no existiría el riesgo adicional de contaminación del suelo o del acuífero derivado del manejo de combustibles, lubricantes y otros insumos propios de la operación del banco.

Medio biótico

La vegetación del predio conservaría su distribución actual, incluyendo las áreas de pastizal cultivado y las superficies de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.

En ausencia de la intervención extractiva, no se produciría la pérdida directa de cobertura vegetal asociada con el desmonte y despalme de las superficies de extracción. Los individuos arbóreos y arbustivos presentes en dichas áreas permanecerían sujetos a los procesos naturales de crecimiento, competencia, mortalidad y regeneración.

La fauna silvestre conservaría las condiciones de hábitat existentes, sin las modificaciones directamente asociadas con la operación del banco. La permanencia de la vegetación permitiría mantener la disponibilidad actual de refugios, sitios de alimentación y áreas de desplazamiento para las especies registradas durante los recorridos. No obstante, la ausencia del proyecto no implica que la vegetación o la fauna permanezcan necesariamente inalteradas de manera indefinida. Los procesos naturales, la estacionalidad climática, las actividades agropecuarias y otras presiones externas podrían modificar las condiciones ambientales con independencia de la extracción de yeso.

Paisaje

La configuración superficial del predio permanecería sin las modificaciones topográficas generadas por las excavaciones. Tampoco se presentarían los contrastes visuales asociados con la exposición del yeso, la remoción de vegetación y la presencia de maquinaria durante las actividades extractivas.

La distribución actual de las coberturas vegetales continuaría determinando la apariencia del paisaje, con sectores abiertos correspondientes al pastizal cultivado y superficies con mayor estructura vertical representadas por la vegetación secundaria arbórea.

CONSULTA PÚBLICA

Medio socioeconómico

En este escenario no se generarían los empleos, las contrataciones de servicios ni los ingresos vinculados directamente con la operación del banco de yeso. Tampoco se producirían los efectos asociados con el tránsito de vehículos de carga, la generación operativa de polvo y ruido o las posibles interferencias con las actividades productivas del entorno.

Por lo tanto, el escenario sin proyecto mantendría las condiciones actuales del predio respecto de las actividades extractivas propuestas, pero también implicaría que no se materializaran los beneficios económicos potenciales derivados del aprovechamiento mineral.

En términos generales, la principal característica de este escenario sería la conservación de las condiciones físicas y biológicas existentes frente a las modificaciones específicas que ocasionaría el proyecto. La evolución posterior del sistema ambiental dependería de los procesos naturales y de las actividades que se desarrollaran de manera independiente a la extracción.

VII.1.2. Pronóstico del escenario con proyecto

La ejecución del proyecto, producirá modificaciones localizadas en el sistema ambiental como resultado de la preparación del sitio, la remoción de vegetación, el despalme, la extracción del mineral y el movimiento de materiales.

El proyecto contempla la explotación a cielo abierto mediante excavaciones de aproximadamente 1 a 3 m de profundidad, con retiro de una capa superficial de suelo de aproximadamente 20 a 30 cm. Asimismo, considera el uso de maquinaria y un triturador móvil para acondicionar el material mineral de acuerdo con las necesidades de comercialización.

El yeso extraído se destinará principalmente a la venta. Las fracciones que no cumplan con las especificaciones comerciales por granulometría o calidad podrán evaluarse para su utilización en el mejoramiento de caminos blancos de terracería, mediante extendido y compactación, siempre que se compruebe su idoneidad técnica y ambiental y se cumplan las disposiciones aplicables.

La evolución del escenario con proyecto estará determinada por las características de cada etapa y por la extensión de las superficies intervenidas.

CONSULTA PÚBLICA

Medio abiótico

La preparación del sitio ocasionará la remoción del suelo superficial en las áreas destinadas a extracción. Esta actividad modificará temporalmente la estructura del terreno y expondrá los materiales geológicos subyacentes.

Durante la explotación se producirá la extracción progresiva del yeso y la modificación de la configuración topográfica en los sectores intervenidos. Aunque las profundidades previstas son relativamente reducidas, la alteración del perfil original del terreno será directa y permanecerá en los sectores explotados, aun después de realizar las actividades de nivelación y restauración.

La exposición de materiales y la circulación de maquinaria podrán favorecer procesos localizados de compactación y erosión. Durante la temporada de lluvias, las superficies sin cobertura vegetal podrían presentar escurrimientos concentrados o acumulación temporal de agua en las excavaciones, dependiendo de las condiciones topográficas y de infiltración.

En relación con la calidad del aire, las operaciones de despalme, extracción, trituración, carga, descarga y transporte generarán emisiones de partículas. Su dispersión dependerá de las condiciones del viento, la humedad superficial y la frecuencia de las operaciones. Asimismo, la maquinaria y la trituradora constituirán fuentes temporales de ruido.

En cuanto al agua subterránea, el proyecto se desarrollará sobre una unidad geológica sedimentaria relacionada con materiales carbonatados y depósitos de yeso, dentro del acuífero Península de Yucatán. Aunque la información regional de CONAGUA indica profundidades importantes al nivel estático en el sector de Hopelchén, no se dispone de una medición directa del nivel freático dentro del predio. Por ello, el pronóstico considera la necesidad de prevenir cualquier posible contaminación por combustibles, lubricantes y otros insumos, sin afirmar que la profundidad del agua subterránea haya sido determinada específicamente para el sitio.

La ausencia de cuerpos de agua superficiales identificados dentro del polígono reduce la posibilidad de afectaciones directas a cauces o lagunas en el área de extracción. Sin embargo, las actividades deberán considerar el manejo de la precipitación para prevenir el arrastre de sedimentos hacia terrenos adyacentes.

CONSULTA PÚBLICA

Medio biótico

El efecto directo más importante sobre la vegetación será la remoción de la cobertura existente en las superficies de extracción.

En la Etapa 1 se afectará principalmente la vegetación herbácea del pastizal cultivado. Esta intervención producirá la eliminación de la cobertura superficial y modificará temporalmente los recursos de refugio y alimentación disponibles para algunos organismos asociados con ambientes abiertos.

En la Etapa 2 se removerá vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. En esta superficie, la alteración comprenderá la pérdida de individuos arbóreos y arbustivos, la disminución de la cobertura leñosa y la modificación de las condiciones estructurales del hábitat.

La diferencia entre ambas comunidades implica que la afectación no será homogénea en términos ecológicos. La vegetación arbórea presenta una estructura vertical y una composición florística distintas de las del pastizal, por lo que su eliminación puede representar una modificación más compleja de los elementos que proporcionan sombra, refugio y recursos para la fauna.

Los inventarios florísticos y faunísticos constituyen una referencia para reconocer las especies presentes en las superficies muestreadas. En particular, el inventario faunístico registra anfibios, aves, mamíferos y reptiles, incluida *Ctenosaura similis*, cuyo estatus normativo debe mantenerse conforme al listado oficial aplicable.

Durante la preparación del sitio, la remoción de vegetación y el movimiento de maquinaria pueden ocasionar desplazamiento de ejemplares y pérdida localizada de refugios. La magnitud de estos efectos dependerá de la distribución real de los organismos, la superficie intervenida y las condiciones del hábitat circundante.

La explotación progresiva y la conservación del área de amortiguamiento permitirán mantener superficies fuera de la intervención directa. Sin embargo, no eliminarán la pérdida de vegetación correspondiente a las áreas efectivamente destinadas a extracción.

CONSULTA PÚBLICA

Paisaje

La operación del banco modificará la apariencia del terreno mediante la apertura de excavaciones, la exposición del yeso y la remoción de la cobertura vegetal.

Los cambios serán más notorios en los sectores con vegetación secundaria arbórea, debido a la modificación de la estructura vertical de la cubierta. En las áreas de pastizal cultivado, los contrastes visuales estarán relacionados principalmente con la exposición del suelo y de los materiales minerales.

Durante la operación, la presencia de maquinaria, vehículos y materiales en movimiento constituirá un elemento temporal del paisaje. La extensión y duración de estos cambios dependerán de la organización de los frentes de extracción y del tiempo durante el cual permanezcan abiertas las superficies intervenidas.

Medio socioeconómico

La ejecución del proyecto generará necesidades de personal para actividades de preparación, extracción, trituración, transporte, mantenimiento, supervisión y manejo ambiental.

Cuando existan las competencias necesarias, la contratación de trabajadores locales podrá favorecer el ingreso de los hogares participantes y promover la demanda de servicios en la localidad de Ukum y otros centros de abastecimiento cercanos.

Paralelamente, el tránsito de vehículos, la generación de polvo y ruido y el movimiento de maquinaria podrían producir molestias temporales o interferencias con las actividades cotidianas y productivas del entorno.

En consecuencia, el escenario con proyecto se caracteriza por la coexistencia de beneficios económicos potenciales y modificaciones ambientales localizadas. La magnitud final de ambos dependerá del desarrollo operativo, la extensión efectiva de las superficies intervenidas y el cumplimiento de las medidas ambientales previstas.

CONSULTA PÚBLICA

VII.1.3. Pronóstico del escenario con aplicación de medidas preventivas, de mitigación y compensación

En este escenario se considera la ejecución del proyecto, con la aplicación efectiva de las medidas ambientales y de los programas de vigilancia, manejo de residuos, capacitación, mantenimiento de maquinaria, prevención de derrames, estabilización de taludes y restauración del sitio.

La finalidad de estas acciones será reducir la extensión, intensidad y duración de las alteraciones evitables, así como favorecer la recuperación de las superficies intervenidas. La proyección considera las medidas que se encuentran incorporadas en el diseño ambiental del proyecto y cuya ejecución deberá documentarse durante las diferentes etapas.

Medio abiótico

La extracción progresiva permitirá limitar la extensión de las superficies que permanezcan simultáneamente expuestas y facilitará la intervención oportuna en los sectores donde concluyan los trabajos.

El retiro y conservación separados del suelo de despalme permitirán recuperar parte de los materiales superficiales que podrán utilizarse durante la restauración. Aunque no se restituirá inmediatamente el perfil edáfico original, la reincorporación del suelo favorecerá la recuperación de condiciones físicas adecuadas para el establecimiento de vegetación.

La estabilización, nivelación y restauración de taludes contribuirán a reducir la erosión localizada y mejorar la estabilidad de las superficies rehabilitadas. La inspección de los frentes después de precipitaciones intensas permitirá identificar oportunamente desprendimientos, acumulaciones de agua o cambios en las condiciones del terreno.

El control de polvo mediante humectación, la reducción de velocidades, el mantenimiento de la trituradora y el manejo apropiado del material reducirán las emisiones de partículas durante las operaciones. Estas medidas no eliminarán todas las emisiones, pero permitirán limitar su dispersión y disminuir las posibilidades de afectación hacia las áreas vecinas.

De igual manera, el mantenimiento preventivo y la aplicación del protocolo de prevención y atención ante derrames contribuirán a reducir el riesgo de contaminación del suelo y el agua subterránea. El manejo adecuado de los residuos y sustancias empleadas durante la operación evitará su dispersión y reducirá la posibilidad de infiltración de contaminantes.

CONSULTA PÚBLICA

En el ámbito hidrológico, el manejo de las aguas pluviales y la conservación de condiciones adecuadas de drenaje reducirán el riesgo de arrastre de sedimentos y de acumulación innecesaria de agua en las áreas operativas.

Medio biótico

La delimitación de las superficies de intervención permitirá evitar la remoción innecesaria de vegetación fuera de las áreas previstas para extracción. La conservación del área de amortiguamiento contribuirá a mantener una superficie fuera de la intervención directa y conservará parte de la cobertura vegetal del predio.

Los recorridos preventivos antes del desmonte y despalme permitirán identificar ejemplares de fauna presentes en las áreas de trabajo. Cuando sea necesario y procedente, se aplicarán acciones de rescate y manejo por personal capacitado, conforme a las disposiciones aplicables.

La ejecución progresiva de los trabajos facilitará que algunos organismos se desplacen hacia las áreas que permanezcan sin intervención. Sin embargo, esta medida no sustituye la conservación de hábitat ni elimina por completo el riesgo de afectación de los ejemplares que utilicen las superficies explotadas.

En cuanto a la restauración, el uso del suelo de despalme conservado y el establecimiento de vegetación apropiada contribuirán a recuperar gradualmente la cobertura vegetal y algunas funciones ecológicas del sitio.

La recuperación de los estratos arbustivo y arbóreo requerirá un periodo de desarrollo posterior a la plantación o regeneración. Por ello, la restauración deberá considerar el seguimiento del establecimiento de las plantas y la corrección de las superficies que presenten erosión o recuperación insuficiente.

La restauración no se interpretará como restitución inmediata del ecosistema original. Su finalidad será recuperar una cobertura vegetal estable y funciones ambientales compatibles con las condiciones finales del terreno.

Paisaje

La delimitación de los frentes de extracción, la conservación del área de amortiguamiento y la organización progresiva de las actividades permitirán reducir la extensión de las superficies alteradas simultáneamente.

La nivelación y estabilización de las superficies agotadas, seguidas de la restauración vegetal, favorecerán la disminución de los contrastes visuales y la integración gradual de las áreas rehabilitadas con el entorno.

CONSULTA PÚBLICA

Aunque la configuración del relieve y la apariencia del terreno no regresarán necesariamente a su condición original, las acciones de restauración permitirán mejorar la estabilidad y la continuidad visual de la cobertura vegetal en las superficies recuperadas.

Medio socioeconómico

La aplicación de las medidas de control de polvo, ruido, residuos y tránsito reducirá el riesgo de molestias para la población y de interferencias con los usos productivos cercanos.

La organización de las rutas de transporte, el mantenimiento de los equipos y la capacitación del personal contribuirán a mejorar las condiciones de seguridad durante la operación.

Por su parte, la contratación local cuando sea posible y la participación de proveedores regionales podrán favorecer la distribución de beneficios económicos relacionados con la actividad extractiva.

El Programa de Vigilancia Ambiental permitirá registrar los efectos identificados, verificar el cumplimiento de las medidas y establecer acciones correctivas cuando se detecten desviaciones o impactos no previstos.

Evolución del sistema ambiental con medidas

Bajo este escenario, el sistema ambiental experimentará las modificaciones físicas inherentes a la extracción, pero los efectos evitables se mantendrán bajo control mediante la aplicación de las medidas previstas.

Los impactos permanentes asociados con el agotamiento del recurso mineral y la modificación del relieve en las áreas explotadas permanecerán, mientras que los efectos sobre el suelo, la vegetación, la fauna, el paisaje y la calidad ambiental podrán reducirse en diferente medida.

La restauración progresiva permitirá que las superficies agotadas avancen hacia condiciones de estabilidad, con recuperación gradual de la cobertura vegetal y reducción de los procesos erosivos. La evolución posterior dependerá de la calidad de los trabajos de restauración, de las condiciones climáticas y de la capacidad de establecimiento de la vegetación.

En consecuencia, el escenario con medidas ambientales representa una condición en la que los impactos asociados con el aprovechamiento mineral se mantienen delimitados y se reduce la posibilidad de que las alteraciones se extiendan innecesariamente hacia superficies que no serán intervenidas.

CONSULTA PÚBLICA

VII.1.4. Pronóstico del escenario sin aplicación de medidas preventivas, de mitigación y compensación

Este escenario representa una condición hipotética en la que se ejecutan las actividades del proyecto, sin aplicar los programas de manejo, control y restauración propuestos.

Su inclusión permite reconocer las diferencias entre una operación con manejo ambiental y otra en la que no se implementan las acciones destinadas a prevenir o reducir los efectos sobre el entorno.

Medio abiótico

La ausencia de delimitación y de una secuencia ordenada de extracción podría ocasionar una mayor extensión de superficies desprovistas de vegetación y suelo superficial. La permanencia de estas áreas expuestas aumentaría la posibilidad de erosión, arrastre de partículas y modificación innecesaria de la configuración del terreno.

Sin el control de polvo, el movimiento de maquinaria, la trituración y el transporte podrían generar una mayor dispersión de partículas hacia los terrenos colindantes. De igual manera, la falta de mantenimiento preventivo podría incrementar las emisiones sonoras, las fugas de fluidos y las fallas operativas de los equipos.

La falta de manejo de los escurrimientos pluviales podría favorecer la formación de cárcavas, el arrastre de sedimentos y la acumulación descontrolada de agua en las excavaciones. Estas condiciones podrían dificultar las actividades operativas y aumentar los requerimientos de rehabilitación.

La ausencia de procedimientos para prevenir y atender derrames incrementaría el riesgo de contaminación localizada del suelo y, dependiendo de las condiciones de infiltración, del agua subterránea. Un incidente no atendido oportunamente podría generar una afectación mayor y requerir acciones correctivas adicionales.

Medio biótico

Sin la delimitación de las áreas de intervención, la remoción de vegetación podría extenderse más allá de las superficies previstas para extracción, aumentando la pérdida de cobertura vegetal y la afectación del hábitat.

La eliminación de vegetación secundaria arbórea sin recorridos preventivos podría ocasionar una mayor probabilidad de lesiones o mortalidad accidental de fauna, además de la destrucción de refugios y otros elementos del hábitat.

CONSULTA PUBLICA

La falta de restauración progresiva prolongaría el tiempo durante el cual las superficies permanecieran expuestas, reduciendo la disponibilidad de cobertura vegetal y dificultando la recuperación de las condiciones del hábitat.

En estas circunstancias, el área de amortiguamiento también podría quedar expuesta a afectaciones indirectas por tránsito, almacenamiento de materiales o dispersión de residuos, si no se mantiene claramente delimitada y protegida.

Paisaje

La ausencia de una organización progresiva de la extracción podría producir mayores contrastes visuales por la apertura simultánea de superficies, la acumulación desordenada de materiales y la permanencia prolongada de excavaciones y terrenos desnudos.

La falta de rehabilitación de los sectores agotados mantendría por más tiempo las superficies alteradas, dificultando la recuperación de la continuidad visual del paisaje y prolongando los efectos asociados con la exposición de los materiales geológicos.

Medio socioeconómico

La ausencia de controles operativos incrementaría la posibilidad de molestias derivadas del polvo, el ruido y el tránsito de vehículos. También podría aumentar el riesgo de accidentes y de interferencias con los desplazamientos cotidianos y las actividades productivas de la región.

La falta de procedimientos para atender incidentes o recibir observaciones de la población podría dificultar la detección de problemas y retrasar la implementación de soluciones.

Asimismo, la ausencia de un programa de capacitación ambiental podría favorecer prácticas inadecuadas en el manejo de residuos, la protección de la fauna, la utilización de combustibles y la circulación de maquinaria.

Evolución del sistema ambiental sin medidas

En este escenario, las alteraciones físicas y biológicas asociadas con el aprovechamiento mineral se producirían con una mayor probabilidad de extenderse o intensificarse por la ausencia de controles preventivos.

El suelo expuesto permanecería por más tiempo susceptible a erosión; la vegetación eliminada no se recuperaría mediante un proceso dirigido de restauración; y la fauna tendría menores condiciones de protección durante la preparación del sitio.

CONSULTA PÚBLICA

Asimismo, los incidentes relacionados con el manejo de sustancias, los residuos o los escurrimientos podrían producir efectos adicionales que requerirían acciones correctivas posteriores, con una mayor complejidad de atención.

La ausencia de medidas no eliminaría los impactos directos propios de la extracción; por el contrario, incrementaría la probabilidad de que sus efectos secundarios se prolonguen o afecten componentes adicionales del sistema ambiental.

Por ello, este escenario representa una condición ambiental menos favorable que aquella en la que se aplican de manera efectiva las medidas previstas.

VII.1.5. Comparación de los escenarios ambientales

La comparación permite identificar las diferencias entre la evolución del sistema ambiental en ausencia del proyecto, durante la ejecución de las actividades y bajo distintas condiciones de manejo ambiental.

Tabla 70. Comparación de los escenarios ambientales

Componente	Escenario sin proyecto	Escenario con proyecto	Escenario con medidas ambientales	Escenario sin medidas ambientales
Recurso mineral	Se conserva el depósito en su condición actual, sin extracción atribuible al proyecto.	Se reduce el volumen de yeso disponible por el aprovechamiento.	Permanece la extracción del mineral, con organización y control de las superficies intervenidas.	Se mantiene la extracción, con mayor probabilidad de manejo desordenado de materiales y alteraciones secundarias.
Relieve y suelo	Se conservan las condiciones superficiales actuales frente a las modificaciones mineras.	Se modifica la topografía y se retira el suelo superficial en las áreas de extracción.	Se controla la extensión de las superficies abiertas y se recupera parcialmente el suelo para restauración.	Aumenta la posibilidad de erosión, compactación y permanencia de superficies degradadas.
Agua superficial y subterránea	No se generan presiones adicionales atribuibles a la operación del banco.	Se modifica localmente el escurrimiento y aparece riesgo de contaminación accidental.	Se controlan escurrimientos y se aplican medidas de prevención de derrames.	Aumenta la probabilidad de erosión y de contaminación por incidentes no atendidos.
Vegetación	Se conserva la cobertura vegetal actual	Se elimina vegetación en las superficies	Se limita la intervención a las superficies	Se incrementa el riesgo de afectación

CONSULTA PÚBLICA

Componente	Escenario sin proyecto	Escenario con proyecto	Escenario con medidas ambientales	Escenario sin medidas ambientales
	respecto de la extracción propuesta.	destinadas a explotación.	previstas y se recupera gradualmente la cobertura.	fuera de las superficies previstas y de falta de recuperación.
Fauna	Se mantienen las condiciones de hábitat actuales respecto del proyecto.	Se produce perturbación, desplazamiento y riesgo de mortalidad accidental.	Se aplican recorridos preventivos, protección de ejemplares y restauración del hábitat.	Aumenta el riesgo de pérdida de refugios, mortalidad accidental y afectación de la fauna.
Paisaje	Se conserva la configuración visual actual frente a la actividad extractiva propuesta.	Se modifican el relieve y la cubierta vegetal en las áreas explotadas.	Se reduce la extensión de superficies alteradas y se avanza en su rehabilitación.	Se prolongan los contrastes visuales y la permanencia de áreas sin restaurar.
Medio socioeconómico	No se generan los empleos y servicios directamente asociados al proyecto, ni las molestias derivadas de su operación.	Se generan oportunidades económicas y posibles molestias operativas.	Se mantienen los beneficios potenciales y se reducen los riesgos para la población.	Aumenta la probabilidad de molestias, incidentes y conflictos por falta de control operativo.

La comparación muestra que la extracción generará modificaciones inevitables sobre el recurso mineral y las superficies explotadas. Sin embargo, la aplicación de medidas permitirá reducir la extensión y duración de diversos efectos secundarios, particularmente los relacionados con erosión, polvo, ruido, residuos, derrames y pérdida de hábitat fuera de las áreas de intervención.

En contraste, la ausencia de medidas incrementaría la probabilidad de alteraciones adicionales, prolongaría la recuperación ambiental y aumentaría los requerimientos de corrección durante la operación y el cierre.

Por lo tanto, el escenario ambiental previsto para la ejecución del proyecto deberá corresponder al escenario con medidas preventivas, de mitigación y restauración efectivamente aplicadas, supervisadas y documentadas.

CONSULTA PÚBLICA

VII.2. Evaluación de alternativas

La evaluación de alternativas considera las posibilidades de ejecución del proyecto y las decisiones de diseño y manejo que permiten reducir las afectaciones ambientales sin perder de vista el objetivo del aprovechamiento de yeso.

En este caso, la localización del proyecto se relaciona directamente con la presencia del depósito mineral en la localidad de Ukum. Por ello, la evaluación se concentra en la alternativa de no ejecutar el aprovechamiento y en las modalidades de organización y manejo de la extracción, sin atribuir ventajas a otras ubicaciones que no hayan sido analizadas mediante información geológica y técnica.

VII.2.1. Alternativa de no ejecución del proyecto

La alternativa de no ejecución consiste en mantener el predio sin desarrollar las actividades de extracción de yeso propuestas. Esta alternativa evitaría los impactos directos asociados con la apertura de excavaciones, la remoción de vegetación, el retiro de suelo y la operación de maquinaria. Asimismo, no se generarían los residuos ni las emisiones asociadas con las actividades extractivas.

Sin embargo, tampoco se materializarían los beneficios económicos potenciales derivados de la comercialización del yeso, la contratación de personal y la demanda de servicios relacionados con la operación.

Desde la perspectiva ambiental, esta alternativa conservaría las condiciones actuales del terreno respecto de las modificaciones atribuibles al proyecto, aunque la evolución de la vegetación y del uso del suelo seguiría dependiendo de los procesos naturales y de las actividades ajenas a la extracción.

VII.2.2. Alternativa de extracción por etapas

La alternativa de ejecutar el proyecto por etapas consiste en desarrollar las actividades de preparación del sitio y extracción de forma progresiva, conforme a la distribución de las superficies previstas.

Esta modalidad permite concentrar las actividades en sectores delimitados, reduciendo la extensión del terreno que permanece simultáneamente intervenida. También facilita la programación del despalme, el control de las emisiones, la inspección de los frentes y la aplicación progresiva de las medidas de rehabilitación.

Desde el punto de vista ambiental, esta alternativa favorece la identificación oportuna de condiciones geológicas o biológicas relevantes y permite adaptar el avance de la extracción a las condiciones reales del terreno.

CONSULTA PÚBLICA

La explotación progresiva no elimina los impactos directos sobre las superficies finalmente intervenidas, pero puede reducir la extensión y duración de determinados efectos secundarios y facilitar el seguimiento ambiental.

VII.2.3. Alternativa de extracción sin aplicación de medidas ambientales

Esta alternativa contempla el desarrollo de las actividades de extracción sin la ejecución de los programas de prevención, manejo, vigilancia y restauración.

Su análisis permite reconocer que la ausencia de medidas incrementaría el riesgo de erosión, dispersión de polvo, acumulación de residuos, contaminación por derrames, afectación de la fauna y permanencia de superficies degradadas.

Asimismo, la falta de mantenimiento preventivo y de procedimientos de respuesta ante incidentes aumentaría la posibilidad de que los problemas operativos generaran efectos ambientales adicionales.

En consecuencia, esta alternativa no permite establecer condiciones adecuadas para controlar los impactos previsibles y presenta mayores riesgos ambientales que la ejecución acompañada de medidas preventivas y de restauración.

VII.2.4. Alternativa de aprovechamiento del material fuera de especificación comercial

El proyecto considera que el yeso extraído se destinará principalmente a la comercialización. Las fracciones que no cumplan las especificaciones comerciales por granulometría o calidad podrán evaluarse para su aprovechamiento en caminos blancos de terracería mediante extendido y compactación.

Esta alternativa busca evitar la disposición innecesaria de material mineral que pudiera tener un uso técnicamente viable. Su aplicación estará condicionada a la comprobación de sus propiedades, a la idoneidad del material para el mejoramiento de caminos y al cumplimiento de las obligaciones ambientales correspondientes.

El aprovechamiento no deberá realizarse automáticamente por el solo hecho de que el material no se comercialice. Será necesario verificar su comportamiento físico y su idoneidad ambiental, así como documentar las cantidades y los sitios receptores.

Cuando las fracciones se clasifiquen como residuos mineros, su reutilización deberá realizarse conforme a las disposiciones de manejo que resulten aplicables.

CONSULTA PÚBLICA

VII.2.5. Integración de la alternativa ambiental propuesta

Con base en las características del depósito mineral, las superficies previstas para extracción y las medidas de manejo planteadas, la alternativa ambiental del proyecto consiste en desarrollar el aprovechamiento por etapas, delimitar las áreas de intervención, conservar el suelo superficial para su reutilización, aplicar controles a las emisiones y residuos, prevenir derrames y restaurar progresivamente las superficies agotadas.

Esta alternativa incorpora la protección de las superficies que permanecerán fuera de la extracción directa y establece la necesidad de comprobar la idoneidad técnica y ambiental del material fuera de especificación antes de reutilizarlo en caminos.

La selección definitiva de los procedimientos operativos y de restauración deberá ajustarse a las características geológicas observadas durante los trabajos y a las condiciones de estabilidad del terreno. Asimismo, el desarrollo del proyecto estará sujeto a las autorizaciones ambientales y forestales que resulten aplicables.

En consecuencia, la alternativa propuesta busca compatibilizar el aprovechamiento del recurso mineral con la reducción de las alteraciones evitables y la recuperación progresiva de las superficies intervenidas.

VII.3. Conclusión del pronóstico ambiental

El análisis de los escenarios permite concluir que la ejecución del proyecto, ocasionará modificaciones localizadas en el medio físico y biológico, principalmente por la extracción del recurso mineral, la alteración del relieve, la remoción del suelo superficial y la eliminación de vegetación en las áreas destinadas a explotación.

Estas modificaciones incluyen impactos residuales que no podrán eliminarse completamente mediante las medidas ambientales, en particular el agotamiento del depósito de yeso y la transformación de la configuración original del terreno. Asimismo, la restauración de la vegetación y de las funciones ecológicas requerirá un periodo posterior a la conclusión de las actividades extractivas.

No obstante, la aplicación efectiva de los programas de vigilancia, manejo de residuos, capacitación, mantenimiento, atención de derrames, estabilización de taludes y restauración permitirá reducir la extensión de las superficies afectadas, prevenir impactos secundarios y favorecer la recuperación progresiva del sitio.

CONSULTA PÚBLICA

La evolución del sistema ambiental dependerá de que las actividades se ejecuten dentro de las superficies previstas, se mantenga la conservación del área de amortiguamiento y se apliquen oportunamente las medidas de prevención y corrección. La restauración progresiva permitirá avanzar hacia condiciones de estabilidad superficial, recuperación de cobertura vegetal y reducción de los procesos erosivos.

Desde la perspectiva socioeconómica, el proyecto puede generar empleos y demanda de servicios, aunque también requiere controlar los riesgos asociados con el polvo, el ruido, el tránsito y las posibles interferencias con las actividades productivas del entorno.

En conclusión, el escenario ambiental con medidas representa una condición en la que los impactos del aprovechamiento mineral se mantienen delimitados y se reducen sus efectos secundarios mediante procedimientos verificables de manejo y restauración. Aunque determinadas modificaciones físicas permanecerán después del cierre, la aplicación de los programas ambientales permitirá favorecer la estabilización de las superficies intervenidas y la recuperación gradual de sus funciones ambientales.

La continuidad de este escenario dependerá del cumplimiento de las autorizaciones correspondientes, de la aplicación efectiva de las medidas previstas y del seguimiento ambiental hasta comprobar que las áreas rehabilitadas presentan condiciones adecuadas de estabilidad y recuperación.

CONSULTA PÚBLICA

VII.6. Programa de vigilancia

VII.6.1. Introducción

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) del proyecto, tiene como finalidad establecer los mecanismos de supervisión, seguimiento y evaluación necesarios para verificar el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación, corrección y restauración previstas en la Manifestación de Impacto Ambiental.

El programa se establece como un instrumento de gestión ambiental que permitirá comprobar que las actividades de preparación del sitio, extracción de yeso, trituración y clasificación del material, mantenimiento de maquinaria, manejo de residuos y restauración se desarrollen conforme a las medidas ambientales previstas y a las condiciones de las autorizaciones correspondientes.

El proyecto comprende una superficie total aproximada de 44,105.11 m², distribuida en una primera etapa de extracción de 10,467.01 m², una segunda etapa de 21,339.64 m² y un área de amortiguamiento de 12,298.45 m².

Las actividades de extracción contemplan excavaciones a cielo abierto de aproximadamente 1 a 3 m de profundidad, retiro de una capa superficial de suelo de aproximadamente 20 a 30 cm y utilización de maquinaria para la extracción, carga, transporte y acondicionamiento del yeso.

El material mineral se destinará principalmente a la comercialización. Las fracciones que no cumplan las especificaciones comerciales por granulometría o calidad podrán evaluarse para su aprovechamiento en caminos blancos de terracería mediante extendido y compactación, siempre que se compruebe su idoneidad técnica y ambiental y se cumplan las disposiciones aplicables.

El diagnóstico ambiental identifica componentes susceptibles de modificación, entre los que destacan la configuración superficial del terreno, el suelo, la calidad del aire, los escurrimientos pluviales, la vegetación y la fauna silvestre. También reconoce riesgos operativos asociados con el manejo de combustibles, lubricantes, maquinaria y residuos, así como posibles molestias por ruido, polvo y tránsito de vehículos.

CONSULTA PÚBLICA

En atención a estas condiciones, el programa incorpora los siguientes instrumentos de manejo:

1. Programa de Vigilancia Ambiental.
2. Programa Integral de Residuos.
3. Programa de Capacitación Ambiental.
4. Programa de rescate y reubicación de flora
5. Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna
6. Programa de Mantenimiento y Reparación de Maquinaria y Equipo.
7. Protocolo de Prevención y Atención ante Derrames de Combustibles.
8. Programa de Abandono, Rehabilitación y Restauración del Sitio.
9. Programa de Estabilización, Nivelación y Restauración de Taludes.

El PVA integrará los resultados de estos instrumentos mediante indicadores de cumplimiento y desempeño ambiental, inspecciones periódicas, registros de campo, evidencia fotográfica y seguimiento de las acciones correctivas.

Asimismo, permitirá identificar desviaciones respecto de las condiciones ambientales previstas, detectar efectos no anticipados y modificar las medidas de manejo cuando los resultados de la supervisión indiquen que las acciones aplicadas son insuficientes.

VII.6.2. Objetivos

Objetivo general

Establecer un sistema de vigilancia y seguimiento ambiental que permita verificar el cumplimiento de las medidas preventivas, de mitigación, corrección y restauración del proyecto, evaluar su eficacia mediante indicadores verificables y establecer oportunamente las acciones correctivas necesarias para reducir las alteraciones sobre los componentes abióticos, bióticos, paisajísticos y socioeconómicos.

Objetivos específicos

- Verificar que las actividades de extracción se desarrollen exclusivamente dentro de las superficies previstas y autorizadas.

CONSULTA PÚBLICA

- Supervisar la aplicación de las medidas de protección del suelo, control de partículas, manejo de escurrimientos y prevención de la contaminación del agua subterránea.
- Comprobar la correcta gestión de los residuos sólidos urbanos, residuos de mantenimiento y materiales que deban clasificarse como residuos mineros.
- Vigilar la protección de la vegetación y la fauna silvestre durante la preparación del sitio y la extracción.
- Evaluar la estabilidad de los frentes, taludes y superficies intervenidas, especialmente después de precipitaciones intensas.
- Verificar el avance y los resultados de la estabilización, nivelación y restauración de las superficies agotadas.
- Detectar impactos no previstos y determinar las acciones correctivas que correspondan.
- Mantener un expediente documental que permita demostrar el cumplimiento de las medidas ambientales y de las condiciones establecidas por la autoridad.
- Generar información útil para evaluar la evolución ambiental del predio y ajustar los programas de manejo cuando resulte necesario.

VII.6.3. Alcance y ámbito de aplicación

El Programa de Vigilancia Ambiental se aplicará durante las etapas de preparación del sitio, extracción, mantenimiento, abandono y restauración del proyecto.

Su ámbito espacial comprenderá las áreas directamente destinadas a extracción, las zonas operativas auxiliares, los accesos utilizados por el proyecto y el área de amortiguamiento. También incluirá la revisión de los terrenos colindantes cuando resulte necesario verificar posibles efectos indirectos, como dispersión de polvo, escurrimientos con sedimentos o afectaciones derivadas del tránsito de vehículos.

Las superficies de extracción se supervisarán de manera diferenciada, considerando las características de la vegetación de la Etapa 1, correspondiente a pastizal cultivado, y de la Etapa 2, caracterizada como vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.

Antes de iniciar cualquier actividad que implique remoción de vegetación, deberá comprobarse que se cuenta con las autorizaciones aplicables, incluidas las de cambio de uso de suelo en terrenos forestales cuando corresponda. El programa no

CONSULTA PÚBLICA

sustituye las autorizaciones ambientales ni permite realizar actividades que no hayan sido autorizadas.

De igual manera, la aplicación del programa no exime al promovente de cumplir las disposiciones en materia de residuos, emisiones, ruido, seguridad laboral, protección de flora y fauna y demás obligaciones que resulten aplicables.

VII.6.4. Organización y responsables del programa

La ejecución del PVA estará a cargo del promovente del proyecto, con apoyo del responsable ambiental designado y del personal operativo que participe en las actividades de extracción, mantenimiento y restauración.

Se propone la siguiente distribución de responsabilidades:

Tabla 71. Distribución de responsabilidades del PVA

Responsable	Funciones dentro del PVA
Promovente o responsable del proyecto	Proporcionar los recursos materiales y humanos para ejecutar los programas ambientales y garantizar la aplicación de las medidas previstas.
Responsable ambiental	Coordinar las inspecciones, integrar los registros de cumplimiento, evaluar los indicadores, identificar incumplimientos y proponer acciones correctivas.
Jefe o encargado de operación	Verificar que las actividades de extracción, carga, trituración y transporte se desarrollen dentro de las áreas delimitadas y conforme a los procedimientos establecidos.
Encargado de maquinaria y mantenimiento	Ejecutar inspecciones preventivas, mantener las bitácoras de los equipos y reportar oportunamente fugas o fallas mecánicas.
Personal operativo	Cumplir los procedimientos ambientales, separar los residuos, prevenir derrames y reportar cualquier incidente, hallazgo de fauna o condición insegura.
Especialistas ambientales externos, cuando corresponda	Realizar las evaluaciones, identificaciones taxonómicas, pruebas de laboratorio o verificaciones técnicas que requieran conocimientos especializados.

El responsable ambiental deberá contar con acceso a las áreas operativas, los registros de maquinaria, los documentos de manejo de residuos y la información relacionada con las actividades de restauración.

Cuando se detecte una desviación que pueda generar una afectación ambiental, deberá comunicarla al responsable del proyecto, documentarla y proponer las medidas necesarias para evitar su repetición.

CONSULTA PÚBLICA

VII.6.5. Levantamiento, almacenamiento y manejo de la información ambiental

El levantamiento de información se realizará mediante inspecciones de campo, listas de verificación, registros fotográficos, bitácoras operativas y, cuando corresponda, mediciones instrumentales o análisis de laboratorio.

Antes del inicio de las actividades se establecerá una línea base documental que incluya, como mínimo:

- Delimitación georreferenciada del polígono del proyecto, las dos etapas de extracción y el área de amortiguamiento.
- Registro fotográfico inicial de las coberturas vegetales, accesos, condiciones del terreno y áreas operativas previstas.
- Plano de ubicación de los cuatro transectos de fauna utilizados durante la campaña de octubre de 2026.
- Identificación de los puntos de inspección para suelo, drenaje superficial, excavaciones, maquinaria y almacenamiento de materiales.
- Registro de las condiciones iniciales de los equipos, las instalaciones auxiliares y las áreas destinadas al almacenamiento temporal de residuos.
- Identificación de las medidas ambientales aplicables y de los documentos que acrediten su cumplimiento.

Las fotografías de seguimiento deberán obtenerse, en la medida de lo posible, desde puntos georreferenciados y con una orientación semejante a la de las fotografías iniciales. Esto permitirá comparar las condiciones del terreno a lo largo del tiempo.

La información se organizará en una base de datos digital, utilizando registros independientes para cada componente ambiental y cada tipo de actividad.

Cada registro deberá incluir, según corresponda, fecha, ubicación, actividad inspeccionada, parámetro evaluado, resultado, evidencia fotográfica, incumplimiento detectado, acción correctiva, responsable y fecha de cierre.

Los resultados se conservarán en un expediente ambiental del proyecto, en formato digital y, cuando resulte necesario, impreso. El responsable ambiental deberá mantener una organización que permita localizar rápidamente la documentación, comprobar la ejecución de las medidas y elaborar informes de seguimiento.

CONSULTA PÚBLICA

La información se actualizará a partir de las inspecciones rutinarias y de los eventos extraordinarios que puedan modificar las condiciones ambientales, como lluvias intensas, derrames, desprendimientos, hallazgos de fauna o fallas en los equipos.

VII.6.6. Indicadores generales del Programa de Vigilancia Ambiental

Para facilitar la interpretación de los resultados se utilizará un conjunto de indicadores medibles y representativos de los componentes ambientales susceptibles de afectación.

Las metas indicadas en el programa son criterios internos de desempeño ambiental para verificar la eficacia de las medidas. No sustituyen los límites establecidos en normas oficiales, las condiciones de las autorizaciones ni las especificaciones técnicas que correspondan.

Tabla 72. Indicadores y su forma de determinación y cumplimiento del PVA

Indicador	Forma de determinación	Criterio de cumplimiento
Superficie intervenida	Medición georreferenciada de las superficies efectivamente ocupadas y comparación con el polígono autorizado.	Ninguna intervención fuera de los límites autorizados.
Conservación del área de amortiguamiento	Inspección del perímetro y comparación fotográfica con la condición inicial.	Ausencia de remoción o uso no autorizado dentro de la superficie delimitada.
Manejo del suelo de despalme	Registro de volúmenes retirados, almacenados y reutilizados.	Separación del suelo respecto del yeso y los residuos; destino documentado del material recuperado.
Control de polvo	Inspección visual de emisiones y registro de medidas de control aplicadas.	Ausencia de dispersión persistente y evitable hacia áreas externas a la zona de trabajo.
Control de ruido	Inspección operativa y medición instrumental cuando sea necesaria.	Cumplimiento de la normativa aplicable y atención de las fuentes que generen ruido anormal o molestias.
Manejo de residuos	Registro de cantidades, almacenamiento y destino de las corrientes generadas.	Ausencia de residuos dispersos y trazabilidad del manejo de los residuos sujetos a control.
Prevención de derrames	Registro de inspecciones, fugas, incidentes y acciones correctivas.	Ningún derrame sin atender; todos los incidentes registrados y gestionados.
Protección de fauna	Registro de recorridos preventivos, ejemplares encontrados, rescates e incidentes.	Inspecciones antes de cada frente y atención documentada de los ejemplares en riesgo.

CONSULTA PÚBLICA

Indicador	Forma de determinación	Criterio de cumplimiento
Estabilidad de taludes	Inspección visual, registro fotográfico y revisión después de lluvias intensas.	Ausencia de condiciones de inestabilidad sin atender.
Restauración del terreno	Medición de superficie rehabilitada y verificación de la estabilidad y cobertura vegetal.	Avance documentado conforme al programa de restauración y a los criterios establecidos para cada superficie.
Atención de incumplimientos	Registro de desviaciones, medidas correctivas y fecha de cierre.	Todos los incumplimientos con responsable, plazo y evidencia de atención.

VII.6.7. Medidas de vigilancia y seguimiento por impacto ambiental identificado

Tabla 73. Programa de vigilancia y seguimiento ambiental por componente

Componente e impacto a vigilar	Metodología de vigilancia y seguimiento	Parámetros o variables a registrar	Frecuencia	Indicador de éxito	Resultado esperado y actuación ante desviaciones
Geología y geomorfología: modificación del relieve y estabilidad de excavaciones.	Inspección directa de los frentes, registro fotográfico y comparación con el diseño de explotación.	Profundidad de excavación, extensión del frente, presencia de fracturas, cavidades, desprendimientos o cambios en los materiales.	Semanal y después de lluvias intensas o de cambios visibles en los frentes.	Frentes dentro de las superficies previstas y ausencia de condiciones de inestabilidad sin atender.	Mantener la extracción dentro del diseño operativo. Si se identifican cavidades o condiciones geológicas inesperadas que comprometan la estabilidad, suspender los trabajos del sector y realizar la evaluación técnica correspondiente.
Suelo: pérdida del perfil edáfico, compactación y erosión.	Inspección de las áreas despalmadas, acopios de suelo y superficies de circulación. Registro de erosión visible y de destino del material recuperado.	Superficie despalmada, volumen de suelo recuperado, ubicación de acopios, presencia de cárcavas, pérdida de material o contaminación.	Semanal durante preparación y operación; después de lluvias intensas.	Suelo de despalme separado del material mineral, almacenamiento ordenado y ausencia de erosión significativa sin atender.	Reubicar o proteger acopios cuando sea necesario, corregir los puntos de erosión y reutilizar el suelo recuperado en la restauración.
Calidad del aire: emisiones de polvo por	Inspección visual durante las actividades,	Presencia de polvo visible, duración de las	Durante las operaciones	Control efectivo de las emisiones visibles, sin	Incrementar la humectación, reducir

CONSULTA PÚBLICA

Componente e impacto a vigilar	Metodología de vigilancia y seguimiento	Parámetros o variables a registrar	Frecuencia	Indicador de éxito	Resultado esperado y actuación ante desviaciones
extracción, trituración y transporte.	revisión de humectación, vigilancia de cargas y comprobación de condiciones de circulación.	emisiones, condiciones del viento, velocidad de vehículos y aplicación de agua.	que generen partículas.	dispersión persistente fuera de las áreas de trabajo.	velocidades, ajustar las alturas de descarga, detener temporalmente la actividad que genere emisiones excesivas. Si se requiere por las características del entorno o por las condiciones de la autorización, realizar mediciones instrumentales.
Ruido: emisiones de maquinaria y trituradora.	Inspección de equipos y medición con sonómetro cuando las condiciones de operación, la presencia de receptores o una queja lo justifiquen.	Estado de escapes y componentes, fuente sonora, horario y niveles medidos en dB(A), cuando se realicen mediciones.	Inspección diaria de equipos; medición cuando resulte necesaria y ante reportes relevantes.	Equipos en condiciones adecuadas y cumplimiento de los límites normativos aplicables cuando corresponda su medición.	Retirar equipos defectuosos de operación, realizar mantenimiento y comprobar nuevamente las condiciones de emisión.
Hidrología superficial: modificaciones de escurrimientos y acumulación de agua.	Revisión de excavaciones, puntos bajos y superficies de drenaje; inspección del terreno después de precipitaciones intensas.	Presencia de agua acumulada, erosión, arrastre de sedimentos, obstrucciones y condición de las obras temporales de conducción, si se requieren.	Semanal durante lluvias y después de eventos intensos.	Ausencia de escurrimientos erosivos fuera de las áreas operativas y ausencia de obstrucciones o acumulaciones que comprometan la estabilidad.	Retirar obstrucciones, corregir trayectorias de escurrimiento y establecer medidas adicionales de control de sedimentos cuando sean necesarias.
Agua subterránea: riesgo de contaminación por combustibles, lubricantes y otros insumos.	Inspección de zonas de mantenimiento, almacenamiento y abastecimiento; revisión de fugas y de la aplicación del protocolo de derrames. Muestreo de agua	Fugas, manchas, incidentes, volumen derramado, tipo de sustancia, superficie afectada y acciones de limpieza. Si se muestrea agua: parámetros definidos según el	Inspección semanal y antes/después de las actividades críticas de abastecimiento; inmediata ante incidentes.	Ausencia de derrames sin atender y trazabilidad de todos los incidentes.	Detener la fuente, contener, recuperar los materiales afectados y evaluar la necesidad de análisis de suelo o agua. Si existe evidencia de posible infiltración,

CONSULTA PÚBLICA

Componente e impacto a vigilar	Metodología de vigilancia y seguimiento	Parámetros o variables a registrar	Frecuencia	Indicador de éxito	Resultado esperado y actuación ante desviaciones
	únicamente cuando exista un punto accesible y representativo y se justifique técnicamente, o cuando lo requiera la autoridad.	incidente y el material involucrado.			realizar las investigaciones correspondientes.
Vegetación: remoción fuera de las superficies autorizadas.	Revisión georreferenciada de los polígonos, recorridos previos, fotografías comparativas y verificación de los límites de intervención.	Superficie intervenida por etapa, cobertura vegetal retirada, ubicación de ejemplares de interés y estado del área de amortiguamiento.	Antes de intervenir cada sector y semanalmente durante el desmonte o preparación del sitio.	Cero remociones fuera de las áreas autorizadas y conservación de la superficie de amortiguamiento.	Suspender cualquier intervención fuera del límite, evaluar la afectación y definir las medidas correctivas o de restauración que correspondan.
Flora de interés: riesgo de afectación de especies relevantes o protegidas.	Recorrido de identificación antes de retirar vegetación; registro de ejemplares y aplicación de medidas de rescate cuando proceda.	Especie, número de ejemplares, ubicación, condición, acción realizada y destino, cuando exista rescate autorizado.	Antes de cada frente de intervención y cada vez que se identifiquen ejemplares durante los trabajos.	Registro de las inspecciones preventivas y atención de todos los ejemplares detectados en riesgo.	Detener temporalmente la intervención del sector cuando sea necesario, identificar el ejemplar y aplicar el procedimiento de manejo correspondiente.
Fauna silvestre: desplazamiento, lesiones o mortalidad accidental.	Inspección visual antes de desmonte y despalme; recorridos durante el avance de los trabajos; registro fotográfico y documentación de hallazgos.	Especie, número de ejemplares, ubicación, comportamiento, condición, rescates y eventos de mortalidad.	Antes de cada frente y durante las actividades de preparación; inspecciones adicionales cuando se detecte fauna en riesgo.	Recorridos preventivos documentados, ausencia de captura o eliminación deliberada y atención inmediata de ejemplares en riesgo.	Detener la actividad localizada cuando exista peligro inmediato para un ejemplar, permitir su desplazamiento o aplicar manejo especializado conforme a las disposiciones aplicables.
Manejo de residuos sólidos urbanos.	Inspección de recipientes, zonas de almacenamiento temporal y condiciones de limpieza. Revisión de comprobantes de recolección.	Tipo y cantidad de residuos, recipientes disponibles, frecuencia de retiro y evidencia de entrega.	Semanal y durante las operaciones que generen residuos.	Ausencia de residuos dispersos y documentación del destino de las corrientes generadas.	Retirar los residuos dispersos, corregir las condiciones de almacenamiento y aumentar la frecuencia de recolección

CONSULTA PÚBLICA

Componente e impacto a vigilar	Metodología de vigilancia y seguimiento	Parámetros o variables a registrar	Frecuencia	Indicador de éxito	Resultado esperado y actuación ante desviaciones
					cuando sea necesario.
Residuos de mantenimiento y potencialmente peligrosos.	Revisión de recipientes, etiquetado, segregación, almacenamiento y documentos de entrega.	Tipo de residuo, cantidad, fecha de generación, condiciones de almacenamiento, entrega y prestador de servicios.	Semanal y cada vez que se genere o retire una corriente relevante.	Ningún residuo sin identificar o manejado fuera de las condiciones correspondientes; trazabilidad documental de las entregas.	Corregir almacenamiento, separar materiales incompatibles y gestionar los residuos conforme a su clasificación y las obligaciones aplicables.
Material mineral fuera de especificación comercial.	Registro de los volúmenes extraídos, comercializados y destinados al mejoramiento de caminos; inspección del material y de los sitios receptores.	Toneladas o metros cúbicos generados, granulometría, calidad, volumen reutilizado, destino y características del camino receptor.	En cada lote o movimiento de material y mediante balance mensual.	Balance de materiales documentado y aprovechamiento únicamente de fracciones cuya idoneidad técnica y ambiental haya sido comprobada.	Suspender la aplicación si no se acredita la idoneidad, si se observa erosión, dispersión o efectos sobre el agua, y definir el manejo correspondiente al material.
Mantenimiento de maquinaria y equipo.	Revisión de bitácoras y listas de inspección previa al uso; verificación de fugas, escapes y condiciones mecánicas.	Equipo inspeccionado, fallas encontradas, reparación, mantenimiento realizado y residuos generados.	Antes de iniciar cada jornada y conforme al calendario del fabricante; inspecciones adicionales ante fallas.	Inspecciones y mantenimientos documentados; ausencia de equipos con fugas activas en operación.	Retirar temporalmente el equipo defectuoso, efectuar la reparación y comprobar su condición antes de reincorporarlo al trabajo.
Derrames de combustibles y lubricantes.	Aplicación del protocolo específico; registro del incidente, inspección del área y comprobación de la limpieza.	Tipo de sustancia, cantidad estimada, área afectada, tiempo de respuesta, material recuperado, suelo retirado y destino de los residuos.	Permanente; atención inmediata ante cualquier derrame.	Todos los incidentes atendidos, documentados y cerrados mediante evidencia verificable.	Contener, recuperar, retirar el material afectado y evaluar si se requieren muestras de suelo o agua y medidas de saneamiento adicionales.
Paisaje: alteración visual por excavaciones y eliminación de cobertura vegetal.	Fotografía comparativa desde puntos fijos, verificación de frentes y seguimiento de	Superficie abierta, superficie agotada, superficie restaurada, estado del terreno y presencia de	Mensual y al finalizar la intervención de cada sector.	Avance de restauración conforme al programa y ausencia de ocupación	Retirar materiales dispersos, ordenar el frente y acelerar la rehabilitación de los sectores cuya

CONSULTA PÚBLICA

Componente e impacto a vigilar	Metodología de vigilancia y seguimiento	Parámetros o variables a registrar	Frecuencia	Indicador de éxito	Resultado esperado y actuación ante desviaciones
	las áreas restauradas.	materiales fuera de las zonas designadas.		desordenada de áreas externas.	extracción haya concluido.
Estabilización de taludes: erosión, desprendimientos o pérdida de estabilidad.	Inspección visual de las superficies y revisión después de precipitaciones intensas; registro fotográfico desde puntos definidos.	Grietas, desprendimientos, cárcavas, pérdida de material, acumulación de agua y estabilidad aparente de los cortes.	Semanal durante la operación y después de eventos meteorológicos intensos.	Ausencia de condiciones de inestabilidad sin atender y de erosión significativa en superficies estabilizadas.	Suspender actividades en la zona afectada, delimitar el área y realizar la estabilización conforme a la evaluación técnica correspondiente.
Restauración del sitio: recuperación del suelo y la vegetación.	Inspección de superficies restauradas, medición de áreas, registro fotográfico y verificación del establecimiento de la cobertura vegetal.	Superficie restaurada, condición del suelo, cobertura vegetal, supervivencia de plantas cuando exista plantación, erosión y necesidad de reposición.	Trimestral durante la restauración y al menos al inicio y al final del periodo lluvioso, cuando las condiciones lo permitan.	Cumplimiento de las metas de restauración del programa específico, estabilidad superficial y establecimiento progresivo de la cobertura vegetal.	Corregir erosión, reponer suelo cuando proceda y replantar o favorecer regeneración en sectores cuya recuperación sea insuficiente.
Medio socioeconómico: molestias por tránsito, polvo y ruido.	Registro de rutas, inspección de vehículos y atención documentada de observaciones o quejas relacionadas con la operación.	Número y tipo de quejas, fecha, ubicación, causa identificada, acción correctiva y resultado de la atención.	Mensual y ante cada reporte o incidente relevante.	Reportes atendidos y documentados; aplicación de correcciones cuando se identifiquen efectos atribuibles al proyecto.	Revisar rutas, horarios y controles de polvo o ruido; establecer medidas adicionales conforme a la causa detectada.
Capacitación y cumplimiento ambiental.	Revisión de listas de asistencia, materiales de capacitación y observación directa de las prácticas de trabajo.	Personal capacitado, temas impartidos, fecha, evaluación de conocimientos e incumplimientos detectados.	Antes de iniciar labores, al incorporar personal y de forma periódica durante la operación.	Todo el personal operativo recibe inducción ambiental antes de incorporarse a las actividades y actualizaciones cuando sean necesarias.	Repetir la capacitación, modificar los procedimientos y verificar que el personal aplique las medidas correctamente.

Nota de aplicación: *las inspecciones rutinarias podrán realizarse por el responsable ambiental o por personal designado y capacitado. Los análisis de laboratorio, las mediciones instrumentales y las evaluaciones geotécnicas deberán realizarse cuando se requieran por las características del impacto, las condiciones de la autorización o la necesidad de comprobar la eficacia de una medida.*

.

CONSULTA PÚBLICA

VII.6.8. Seguimiento específico de los siete programas ambientales

La vigilancia de las medidas se realizará mediante el seguimiento de los programas que integran el sistema de gestión ambiental del proyecto.

Tabla VII.6.2. Seguimiento de los programas ambientales específicos

Tabla 74. Seguimiento de los programas ambientales específicos.

Programa	Medidas objeto de seguimiento	Metodología y parámetros	Frecuencia	Indicador de éxito	Resultado esperado y acción correctiva
Programa de Vigilancia Ambiental	Supervisión general de las medidas y cumplimiento de las condiciones ambientales.	Inspecciones de campo, listas de verificación, fotografías, análisis de indicadores y seguimiento de acciones correctivas.	Inspecciones semanales; integración mensual de resultados; evaluación trimestral de tendencias.	Todas las medidas aplicables cuentan con registros y las desviaciones identificadas tienen seguimiento documentado.	Mantener un sistema de cumplimiento verificable. Cuando una medida resulte insuficiente, ajustar su aplicación e incorporar acciones adicionales.
Programa Integral de Residuos	Separación, almacenamiento temporal, aprovechamiento y entrega de residuos; identificación del destino de las fracciones minerales.	Inspección de recipientes, pesaje o estimación documentada de cantidades, balances de materiales y comprobantes de entrega.	Inspección semanal y registro cada vez que se genere o retire una corriente de residuos.	Ausencia de residuos dispersos, almacenamiento adecuado y destino documentado conforme a su clasificación.	Evitar la acumulación inadecuada y la contaminación del terreno. Si se detectan deficiencias, corregir el almacenamiento y actualizar el registro de manejo.
Programa de Capacitación Ambiental	Formación del personal en residuos, flora y fauna, control de polvo, prevención de derrames y seguridad ambiental.	Listas de asistencia, evaluación de conocimientos y observación directa de las prácticas de trabajo.	Antes de iniciar actividades y al incorporar personal; actualizaciones periódicas.	Personal capacitado antes de operar y cumplimiento verificable de los procedimientos.	Reducir los errores operativos. Reforzar la capacitación cuando se identifiquen incumplimientos o se modifiquen los procedimientos.
Programa de rescate y reubicación de flora	Recorrido previo antes de la intervención, ubicar especies susceptibles a ser rescatadas	Realizar recorridos de inspección para identificar ejemplares que por sus características,	Antes de iniciar las actividades de desmonte	100% de las areas programadas revisadas antes de su intervención, 100% de los	Contar con un inventario de ejemplares susceptibles a rescatar y evitar perdida innecesaria de

CONSULTA PÚBLICA

Programa	Medidas objeto de seguimiento	Metodología y parámetros	Frecuencia	Indicador de éxito	Resultado esperado y acción correctiva
		estado fitosanitario, tamaño, posibilidad de extracción y valor ecológico sean susceptibles a rescate		ejemplares seleccionados registrados e identificados conforme a las posibilidades de determinación taxonómica	individuos vegetales. Ampliar los recorridos cuando existan areas sin revisar, corregir registros incompletos.
Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	Reconocimiento previo de las areas a intervenir	Realizar recorridos de inspección para identificar precensia de fauna, refugios, madrigueras, nidos, sitios de descanso y zonas potencialmente sensibles. Registrar observaciones, ubicación, grupo faunístico y condiciones relevantes	Antes de iniciar las actividades de cada frente o etapa.	100% de las superficies programadas inspeccionadas	Reducir el riesgo de afectar ejemplares que permanezcan en el area después de las acciones de ahuyentamiento, favorecer la salida natural de los ejemplares y disminuir la necesidad de captura y manipulación directa, contar con informacion reciente sobre la presencia de fauna y reconocer situaciones que requieran medidas preventivas. Ampliar os recorridos cuando existan zonas sin revisar; posponer temporalmente los trabajos en los puntos donde se detecten nidos activos, madrigueras ocupadas u otras condiciones que requieran una

CONSULTA PÚBLICA

Programa	Medidas objeto de seguimiento	Metodología y parámetros	Frecuencia	Indicador de éxito	Resultado esperado y acción correctiva
					actuación especializada.
Programa de Mantenimiento y Reparación de Maquinaria y Equipo	Inspección, mantenimiento preventivo y reparación de equipos.	Bitácoras, listas de inspección, registros de fallas, fugas y comprobación posterior a las reparaciones.	Inspección previa a cada jornada y mantenimiento conforme a los fabricantes.	Equipos mantenidos y ausencia de fugas activas en maquinaria operativa.	Reducir emisiones, fallas y riesgos de contaminación. Retirar temporalmente equipos defectuosos hasta comprobar que se encuentran en condiciones adecuadas.
Protocolo de Prevención y Atención ante Derrames de Combustibles	Prevención, contención, recuperación y limpieza de derrames.	Revisión de áreas de abastecimiento, existencia de absorbentes, registro de incidentes y comprobantes de gestión de materiales contaminados.	Inspección semanal y verificación permanente durante actividades con riesgo de derrame.	Ningún incidente sin atención, con documentación del material recuperado y de las acciones realizadas.	Limitar la extensión del derrame y prevenir la infiltración. Cuando exista posibilidad de afectación al suelo o al agua, evaluar la necesidad de muestreo y medidas adicionales.
Programa de Abandono, Rehabilitación y Restauración del Sitio	Recuperación de las superficies agotadas, retiro de equipos y rehabilitación final.	Medición de áreas restauradas, fotografía comparativa, inspección de estabilidad, suelo y vegetación.	Durante toda la operación mediante restauración progresiva; seguimiento trimestral en áreas rehabilitadas.	Avance de restauración conforme al calendario y a los objetivos específicos del programa.	Recuperar progresivamente la cobertura y estabilidad superficial. Si la recuperación es insuficiente, corregir erosión, reponer suelo o reforzar la revegetación.
Programa de Estabilización, Nivelación y Restauración de Taludes	Conformación, estabilidad y restauración de las superficies excavadas.	Inspección visual, registro fotográfico y, cuando las condiciones lo requieran, evaluación técnica de estabilidad.	Semanal durante la operación y después de lluvias intensas o cambios observados en los frentes.	Ausencia de desprendimientos, grietas o erosión significativa sin atender.	Reducir los riesgos de inestabilidad. Si se identifican condiciones inseguras, delimitar la zona y corregirlas antes de reanudar las actividades.

CONSULTA PÚBLICA

VII.6.9. Metodología para la interpretación de resultados

La interpretación de la información será el elemento central del Programa de Vigilancia Ambiental, ya que permitirá determinar si las medidas aplicadas están cumpliendo su propósito y si las condiciones observadas corresponden con los efectos previstos en la evaluación ambiental.

El análisis no se limitará a comparar los datos con una condición inicial, sino que considerará la evolución natural de los componentes ambientales, la estacionalidad climática y las diferencias entre las áreas intervenidas y aquellas que permanezcan sin extracción.

Para ello, se aplicarán los siguientes procedimientos:

a) Comparación temporal. Se contrastarán los resultados de inspecciones sucesivas para identificar cambios en la superficie intervenida, el estado de los taludes, el control de emisiones, la presencia de residuos y la evolución de las áreas restauradas.

b) Comparación espacial. Se utilizarán las áreas que permanezcan sin intervención como referencia cuando presenten condiciones de cobertura y relieve comparables con los sectores evaluados. El área de amortiguamiento podrá proporcionar información de referencia para determinados indicadores, pero no se considerará automáticamente equivalente a todas las superficies de extracción, debido a las diferencias entre pastizal y vegetación secundaria arbórea.

c) Evaluación de indicadores. Los resultados se compararán con las metas de cumplimiento definidas para cada medida y con los límites normativos aplicables. Cuando existan datos instrumentales, se verificará la calidad de las mediciones, las condiciones de muestreo y la correspondencia entre el parámetro evaluado y el impacto que se busca controlar.

d) Identificación de tendencias. Se analizarán los registros de manera periódica para identificar problemas recurrentes, acumulación de desviaciones o cambios que puedan indicar una reducción en la eficacia de las medidas.

e) Evaluación de eventos extraordinarios. Después de derrames, lluvias intensas, fallas de maquinaria, desprendimientos o hallazgos de fauna en riesgo, se realizará una revisión específica para determinar si el incidente produjo efectos adicionales y qué acciones deben incorporarse al programa. La interpretación deberá distinguir entre el incumplimiento de una medida, un cambio natural del componente ambiental y un impacto atribuible a las actividades del proyecto. Esta distinción permitirá seleccionar acciones correctivas proporcionales a la causa identificada.

CONSULTA PÚBLICA

VII.6.10. Procedimientos de corrección y retroalimentación

Cuando una inspección, medición o registro identifique un incumplimiento o una condición ambiental adversa, se aplicará un procedimiento de atención que permita controlar el problema y evitar su repetición.

El procedimiento será el siguiente:

1. **Identificación y registro.** Documentar la desviación, su ubicación, la actividad involucrada, la fecha y las condiciones observadas.
2. **Evaluación inicial.** Determinar la naturaleza del problema, su extensión aparente, los componentes que pueden resultar afectados y la necesidad de suspender temporalmente la actividad.
3. **Contención o prevención.** Aplicar las acciones inmediatas necesarias para evitar que la afectación continúe o se extienda.
4. **Determinación de la causa.** Revisar si la desviación se originó por una falla mecánica, falta de mantenimiento, incumplimiento de los procedimientos, condiciones meteorológicas o una medida de mitigación insuficiente.
5. **Aplicación de acciones correctivas.** Definir las actividades, el responsable y el plazo necesario para corregir la condición detectada.
6. **Verificación de eficacia.** Realizar una nueva inspección o medición para comprobar que la medida corrigió el problema.
7. **Cierre documental.** Incorporar al expediente los registros del incidente, las acciones realizadas y la evidencia de su atención.

La identificación de una desviación no deberá limitarse a la elaboración de una observación documental. El responsable ambiental verificará que se hayan implementado las acciones necesarias y que el problema no continúe manifestándose.

Cuando se detecten impactos no previstos o se compruebe que una medida no es suficiente, el PVA deberá actualizarse mediante la incorporación de parámetros adicionales, el cambio de frecuencia de inspección o la implementación de nuevas acciones de manejo.

Cuando corresponda, las modificaciones se someterán a la consideración de la autoridad ambiental, particularmente si implican cambios en las condiciones autorizadas o requieren permisos adicionales.

CONSULTA PÚBLICA

Criterios para activar acciones correctivas

Tabla 75. Criterios para activar acciones correctivas

Condición observada	Acción inmediata	Seguimiento posterior
Remoción de vegetación fuera del polígono autorizado.	Suspender la actividad en el sector afectado y delimitar la superficie.	Evaluar la afectación, documentar el incidente e implementar las acciones que correspondan.
Emisión persistente de polvo fuera de la zona operativa.	Ajustar la humectación, reducir velocidades o suspender temporalmente la fuente emisora.	Revisar la eficacia del control y reforzarlo si persisten las emisiones.
Derrame de combustible o lubricante.	Detener la fuente, contener el material y recuperar el producto derramado cuando sea seguro.	Evaluar el suelo afectado, gestionar los residuos y determinar si se requieren análisis adicionales.
Erosión, desprendimiento o inestabilidad de un talud.	Delimitar la zona y suspender las actividades que representen un riesgo.	Realizar la evaluación técnica, ejecutar la estabilización y verificar posteriormente las condiciones del terreno.
Residuos dispersos o mal almacenados.	Retirar o contener los residuos y corregir las condiciones del almacenamiento.	Verificar su destino y modificar la frecuencia de inspección si es necesario.
Ejemplar de fauna en riesgo durante el desmonte.	Detener localmente la actividad cuando sea necesario y permitir su desplazamiento o manejo especializado.	Registrar la actuación y reforzar los recorridos preventivos en los sectores siguientes.
Recuperación insuficiente de una superficie restaurada.	Identificar la causa de la falla y delimitar el área afectada.	Corregir erosión o pérdida de suelo, reponer vegetación cuando corresponda y verificar la recuperación.
Hallazgo de cavidades o condiciones geológicas inesperadas.	Suspender los trabajos en el sector que presente riesgo.	Realizar una revisión técnica antes de definir la continuidad de la extracción.

CONSULTA PÚBLICA

VII.6.11. Indicadores de éxito y resultados esperados

El éxito del Programa de Vigilancia Ambiental se evaluará con base en el cumplimiento de las medidas, la detección oportuna de desviaciones y la eficacia de las acciones correctivas.

Los resultados esperados son los siguientes:

Tabla 76. Indicadores de éxito y resultados esperados

Medida o programa	Indicador de éxito	Resultado esperado
Delimitación de áreas operativas	Superficie intervenida dentro del polígono autorizado.	Evitar afectaciones fuera de las áreas previstas.
Conservación del área de amortiguamiento	Superficie conservada y registro de inspecciones.	Mantener la superficie fuera de la extracción directa.
Control de polvo y ruido	Inspecciones realizadas, incidencias registradas y correcciones verificadas.	Reducir las emisiones y molestias asociadas con las operaciones.
Manejo del suelo	Volumen de despalme recuperado y destino documentado.	Conservar material para la restauración y reducir la pérdida innecesaria de suelo.
Manejo de escurrimientos	Inspecciones y correcciones realizadas después de lluvias.	Evitar erosión significativa y arrastre de sedimentos fuera del área operativa.
Gestión de residuos	Corrientes identificadas y trazabilidad de su destino.	Prevenir la dispersión y disposición inadecuada de residuos.
Prevención de derrames	Incidentes registrados y atendidos.	Prevenir la contaminación del terreno y reducir el riesgo de infiltración.
Protección de flora y fauna	Recorridos preventivos documentados y atención de hallazgos.	Reducir la afectación de ejemplares y evitar remoción fuera de los límites autorizados.
Mantenimiento de maquinaria	Equipos inspeccionados y mantenimientos documentados.	Reducir las fallas, las fugas y las emisiones asociadas con equipos defectuosos.
Estabilización de taludes	Superficies inspeccionadas y correcciones documentadas.	Mantener condiciones de estabilidad y prevenir procesos erosivos significativos.
Restauración progresiva	Superficie rehabilitada y evolución documentada de la vegetación.	Recuperar progresivamente la cobertura vegetal y la estabilidad superficial.

CONSULTA PÚBLICA

Medida o programa	Indicador de éxito	Resultado esperado
Capacitación ambiental	Personal capacitado y registros de asistencia.	Mejorar la aplicación de los procedimientos ambientales.
Vigilancia ambiental	Incumplimientos identificados, corregidos y verificados.	Mantener un expediente de cumplimiento y mejorar de manera continua los programas ambientales.

Metas operativas de restauración

Para las actividades de restauración se establecerán metas específicas en función de las condiciones de las superficies rehabilitadas, incluyendo:

- Superficie restaurada y ubicación georreferenciada.
- Estabilidad de los taludes y control de erosión.
- Porcentaje de supervivencia de las plantas, cuando se realice plantación.
- Cobertura vegetal alcanzada respecto de la meta establecida en el programa de restauración.
- Necesidad de reposición de plantas o rehabilitación de sectores que presenten fallas.

Cuando se establezcan metas numéricas para la supervivencia o cobertura vegetal, estas deberán fijarse en el Programa de Abandono, Rehabilitación y Restauración del Sitio, de acuerdo con la condición inicial, el tipo de vegetación y las características de cada superficie. Su cumplimiento se comprobará mediante recorridos de campo y registros comparables en el tiempo.

VII.6.12. Cronograma de ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental

El siguiente cronograma se plantea con base en una vida útil de cinco años, distribuida en dos años para la primera etapa de extracción, dos años para la segunda etapa y un quinto año destinado principalmente al cierre y restauración final.

La restauración progresiva, el manejo de residuos y la vigilancia ambiental se desarrollarán durante toda la operación, sin limitarse al año final.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla VII.6.3. Diagrama de Gantt del Programa de Vigilancia Ambiental

Tabla 77. Diagrama de Gantt para el Programa de vigilancia ambiental

Actividad	Antes del inicio	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Integración de la línea base ambiental y expediente inicial	X					
Delimitación de áreas operativas y de amortiguamiento	X	X	X	X	X	X
Capacitación ambiental inicial y actualización del personal	X	X	X	X	X	X
Inspección previa a cada frente de extracción		X	X	X	X	
Vigilancia de emisiones de polvo y mantenimiento de maquinaria		X	X	X	X	Según actividades finales
Inspección de excavaciones, taludes y escurrimientos		X	X	X	X	X
Gestión y seguimiento de residuos		X	X	X	X	Según generación
Prevención y atención de derrames		X	X	X	X	Según actividades finales
Protección de flora y fauna	X	X	X	X	X	Según actividades finales
Seguimiento de materiales fuera de especificación y su aprovechamiento		X	X	X	X	Según generación
Restauración progresiva de sectores agotados		X	X	X	X	X

CONSULTA PÚBLICA

Actividad	Antes del inicio	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Nivelación y estabilización de superficies		Según avance	Según avance	Según avance	Según avance	X
Seguimiento de supervivencia y cobertura vegetal		Según restauración	Según restauración	Según restauración	Según restauración	X
Inspecciones posteriores a lluvias intensas o incidentes		X	X	X	X	X
Integración y revisión de registros ambientales	X	X	X	X	X	X
Evaluación periódica de indicadores y acciones correctivas		X	X	X	X	X
Restauración final y evaluación de cierre						X
Integración del informe final de cumplimiento y restauración						X

Simbología: *X = actividad prevista durante el periodo señalado. Las actividades condicionadas al avance de la obra o a la ocurrencia de eventos se realizarán cuando corresponda.*

El cronograma deberá ajustarse a las fechas efectivas de inicio, avance de la extracción y terminación de las actividades, así como a las condiciones establecidas por la autoridad ambiental.

VII.6.13. Informes y documentación de cumplimiento

El responsable ambiental integrará la información generada durante las inspecciones y el seguimiento de las medidas. Los resultados se organizarán en registros periódicos que permitan identificar el estado de cada indicador y la atención de las desviaciones detectadas.

Se recomienda integrar:

1. **Bitácoras de inspección:** con fecha, área revisada, actividad desarrollada, parámetros evaluados, hallazgos y medidas aplicadas.

CONSULTA PÚBLICA

2. **Registro fotográfico:** con fotografías georreferenciadas de los frentes, áreas de amortiguamiento, zonas de almacenamiento, excavaciones y superficies restauradas.

3. **Bitácoras de maquinaria:** con inspecciones, mantenimiento, reparaciones y reportes de fugas o fallas.

4. **Registro de residuos:** con cantidades, clasificación, almacenamiento, entrega y destino de las corrientes generadas.

5. **Registro de incidentes:** con la descripción, ubicación, causa, acciones inmediatas, medidas correctivas y comprobación del cierre.

6. **Registros de flora y fauna:** con observaciones, rescates, ejemplares atendidos y medidas aplicadas.

7. **Registros de restauración:** con superficies rehabilitadas, materiales utilizados, condiciones de estabilidad, cobertura vegetal y acciones de reposición.

8. **Evaluaciones de indicadores:** con la comparación entre resultados y metas, tendencias identificadas y recomendaciones de mejora.

La periodicidad de presentación de informes a la autoridad ambiental será la que establezcan las autorizaciones o disposiciones aplicables. Los informes internos deberán integrarse periódicamente para permitir la detección temprana de desviaciones y la evaluación de la eficacia de las medidas.

VII.6.14. Evaluación de la eficacia y mejora continua

La eficacia del Programa de Vigilancia Ambiental se determinará a partir del cumplimiento de las medidas, la evolución de los indicadores y la capacidad del programa para prevenir o corregir las desviaciones identificadas.

Cuando los resultados indiquen que una medida no cumple su objetivo, se deberá revisar su mecanismo de aplicación, identificar las causas de su insuficiencia y proponer ajustes que resulten técnica y ambientalmente adecuados.

En particular, se mantendrá atención especial sobre las superficies donde se haya retirado vegetación, los sectores en restauración, las excavaciones y taludes, las áreas de almacenamiento y las actividades que impliquen manejo de combustibles o generación de partículas.

CONSULTA PÚBLICA

La información obtenida permitirá actualizar las prioridades de supervisión, modificar las frecuencias de inspección y reforzar las medidas que presenten resultados insuficientes. Asimismo, los impactos no previstos deberán incorporarse al análisis ambiental y recibir medidas específicas de atención.

La mejora continua del programa contribuirá a mantener una relación verificable entre los impactos identificados, las medidas ambientales aplicadas y los resultados observados en el terreno.

VII.6.15. Conclusión

El Programa de Vigilancia Ambiental del proyecto, constituye el instrumento de seguimiento y control que permitirá comprobar la aplicación de las medidas de prevención, mitigación, corrección y restauración previstas para el proyecto. Su aplicación abarcará la preparación del sitio, extracción, trituración y clasificación del yeso, mantenimiento de maquinaria, gestión de residuos, atención de derrames y restauración de las superficies intervenidas.

La utilización de indicadores medibles, métodos de inspección, registros documentales, evidencia fotográfica y procedimientos correctivos permitirá evaluar la eficacia de las medidas y detectar oportunamente condiciones que requieran atención.

Asimismo, la coordinación de los siete programas ambientales facilitará la protección del suelo y del agua subterránea, el control de emisiones, la conservación de las áreas fuera de intervención, la protección de la fauna y la recuperación progresiva de los sectores agotados.

Aunque determinadas modificaciones, como el agotamiento del recurso mineral y la transformación del relieve en las áreas explotadas, permanecerán como impactos residuales, la aplicación efectiva del programa permitirá reducir los efectos secundarios, evitar la extensión innecesaria de las alteraciones y favorecer la estabilidad y recuperación gradual de las superficies rehabilitadas.

En consecuencia, el cumplimiento del Programa de Vigilancia Ambiental dependerá de la ejecución efectiva de las medidas, la conservación de registros verificables y la implementación oportuna de acciones correctivas hasta cumplir las condiciones de cierre y restauración establecidas para el proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

VII.7. Conclusiones

La evaluación integral del proyecto permite identificar que su ejecución representa una oportunidad para el aprovechamiento de un recurso mineral de interés económico, mediante actividades de preparación del sitio, extracción, manejo, trituración, transporte y posterior cierre y restauración de las áreas intervenidas. No obstante, su desarrollo implica modificaciones en las condiciones actuales del terreno y en algunos componentes del ecosistema, por lo que su viabilidad ambiental se encuentra directamente relacionada con la aplicación oportuna y efectiva de las medidas de prevención, mitigación, compensación, vigilancia y restauración establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

El análisis de las características físicas y biológicas del área de estudio muestra que las principales modificaciones ambientales potenciales se relacionan con la eliminación de la cobertura vegetal en las superficies destinadas a la extracción, la remoción y manejo del suelo superficial, la modificación local de la configuración del relieve por las excavaciones a cielo abierto, la generación de partículas suspendidas y ruido durante la operación de maquinaria y vehículos, así como el desplazamiento temporal de ejemplares de fauna hacia áreas con condiciones de hábitat semejantes. Asimismo, debido a las características geológicas y de permeabilidad del terreno, el manejo de combustibles, lubricantes, residuos y aguas residuales deberá realizarse con especial atención para prevenir la contaminación del suelo y del agua subterránea.

La magnitud y extensión de estos efectos dependerán de la superficie efectivamente intervenida, de la secuencia de aprovechamiento, de las condiciones de operación y del cumplimiento de las medidas ambientales previstas. Por ello, el análisis no debe limitarse a considerar la superficie del proyecto en su conjunto, sino también distinguir entre las áreas de intervención directa, las superficies destinadas a la conservación y amortiguamiento, y las áreas que serán sometidas a rehabilitación y restauración progresiva.

Balance entre los impactos ambientales y los beneficios del proyecto

Desde la perspectiva del desarrollo económico, el proyecto puede contribuir al aprovechamiento de un recurso mineral disponible en la región, generar empleos temporales y permanentes durante las diferentes etapas de ejecución, y propiciar la contratación de servicios relacionados con la operación de maquinaria, transporte de materiales, mantenimiento de equipos y abastecimiento de insumos. De igual manera, la disponibilidad de yeso puede favorecer el suministro de materia prima para actividades productivas que requieran este recurso, promoviendo la participación de proveedores y prestadores de servicios locales y regionales.

CONSULTA PÚBLICA

Adicionalmente, el manejo planificado de los materiales extraídos permitirá procurar su aprovechamiento comercial de acuerdo con sus características y calidad. Las fracciones que no cumplan con las especificaciones requeridas para su comercialización podrán valorarse para su reutilización en el mejoramiento de caminos blancos de terracería, mediante extendido y compactación, siempre que se compruebe su idoneidad técnica y ambiental y que dicha utilización se lleve a cabo sin generar afectaciones adicionales. Esta alternativa contribuiría a reducir la cantidad de material sin aprovechamiento, bajo un enfoque de uso eficiente de los recursos.

En términos ambientales, uno de los aspectos favorables de la planeación propuesta es la delimitación de superficies con funciones diferenciadas. De la superficie total considerada, aproximadamente 10,467.01 m² corresponden a la primera etapa de intervención, caracterizada principalmente por cobertura herbácea asociada a pastizal cultivado; 21,339.64 m² corresponden a la segunda etapa, donde se identifica vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia; y 12,298.45 m² se destinan a un área de amortiguamiento y conservación. Esta distribución permite organizar el aprovechamiento de manera secuencial, mantener una superficie sin extracción directa y reducir la ocupación simultánea del terreno, siempre que los límites establecidos sean respetados durante toda la ejecución del proyecto.

Sin embargo, la existencia de un área de amortiguamiento no elimina por sí misma los efectos derivados de la intervención. Su efectividad dependerá de que se conserve la cobertura vegetal existente, se eviten desmontes o actividades no autorizadas, se controle el tránsito de maquinaria y se prevengan afectaciones indirectas por polvo, ruido, residuos, escurrimientos o perturbación de la fauna. En ese sentido, su función será principalmente la de conservar una porción del entorno inmediato, mantener elementos de cobertura y ofrecer condiciones potenciales de refugio y desplazamiento para la fauna, sin suponer que sustituye íntegramente las funciones ecológicas de la vegetación que pudiera eliminarse dentro de las superficies de aprovechamiento.

Modificación de los procesos naturales del ecosistema

En relación con los procesos naturales, la intervención de la vegetación y del suelo ocasionará cambios locales en la estructura y funcionamiento del ecosistema. La eliminación de la cobertura vegetal reducirá temporalmente la disponibilidad de refugios, sitios de alimentación y espacios de desplazamiento para la fauna silvestre, además de modificar las condiciones de sombra, temperatura y humedad próximas al suelo. La remoción del horizonte superficial también alterará la

CONSULTA PÚBLICA

estructura edáfica, el contenido de materia orgánica, la actividad biológica y las condiciones para el establecimiento natural de la vegetación.

Por otra parte, la excavación a cielo abierto, con profundidades previstas de aproximadamente uno a tres metros, modificará las condiciones originales del relieve en las áreas de extracción. Esta alteración constituye uno de los efectos directos más relevantes del proyecto, debido a que la configuración topográfica no se recuperará de manera automática al finalizar el aprovechamiento. Por ello, las actividades de cierre deberán contemplar la conformación y estabilización de las superficies intervenidas, el manejo seguro de los taludes y la rehabilitación de las áreas cuya condición final permita el establecimiento de vegetación, de acuerdo con los criterios técnicos y de seguridad aplicables.

Respecto al suelo, la recuperación y conservación del material orgánico proveniente del despalme, estimado en un espesor aproximado de 20 a 30 centímetros, representa una medida importante para favorecer la restauración. Su almacenamiento separado, protección contra la erosión y posterior reincorporación en superficies rehabilitadas permitirá conservar parte de sus propiedades y facilitar el restablecimiento de la cobertura vegetal. La eficacia de esta medida estará condicionada a evitar la mezcla del suelo fértil con materiales de extracción, impedir su contaminación y reducir el tiempo durante el cual permanezca almacenado.

En cuanto a la fauna, las actividades de preparación y operación pueden ocasionar desplazamientos temporales, principalmente por la pérdida de cobertura y la presencia de maquinaria, ruido y movimiento de vehículos. Para reducir estos efectos será necesario mantener las actividades dentro de los límites autorizados, realizar recorridos preventivos, aplicar procedimientos de atención y rescate cuando corresponda, prohibir la captura o persecución de ejemplares y permitir el desplazamiento de la fauna hacia áreas adyacentes con condiciones adecuadas. La efectividad de estas acciones deberá revisarse mediante registros de campo y seguimiento durante las diferentes etapas del proyecto.

Por sus características geológicas y por la permeabilidad que puede presentar el terreno, se considera particularmente importante prevenir la infiltración de contaminantes. Aunque no se identifican cuerpos de agua superficiales dentro del polígono de intervención de acuerdo con la información disponible, esta condición no elimina la posibilidad de que un derrame, un manejo inadecuado de residuos o una alteración de los escurrimientos produzca afectaciones al suelo o al agua subterránea. En consecuencia, deberán mantenerse medidas estrictas de prevención de derrames, mantenimiento de maquinaria, manejo de residuos, control de aguas residuales y respuesta ante emergencias ambientales.

CONSULTA PÚBLICA

A escala local, los efectos más relevantes estarán vinculados con la transformación de la cobertura vegetal, la modificación del relieve y la alteración temporal de las condiciones del hábitat. A escala del entorno inmediato, podrían manifestarse efectos indirectos asociados con el ruido, el polvo, la circulación de vehículos y el desplazamiento de fauna. No obstante, la extensión efectiva de estos efectos dependerá de las condiciones operativas y de la aplicación de las medidas de control. Con la información disponible, no se cuenta con elementos suficientes para afirmar que el proyecto ocasionará necesariamente una modificación significativa de los procesos ecológicos a escala regional; ello no exime de prevenir, controlar y verificar los efectos locales identificados.

Viabilidad ambiental y medidas para reducir los impactos

La valoración ambiental indica que una parte importante de los efectos adversos previstos puede prevenirse o reducirse mediante una planeación adecuada de las actividades, la delimitación física de las superficies de trabajo, el aprovechamiento por etapas, el mantenimiento preventivo de la maquinaria, el control de emisiones de polvo, el manejo integral de residuos y la aplicación de medidas de protección de flora, fauna, suelo y agua subterránea.

En materia de vegetación, las intervenciones deberán limitarse estrictamente a las superficies necesarias y autorizadas para el desarrollo del proyecto. En particular, cualquier eliminación de vegetación que legalmente constituya terreno forestal deberá contar previamente con las autorizaciones que resulten aplicables, incluida, cuando corresponda, la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales. La clasificación histórica de uso del suelo o la presencia de vegetación secundaria no deberán utilizarse, por sí solas, como fundamento para prescindir de dicha evaluación y autorización.

Para la etapa de operación, será indispensable mantener controles sobre el movimiento de maquinaria, la velocidad de circulación, las emisiones de partículas y el ruido; establecer áreas apropiadas para el almacenamiento temporal de materiales, residuos y sustancias; y asegurar que los servicios sanitarios, el mantenimiento de equipos y el suministro de combustibles se realicen de manera que se evite la contaminación del sitio. La reutilización de materiales fuera de especificación deberá evaluarse individualmente, evitando que se convierta en una disposición inadecuada de residuos o en una fuente adicional de afectación ambiental.

En la etapa de cierre, la rehabilitación progresiva deberá complementar las acciones finales de restauración. La recuperación de las superficies intervenidas, la estabilización de taludes, la reincorporación del suelo recuperado y el

CONSULTA PÚBLICA

establecimiento de vegetación nativa apropiada para las condiciones locales permitirán mejorar la estabilidad del terreno y favorecer la recuperación parcial de las funciones ecológicas. Sin embargo, se reconoce que los procesos de sucesión ecológica y recuperación del hábitat requieren tiempo y que no necesariamente reproducirán, en el corto plazo, las condiciones previas a la intervención.

La eficacia de estas medidas deberá comprobarse mediante el Programa de Vigilancia Ambiental, a través de indicadores verificables, registros fotográficos, bitácoras, inspecciones periódicas y documentación de las actividades realizadas. Cuando se detecten desviaciones, afectaciones no previstas o resultados inferiores a los esperados, deberán implementarse acciones correctivas oportunas y dar seguimiento hasta comprobar su efectividad. La simple ejecución documental de una medida no será suficiente si no se verifica que produjo el resultado ambiental esperado.

Con base en la autoevaluación integral, se concluye que el proyecto ofrece beneficios económicos y productivos vinculados con el aprovechamiento de un recurso mineral, la generación de empleo y la demanda de servicios asociados. Estos beneficios deben valorarse frente a los efectos ambientales que pueden derivarse de la intervención directa de la vegetación, la remoción del suelo, la transformación local del relieve, la perturbación de la fauna y los riesgos de contaminación relacionados con las actividades operativas.

El balance entre desarrollo y conservación dependerá de que el aprovechamiento se realice de manera ordenada, dentro de las superficies delimitadas y autorizadas, con aplicación efectiva de las medidas de prevención y mitigación y cumplimiento de las obligaciones ambientales correspondientes. La conservación de la superficie destinada a amortiguamiento, el manejo adecuado del suelo de despalme, el control de residuos y sustancias potencialmente contaminantes, la protección de la fauna y la restauración progresiva constituyen elementos esenciales para reducir la magnitud y duración de los impactos.

Asimismo, se reconoce que la extracción ocasionará una transformación física del terreno en las áreas explotadas, cuyo restablecimiento requerirá acciones específicas de cierre y rehabilitación y no podrá considerarse equivalente, de manera inmediata, a la recuperación de las condiciones originales. Por ello, la restauración deberá plantearse como un proceso gradual, sujeto a seguimiento y ajustes técnicos, con metas verificables y criterios de estabilidad, supervivencia de la vegetación y recuperación de la cobertura del suelo.

CONSULTA PÚBLICA

En consecuencia, desde el punto de vista ambiental, el desarrollo del proyecto podrá considerarse compatible con un aprovechamiento sujeto a control únicamente en la medida en que se cumplan las autorizaciones aplicables, se respeten las superficies establecidas, se ejecuten oportunamente las medidas propuestas y se demuestre, mediante el Programa de Vigilancia Ambiental, que los impactos se mantienen dentro de los alcances evaluados y que las acciones correctivas se aplican cuando sean necesarias. Esta conclusión no supone la ausencia de impactos, sino que reconoce su existencia y establece que su prevención, reducción, seguimiento y manejo serán determinantes para evitar afectaciones adicionales al ecosistema presente y a las áreas aledañas.

Por lo anterior, la viabilidad ambiental del proyecto deberá sustentarse no solamente en los beneficios económicos que pudiera generar, sino también en la responsabilidad de ejecutar las actividades conforme a las disposiciones ambientales aplicables, prevenir daños al entorno y garantizar que las acciones de cierre y restauración se traduzcan en resultados comprobables.

CONSULTA PÚBLICA

CONSULTA PÚBLICA

CAPITULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

El presente capítulo tiene como finalidad identificar y describir los instrumentos metodológicos, las fuentes de información, los registros de campo, la cartografía temática, las bases de datos y los elementos técnicos utilizados para integrar la presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular.

La información presentada en los capítulos anteriores se sustenta en la integración de información documental, la consulta de fuentes oficiales, el análisis cartográfico y espacial, los recorridos y observaciones efectuados en el área de estudio, los inventarios de flora y fauna, la revisión de las características técnicas del proyecto y la aplicación de procedimientos de identificación, descripción y valoración de los impactos ambientales potenciales.

Para la caracterización del medio físico se utilizaron fuentes cartográficas y documentales relacionadas con el clima, la geología, la geomorfología, los suelos, la hidrología superficial y subterránea, la vegetación y los usos del suelo. Para el componente biológico se consideraron los registros de campo y las bases de datos correspondientes a los inventarios de vegetación y fauna silvestre. Por su parte, la evaluación ambiental se desarrolló mediante el análisis de las interacciones entre las actividades previstas y los componentes ambientales susceptibles de ser afectados, considerando las medidas de prevención, mitigación, rehabilitación y restauración propuestas.

Los documentos y elementos técnicos que sustentan el estudio se organizan en los apartados siguientes, a fin de facilitar la consulta, la verificación de los datos y la revisión de la congruencia entre las características del proyecto, el diagnóstico ambiental, los impactos identificados y las medidas propuestas.

VIII.1. FORMATOS DE PRESENTACIÓN

La Manifestación de Impacto Ambiental se integra en un documento técnico estructurado en capítulos, acompañado de los planos, registros fotográficos, inventarios biológicos, documentos de referencia, memorias técnicas y demás anexos que sustentan la información presentada.

La documentación se organiza en formato impreso y digital, conforme a los requisitos aplicables al trámite de evaluación de impacto ambiental. La versión digital deberá contener el documento principal y sus anexos, procurando mantener correspondencia entre la información presentada en el cuerpo del estudio y los archivos complementarios.

CONSULTA PÚBLICA

Los archivos digitales de consulta se identificarán de manera que permitan localizar los diferentes componentes del estudio, incluyendo los planos, las bases de datos, los registros fotográficos y la documentación técnica. Cuando corresponda, la versión destinada a consulta pública deberá prepararse de acuerdo con los requisitos aplicables, sin incorporar información que legalmente deba mantenerse reservada.

La organización documental tiene como propósito facilitar la revisión de los datos técnicos y verificar que las superficies, coordenadas, características de las actividades, resultados de los inventarios y medidas ambientales sean congruentes entre los distintos apartados de la Manifestación de Impacto Ambiental.

VIII.1.1. Planos definitivos y cartografía temática

Para sustentar la descripción y localización del proyecto, se incorporan planos y productos cartográficos que permiten identificar el polígono de intervención, las superficies destinadas a las diferentes etapas de aprovechamiento y el área de amortiguamiento y conservación, así como su relación con los componentes ambientales del entorno.

Los planos deberán contener título, clave de identificación, fecha de elaboración, escala gráfica y numérica, orientación, sistema de coordenadas, simbología, nomenclatura y fuentes de información. Asimismo, deberán permitir identificar los límites del predio y distinguir las superficies que integran el proyecto.

Los principales elementos cartográficos que sustentan la información presentada son los siguientes:

a) Plano de localización general. Permite identificar la ubicación del proyecto en el contexto estatal, municipal y local, así como las vías de acceso y su relación con las localidades y los principales elementos geográficos del entorno.

b) Plano del polígono del proyecto. Representa los límites del predio, sus vértices y superficie total, con base en la información topográfica y las coordenadas disponibles. Este plano constituye la referencia espacial para delimitar las áreas de intervención y relacionarlas con los resultados del estudio ambiental.

c) Plano de distribución de superficies. Identifica las áreas correspondientes a la primera etapa, la segunda etapa y la superficie de amortiguamiento y conservación. Su finalidad es mostrar la distribución espacial del aprovechamiento y distinguir las superficies sujetas a intervención directa de aquellas destinadas a permanecer sin extracción.

CONSULTA PÚBLICA

d) Cartografía de uso del suelo y vegetación. Incluye la información cartográfica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) utilizada para analizar los cambios de clasificación del terreno a través de las diferentes series de uso del suelo y vegetación consultadas, complementada con las observaciones efectuadas durante los trabajos de campo.

e) Cartografía geológica y geomorfológica. Se utiliza para describir el contexto geológico regional, las unidades litológicas identificadas en las fuentes consultadas y las características generales del relieve, así como para contextualizar las condiciones del terreno donde se desarrollará la extracción.

f) Cartografía edafológica. Permite identificar las unidades de suelo reconocidas por las fuentes oficiales y sustentar la descripción de las características edafológicas regionales, que se complementa con las observaciones disponibles sobre las condiciones superficiales del terreno.

g) Cartografía hidrológica e hidrogeológica. Representa el contexto de las regiones, cuencas y subcuencas hidrológicas, así como la información disponible sobre el acuífero regional. Estos elementos se utilizaron para analizar la relación del proyecto con el sistema de drenaje y las condiciones generales de vulnerabilidad del agua subterránea.

h) Cartografía topográfica y análisis del relieve. La información de elevación y pendiente, incluida la derivada del modelo digital de elevación disponible, se utilizó para reconocer las características generales del relieve y apoyar el análisis de los escurrimientos superficiales y de la configuración topográfica regional.

La cartografía temática se interpreta considerando la escala, fecha, cobertura espacial y finalidad de cada fuente. En consecuencia, las clasificaciones regionales no se consideran sustitutas de los levantamientos o registros efectuados en campo, sino elementos complementarios para comprender las condiciones ambientales del área de estudio.

Cuando se emplean herramientas de sistemas de información geográfica, la superposición de capas temáticas permite analizar la relación espacial entre el polígono del proyecto, las superficies de intervención, la vegetación, el relieve y los elementos hidrológicos. Los productos resultantes sustentan la delimitación del área de estudio y la interpretación de las condiciones ambientales descritas en el Capítulo IV.

CONSULTA PÚBLICA

VIII.1.2. Listas de flora y fauna

Los inventarios de flora y fauna constituyen elementos técnicos fundamentales para describir los componentes biológicos del área de estudio y sustentar la identificación de los impactos que podrían derivarse de las actividades previstas.

a) Inventario de vegetación

La caracterización de la vegetación se sustenta en los registros y bases de datos correspondientes a las áreas consideradas en las dos etapas del proyecto. La información se presenta diferenciando las condiciones de la cobertura herbácea de la primera etapa y las correspondientes a la vegetación secundaria arbórea de la segunda etapa.

Para la primera etapa se cuenta con un listado de taxones herbáceos registrados durante los trabajos de reconocimiento e inventario, integrado por especies representativas de gramíneas y otras plantas herbáceas presentes en la superficie evaluada.

Para la segunda etapa se dispone de registros de los estratos de vegetación identificados en campo, incluyendo información de la composición florística y de los individuos registrados en el componente arbóreo y en el estrato arbustivo, de acuerdo con las bases de datos correspondientes.

Los resultados se organizan mediante listados florísticos y tablas de registro que permiten consultar los nombres científicos, los nombres comunes cuando se cuenta con ellos, la abundancia registrada y los demás atributos documentados durante los trabajos de campo. La información se utiliza para describir la estructura y composición de la vegetación y reconocer las diferencias entre las superficies consideradas para el desarrollo del proyecto.

La determinación de los nombres científicos y la revisión de los posibles estatus de conservación deberán sustentarse en fuentes taxonómicas y normativas reconocidas, incluyendo la verificación de las especies contra la NOM-059-SEMARNAT-2010 y sus modificaciones aplicables. La asignación de una categoría de riesgo deberá realizarse exclusivamente cuando exista correspondencia taxonómica y respaldo documental suficiente.

Los listados y sus respectivas memorias de cálculo se integran como material de consulta para verificar los registros originales y dar seguimiento a las medidas de protección de la vegetación y restauración propuestas en el estudio.

CONSULTA PÚBLICA

b) Inventario de fauna silvestre

La caracterización faunística se sustenta en los registros de campo y en el listado de especies observado durante los trabajos de muestreo intensivo efectuados del 10 al 17 de octubre de 2026.

El reconocimiento se realizó mediante cuatro transectos y la participación de dos especialistas, en un horario de observación comprendido entre las 05:00 y las 11:00 horas. Los métodos empleados incluyeron la observación directa, el registro fotográfico y la identificación de algunas aves mediante sus vocalizaciones.

La metodología utilizada no contempló la captura de ejemplares mediante trampas Tomahawk ni el empleo de cámaras trampa. Por consiguiente, los registros se sustentan en los métodos de observación y documentación efectivamente aplicados durante el trabajo de campo.

La base de datos de muestreo intensivo contiene 42 taxones y 129 registros de individuos distribuidos entre los grupos de anfibios, aves, mamíferos y reptiles. En la interpretación de estos resultados se distingue entre la fauna silvestre y los registros de animales domésticos observados, para evitar que estos últimos se contabilicen como especies silvestres del área.

Los listados faunísticos incluyen los nombres científicos y, cuando se dispone de ellos, los nombres comunes, el grupo zoológico, el número de individuos registrados y las observaciones pertinentes para la identificación de cada taxón. También deben incorporar la revisión del estatus de conservación y endemismo cuando exista información verificable para las especies identificadas.

La interpretación de los resultados considera que los registros representan la fauna detectada mediante los métodos, horarios y periodo de muestreo empleados. En consecuencia, las especies no registradas durante el trabajo de campo no se consideran necesariamente ausentes del área; cuando corresponda, las especies de presencia potencial se distinguen expresamente de aquellas observadas.

Los listados, las bases de datos y las memorias técnicas asociadas sustentan la descripción de la fauna en el Capítulo IV y apoyan la identificación de medidas de prevención, protección y seguimiento ambiental.

CONSULTA PÚBLICA

VIII.2. OTROS ANEXOS

Además de los elementos descritos anteriormente, la Manifestación de Impacto Ambiental se sustenta en documentación técnica, cartografía, registros, bases de datos y fuentes de información que complementan el análisis efectuado en los diferentes capítulos.

Los anexos se organizan de acuerdo con su naturaleza y con la información que respaldan, procurando que cada archivo tenga un nombre identificable y que su contenido pueda relacionarse con el apartado correspondiente del estudio.

VIII.2.1. Documentación legal y administrativa

Se incorpora la documentación legal y administrativa disponible que resulte pertinente para identificar al promovente, acreditar la personalidad de quien corresponda y sustentar la relación jurídica con el predio y las actividades propuestas.

De acuerdo con la naturaleza del proyecto y la documentación aplicable, este apartado podrá contener los instrumentos de acreditación de la propiedad o posesión legal del terreno, identificaciones, documentos de representación y los títulos, concesiones, autorizaciones o constancias relacionadas con el aprovechamiento, cuando corresponda y se encuentren disponibles.

La inclusión de estos documentos tiene por finalidad respaldar los datos generales del proyecto y aportar los elementos documentales necesarios para el trámite de evaluación ambiental, sin sustituir las autorizaciones específicas que deban obtenerse ante las autoridades competentes.

VIII.2.2. Información cartográfica y fuentes oficiales

Se integran las referencias y productos cartográficos utilizados para describir el contexto ambiental del proyecto y analizar las condiciones del área de estudio.

Entre las fuentes de información consultadas se encuentran las siguientes:

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), para cartografía topográfica, geológica, edafológica, hidrológica y de uso del suelo y vegetación.
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN), para información meteorológica disponible en estaciones de referencia.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), para información hidrológica e hidrogeológica, así como datos regionales relacionados con el acuífero.

CONSULTA PÚBLICA

- Servicio Geológico Mexicano (SGM), para información geológica y referencias técnicas sobre las unidades litológicas y los recursos minerales de la región.
- Otras fuentes oficiales y técnicas citadas en los capítulos correspondientes, de acuerdo con la materia y el alcance de la información utilizada.

La documentación cartográfica deberá conservar, en la medida en que se encuentre disponible, los datos de identificación de la fuente, nombre del producto, escala, fecha de publicación o actualización y cobertura territorial. Esta información permite reconocer el alcance de cada fuente y diferenciar los datos observados directamente de las referencias regionales.

VIII.2.3. Memorias de cálculo y bases de datos

Las bases de datos y las memorias de cálculo constituyen el respaldo cuantitativo de los inventarios biológicos, las superficies del proyecto y los análisis técnicos desarrollados en los capítulos anteriores.

Se incluyen, según corresponda, los archivos de trabajo y las tablas de registro relacionadas con:

a) La caracterización florística de la primera etapa.

b) La caracterización florística de la segunda etapa, incluyendo los estratos de vegetación documentados.

c) El listado de fauna registrado durante el muestreo intensivo y la base de datos de fauna potencial, cuando esta última se emplee para fines comparativos.

d) Los cálculos de superficies y porcentajes de ocupación, con identificación de las áreas de intervención y de amortiguamiento y conservación.

e) Los análisis cartográficos y los cálculos morfométricos utilizados para describir el relieve, las pendientes y las características hidrológicas regionales.

f) Los cuadros, tablas y cálculos que fundamenten las cantidades de material, los volúmenes de extracción, las etapas de trabajo y el programa general de actividades.

Las memorias de cálculo deberán permitir rastrear los resultados presentados en el documento hasta los datos de origen y los procedimientos empleados. Cuando se realicen operaciones de suma, estimación de superficies, cálculo de porcentajes o análisis de abundancia, deberán conservarse las unidades, los criterios de agrupación y las fórmulas utilizadas, según corresponda.

CONSULTA PÚBLICA

En particular, las superficies, los porcentajes y los totales de los inventarios deberán coincidir entre las bases de datos, los cuadros de resultados, los planos y el texto de la Manifestación de Impacto Ambiental. Cualquier diferencia derivada del redondeo, de la depuración de registros o de la actualización de los polígonos deberá revisarse y documentarse antes de emitir la versión definitiva del estudio.

VIII.2.4. Instrumentos metodológicos para la identificación y evaluación de impactos

La identificación y evaluación de los impactos ambientales se sustenta en el análisis de las actividades previstas y de su interacción con los componentes ambientales identificados en el área de estudio.

Para ello, se consideraron las diferentes etapas del proyecto, incluyendo la preparación del sitio, la extracción, el manejo y transporte de materiales, el mantenimiento de maquinaria y las actividades de cierre y restauración. Las interacciones identificadas se relacionaron con los componentes del medio físico, biológico y perceptual, así como con las condiciones socioeconómicas relevantes para el área de influencia.

La identificación de impactos se apoyó en la revisión sistemática de las actividades y sus posibles efectos, utilizando los procedimientos de análisis y valoración descritos en el Capítulo V. La evaluación consideró, según la naturaleza de cada interacción, criterios como la naturaleza positiva o negativa del efecto, intensidad, extensión, duración, periodicidad, reversibilidad, acumulación y posibilidad de prevención o mitigación.

Los resultados se organizaron de manera que fuera posible vincular cada impacto identificado con las medidas ambientales propuestas en el Capítulo VI y con los indicadores de seguimiento establecidos en el Programa de Vigilancia Ambiental del Capítulo VII.

Se incorporan como elementos de consulta las tablas, matrices y cuadros de identificación y valoración utilizados efectivamente en el estudio, procurando conservar su relación con los impactos, las medidas de manejo y los resultados esperados. La metodología aplicada busca mantener la trazabilidad entre las actividades del proyecto, los componentes afectados, la valoración del impacto y las acciones de prevención, mitigación, rehabilitación o restauración correspondientes.

CONSULTA PÚBLICA

VIII.2.5. Documentación de las medidas ambientales y del Programa de Vigilancia Ambiental

Se integra la información técnica que sustenta las medidas ambientales propuestas, los programas de manejo y los mecanismos de seguimiento descritos en los capítulos VI y VII.

Este apartado comprende, de acuerdo con los instrumentos efectivamente desarrollados para el proyecto, los cuadros de medidas de prevención y mitigación, los procedimientos para el manejo de residuos, las acciones de capacitación ambiental, las medidas de mantenimiento preventivo de maquinaria, los procedimientos de respuesta ante derrames, las acciones de estabilización de taludes y las actividades de abandono, rehabilitación y restauración.

También se incluyen las tablas de indicadores, frecuencias de supervisión, responsables, medios de verificación y acciones correctivas que integran el Programa de Vigilancia Ambiental. Estos elementos permitirán comprobar durante la ejecución del proyecto el cumplimiento de las medidas propuestas y documentar los resultados de las actividades de seguimiento.

La documentación correspondiente deberá actualizarse conforme avance el proyecto y conservarse en registros verificables, como bitácoras, formatos de inspección, listas de verificación, registros fotográficos y comprobantes de entrega o manejo de residuos, cuando correspondan.

VIII.2.6. Bibliografía y referencias técnicas

La bibliografía integra las fuentes oficiales, científicas y técnicas empleadas para sustentar la descripción del medio físico y biológico, la revisión de la normativa ambiental, la interpretación cartográfica y los procedimientos de evaluación de impactos.

Las referencias deberán presentarse de manera identificable, indicando autor o institución, título de la publicación o conjunto de datos, año disponible y, cuando corresponda, dirección electrónica de consulta y fecha de acceso. En el caso de documentos técnicos institucionales, se incluirá la dependencia responsable y los datos necesarios para localizar la fuente original.

Toda fuente utilizada para respaldar datos, clasificaciones, criterios metodológicos o interpretaciones deberá citarse en el apartado correspondiente de la Manifestación de Impacto Ambiental. De esta manera, la bibliografía no constituye únicamente una relación de documentos consultados, sino el soporte documental de las afirmaciones técnicas contenidas en el estudio.

CONSULTA PÚBLICA

VIII.3. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Para facilitar la interpretación de los conceptos utilizados en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se presentan las siguientes definiciones aplicables al análisis ambiental del proyecto:

Área de amortiguamiento y conservación: Superficie delimitada dentro del predio que se destina a permanecer sin extracción directa, con la finalidad de conservar la cobertura y las condiciones ambientales existentes, conforme a los alcances establecidos para el proyecto.

Área de estudio: Espacio geográfico delimitado para caracterizar los componentes ambientales y analizar las interacciones entre el proyecto y el entorno.

Biodiversidad: Variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos los ecosistemas terrestres y los complejos ecológicos de los que forman parte.

Cobertura vegetal: Proporción y distribución de la superficie del terreno cubierta por vegetación, independientemente de su composición florística o grado de desarrollo.

Componente ambiental: Elemento o conjunto de elementos físicos, biológicos o perceptuales que forman parte del ambiente y que pueden relacionarse con las actividades del proyecto.

Conservación: Conjunto de acciones dirigidas a mantener las características, funciones y procesos de los componentes ambientales que se pretende preservar.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por una acción humana o por procesos naturales, que puede manifestarse como un efecto positivo o negativo.

Impacto ambiental acumulativo: Efecto ambiental cuyo comportamiento resulta de la suma o interacción de efectos generados por acciones pasadas, presentes o previsibles.

Impacto ambiental residual: Efecto que permanece después de aplicar las medidas de prevención y mitigación previstas para reducir su magnitud.

Medida de compensación: Acción orientada a compensar una afectación ambiental cuando así corresponda, de conformidad con la normativa y las condiciones que resulten aplicables.

Medida de mitigación: Acción destinada a reducir la magnitud, extensión, duración o consecuencias de un impacto ambiental adverso.

CONSULTA PÚBLICA

Medida de prevención: Acción destinada a evitar que ocurra un impacto ambiental adverso o a impedir que una actividad genere una afectación no deseada.

Rehabilitación: Conjunto de acciones orientadas a recuperar condiciones funcionales y de estabilidad en una superficie alterada, sin implicar necesariamente la reproducción exacta de las condiciones originales.

Restauración ambiental: Proceso mediante el cual se promueve la recuperación de componentes, estructuras y funciones ecológicas en áreas que han sido alteradas.

Sistema ambiental: Conjunto de elementos físicos, biológicos y socioeconómicos que interactúan en un espacio determinado y cuya dinámica puede ser modificada por las actividades humanas.

Vegetación secundaria: Comunidad vegetal que se desarrolla después de la perturbación o modificación de la cobertura original y cuya composición y estructura dependen de las condiciones ambientales y de la trayectoria de recuperación.

Vigilancia ambiental: Conjunto de acciones de inspección, registro y evaluación sistemática que permiten verificar la ejecución de las medidas ambientales, identificar desviaciones y establecer acciones correctivas.

Los términos anteriores se interpretan conforme a su utilización en el estudio y a las disposiciones legales y técnicas aplicables. Cuando un concepto se encuentre definido expresamente en una norma o instrumento jurídico, deberá atenderse a la definición contenida en dicha disposición.

CONSULTA PÚBLICA

ANEXOS

CONSULTA PÚBLICA