I. Nombre del área que clasifica.

Oficina de Representación en el Estado de Durango

II. Identificación del documento del que se elabora la versión pública

SEMARNAT-04-002-A Recepción, evaluación y resolución de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular tipo A No incluye Actividad Altamente Riesgosa 10/MP-0512/04/24

X. Partes o secciones clasificadas, así como las páginas que la conforman.

Domicilio, teléfono, email, RFC. Páginas: 14

IV. Fundamento legal, indicando el nombre del ordenamiento, el o los artículos, fracción(es), párrafo(s) con base en los cuales se sustente la clasificación; así como las razones o circunstancias que motivaron la misma.

La información señalada se clasifica como confidencial con fundamento en los artículos 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP. Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

V. Firma del titular del área.

Dr. Marco Antonio Ávila Chávez

VI. Fecha, número e hipervínculo al acta de la sesión de Comité donde se aprobó la versión pública.

ACTA_25_2024_SIPOT_3T_2024_ART69 en sesión celebrada el 16 de octubre del 2024.

Disponible para su consulta en:
http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2024/SIPOT/ACTA_25_2024_SIPOT_3T_2024_ART69

CONTENIDO

I. Introducción. 11
II. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable de estudio de impacto ambiental. 13
II.1. Proyecto. 13
II.2. Promovente. 14
II.3. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental. 14
III. Descripción del proyecto. 15
III.1. Información general del proyecto. 15
III.1.1. Naturaleza del proyecto. 15
III.1.2. Selección del sitio. 17
III.1.3. Ubicación física del proyecto y planos de localización. 17
III.1.4. Inversión requerida. 23
III.1.5. Dimensiones del proyecto. 23
III.1.6. Uso actual de suelo. 47
III.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos. 49
III.2. Características particulares del proyecto. 49
III.2.1. Programa general de trabajo. 49
III.2.2. Preparación del sitio. 52
III.2.3. Etapa de construcción. 53
III.2.4. Descripción de obras y actividades asociadas o provisionales del proyecto. 78
III.2.5. Etapa de operación y mantenimiento. 98
III.2.6. Etapa de abandono del sitio. 116
III.2.7. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera. 128
III.2.8. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos. 129
IV. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo. 130
V. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto..... 145
V.1. Delimitación del área de estudio. 145
V.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental. 146
V.2.1. Aspectos abióticos. 146
V.2.2. Aspectos bióticos. 200
V.2.3. Paisaje. 266
V.2.4. Medio socioeconómico. 272
V.2.5. Diagnóstico ambiental. 278
VI. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales. 286
VI.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales. 286
VI.1.1. Indicadores de impacto. 286

VI.1.2. Lista indicativa de indicadores de impacto. 287
VI.1.3. Criterios y metodología de evaluación. 287
VII. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales. 303
VII.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental. 303
VII.2. Impactos residuales. 309
VIII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas. 311
VIII.1. Pronóstico del escenario. 311
VIII.2. Programa de Vigilancia Ambiental. 315
VIII.3. Conclusiones. 319
IX. Glosario de términos. 324
X. Bibliografía. 328
XI. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores. 335
XI.1. Formatos de presentación. 335
XI.1.1. Ubicación del proyecto.....335
XI.1.2. Distribución de superficies en las áreas del proyecto. 336
XI.1.3. Relieve en las áreas del proyecto. 342
XI.1.4. Hidrología en las áreas del proyecto. 345
XI.1.5. Vegetación en las áreas del proyecto. 346
XI.1.6. Listado de flora en el Sistema Ambiental y las áreas del proyecto. 347
XI.1.7. Listado de fauna en el Sistema Ambiental y las áreas del proyecto. 349

FIGURAS

Figura 1. Ubicación del Municipio de Guanaceví en el Estado de Durango. 18
Figura 2. Ubicación del proyecto en el ámbito local. 19
Figura 3. Ubicación del proyecto con respecto a Regiones Terrestres Prioritarias. 20
Figura 4. Ubicación del proyecto con respecto a Áreas Naturales Protegidas (ANPs). 21
Figura 5. Ubicación del proyecto con respecto a AICAs. 22
Figura 6. Áreas que conforman el proyecto. 23
Figura 7. Distribución de superficies en las áreas del proyecto (Zona norte)..... 24
Figura 8. Distribución de superficies en las áreas del proyecto (zona centro - mina ingleses). ... 26
Figura 9. Distribución de superficies en las áreas del proyecto (zona centro - planta de beneficio). 28
Figura 10. Distribución de superficies en las áreas del proyecto (zona centro - depósitos jal 2 y 3). 36
Figura 11. Distribución de superficies en las áreas del proyecto (zona sur). 41
Figura 12. Distribución de superficies en las áreas del proyecto (LTE115). 46
Figura 13. Distribución de la vegetación presente en el área total del proyecto. 48
Figura 14. Diagrama flujo de bloques planta Guanaceví. 50
Figura 15. Sección típica de corte y rellenos para caminos. 54
Figura 16. Sección tipo del pavimento revestido con grava en zona de corte. 54
Figura 17. Sección tipo del pavimento revestido con grava en zona de terraplén. 55
Figura 18. Imagen mostrando la ubicación de alcantarilla. 56
Figura 19. Secciones típicas mostrando ubicación de alcantarilla. 57
Figura 20. Plano mostrando instalaciones planta Guanaceví. 59
Figura 21. Planta y sección exhibiendo diseño de tolva de descarga. 60
Figura 22. Planta y sección exhibiendo diseño de torre tolva. 61
Figura 23. Sección exhibiendo diseño de bandas transportadoras. 62
Figura 24. Plano exhibiendo distribución de molinos. 63
Figura 25. Planta y sección correspondiente a tanque espesador. 64
Figura 26. Planta de sistema de lixiviación dinámica. 65
Figura 27. Planta de sistema de lavado a contracorriente. 66
Figura 28. Sistema de planta Merrill Crowe. 67
Figura 29. Planta y sección del sistema filtrados de jales. 68
Figura 30. Planta y sección del sistema de compresores de filtrado. 68
Figura 31. Planta y sección de la subestación eléctrica principal. 69
Figura 32. Planta y sección de la subestación eléctrica para planta. 70
Figura 33. Sección del generador de emergencias. 70
Figura 34. Planta y sección para el sistema de equipo de reactivos. 71
Figura 35. Perspectiva para el depósito de cal. 71
Figura 36. Planta y sección para el sistema almacén y preparación de reactivo lixiviante Dezo. 72
Figura 37. Ejemplificación de Torre de Decantación..... 74
Figura 38. Planta y sección para el sistema servicios. 79
Figura 39. Planta y sección para el laboratorio. 80

Figura 40. Planta y sección para el taller de mantenimiento..... 80
Figura 41. Planta para tanques de agua contra incendio. 81
Figura 42. Planta y sección para almacén de residuos peligrosos. 82
Figura 43. Planta y sección para almacén y despacho de diésel. 82
Figura 44. Planta y sección para cuarto de cambios. 83
Figura 45. Planta y sección para caseta y báscula. 84
Figura 46. Planta y sección para caseta..... 84
Figura 47. Planta para sala de capacitación. 85
Figura 48. Planta para comedor. 85
Figura 49. Planta y secciones para el almacén general. 86
Figura 50. Planta y secciones para clínica. 86
Figura 51. Secciones para zona deportiva. 87
Figura 52. Planta y sección para zona de campamento. 87
Figura 53. Sección para planta de tratamiento. 88
Figura 54. Imagen mostrando ubicación de subestación eléctrica principal. 88
Figura 55. Imagen mostrando trayectoria de línea eléctrica de alta tensión. 92
Figura 56. Diagrama mostrando el nivel de voltaje para el suministro de energía. 93
Figura 57. Diagrama de instalación de línea aérea en alta tensión. 94
Figura 58. Imagen mostrando trayectoria de línea eléctrica de alta tensión, así como caminos y brechas a rehabilitar. 95
Figura 59. Nivel freático y las elevaciones en el tiro de mina Predilecta. 96
Figura 60. Trayectoria de la tubería de HDPE (línea color cyan). 97
Figura 61. Acceso a las minas. 99
Figura 62. Acceso a Mina Santa Cruz Sur. 100
Figura 63. Sistema de minado. 101
Figura 64. Ventilación. 104
Figura 65. Esquema del circuito de trituración primaria, secundaria y terciaria. 106
Figura 66. Esquema del circuito de molienda. 108
Figura 67. Diagrama espesador (concentrados-jales). 109
Figura 68. Esquema de espesador primario y reactores de lixiviación dinámica. 109
Figura 69. Diagrama lavado contracorriente y procesamiento de jales. 110
Figura 70. Esquema Merrill-Crowe y fundición. 112
Figura 71. Ubicación del proyecto en la UAB 91. 134
Figura 72. Ubicación del proyecto en la Región Noroeste del Estado de Durango. 136
Figura 73. Ubicación del proyecto en la UGA 56. 143
Figura 74. Sistema Ambiental..... 146
Figura 75. Tipos de clima en el Sistema Ambiental. 147
Figura 76. Períodos geológicos en el Sistema Ambiental..... 153
Figura 77. Características geológicas de las áreas del proyecto. 154
Figura 78. Sistemas de topoformas del Sistema Ambiental. 156
Figura 79. Relieve del Sistema Ambiental. 157
Figura 80. Relieve del área envolvente 1. 158
Figura 81. Relieve del área envolvente 2. 159

Figura 82. Relieve del área en zona norte. 160
Figura 83. Líneas consideradas para la estimación de la pendiente media en el polígono envolvente 1 (zona centro). 161
Figura 84. Líneas consideradas para la estimación de la pendiente media en polígono envolvente 2 (zona sur). 163
Figura 85. Líneas consideradas para la estimación de la pendiente media en la zona norte. ... 165
Figura 86. Fallas y fracturas en el Sistema Ambiental. 167
Figura 87. Peligro sísmico por Incidencia. 168
Figura 88. Tipos de suelo en el Sistema Ambiental. 170
Figura 89. Tipo de suelo presente en las áreas del proyecto. 174
Figura 90. Erosión de suelo en las áreas del proyecto. 176
Figura 91. Mapa de Regiones con igual Erosividad en la República Mexicana. 178
Figura 92. Ubicación del área de estudio y del proyecto en la Región Hidrológica Nazas - Aguanaval. 186
Figura 93. Imagen de la ubicación del Sistema Ambiental y del proyecto en la Cuenca Presa Lázaro Cárdenas..... 187
Figura 94. Imagen de la ubicación del Sistema Ambiental y del proyecto en la Subcuenca Matalotes – Río de Sextín. 188
Figura 95. Ubicación del Sistema Ambiental y el proyecto en la Microcuenca Coscomate. 189
Figura 96. Principales afluentes en el Sistema Ambiental. 190
Figura 97. Afluentes en las áreas del proyecto. 191
Figura 98. Afluentes en la zona centro del proyecto. 192
Figura 99. Afluentes en la zona norte del proyecto. 193
Figura 100. Afluentes en la zona sur del proyecto. 194
Figura 101. Coeficientes de escurrimiento en el Sistema Ambiental. 195
Figura 102. Ubicación del Sistema Ambiental y del proyecto con respecto a la Región Hidrológica Prioritaria Río Nazas. 198
Figura 103. Vegetación en México. 201
Figura 104. Mapa que muestra el Sistema Ambiental y las áreas del proyecto. 202
Figura 105. Mapa que muestra el Uso de Suelo y Vegetación escala 1: 250 000 en el Sistema Ambiental y las áreas del proyecto. 204
Figura 106. Mapa que muestra el Uso de Suelo y Vegetación escala 1: 50 000 en el Sistema Ambiental y las áreas del proyecto. 205
Figura 107. Aspecto de la vegetación en el Sistema Ambiental. 208
Figura 108. Aspecto de la vegetación circundante al área urbana de Guanaceví en el Sistema Ambiental. 208
Figura 109. Aspecto de la vegetación en algunos sitios del Sistema Ambiental cercana al área urbana. 209
Figura 110. Forma y dimensiones del sitio de muestreo. 210
Figura 111. Mapa que muestra los sitios de muestreo en el Sistema Ambiental y las áreas del proyecto. 213
Figura 112. Número de especies de plantas por Clase en el Sistema Ambiental. 216
Figura 113. Número de especies de plantas por Ordenes en el Sistema Ambiental. 217

Figura 114. Número de especies de plantas por Familias en el Sistema Ambiental. 217
Figura 115. Número de especies de plantas por estratos en el Sistema Ambiental. 218
Figura 116. Valor de importancia de las especies de plantas en el estrato arbustivo del Sistema Ambiental. 222
Figura 117. Distribución de la vegetación presente en el área total del proyecto. 224
Figura 118. Mapa de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII de INEGI escala 1:250 000 en las áreas del proyecto. 225
Figura 119. Mapa de Uso de Suelo y Vegetación escala 1: 50 000 en las áreas del Proyecto. ... 226
Figura 120. Aspecto de la vegetación en las áreas del Proyecto. 227
Figura 121. Aspecto del estrato herbáceo en un sitio de muestreo en las áreas del Proyecto. 227
Figura 122. Aspecto del de la vegetación en un sitio del Área del Proyecto. 228
Figura 123. Mapa que muestra los sitios de muestreo en las áreas del proyecto. 230
Figura 124. Número de especies de plantas por Clase en las áreas del proyecto. 232
Figura 125. Número de especies de plantas por Orden en las áreas del proyecto. 233
Figura 126. Número de especies de plantas por Familias en las áreas del proyecto. 233
Figura 127. Imágenes de vegetación presente en diferentes áreas del proyecto. 234
Figura 128. Valor de importancia de las especies de plantas en el estrato arbustivo de las áreas del proyecto. 239
Figura 129. Mapa que muestra la ubicación del Sistema Ambiental y las áreas del proyecto utilizados para el estudio de fauna silvestre. 240
Figura 130. Aspecto del paisaje del Sistema Ambiental. 242
Figura 131. Mapa en el que se muestran las rutas que se recorrieron de manera general para el muestreo de fauna silvestre en el Sistema Ambiental 245
Figura 132. Número de especies de Aves por Ordenes registradas en el Sistema Ambiental. .. 250
Figura 133. Número de especies de Aves por Familias registradas en el Sistema Ambiental. ... 250
Figura 134. Estacionalidad de las especies de aves en el Sistema Ambiental. 251
Figura 135. Abundancia relativa de las especies de aves observadas en el Sistema Ambiental. 253
Figura 136. Número de especies de Aves por Ordenes registradas en las Áreas del Proyecto. 255
Figura 137. Número de especies de Aves por Familias registradas en las áreas del proyecto. . 256
Figura 138. Estacionalidad de las especies de aves observadas en las áreas del proyecto. 256
Figura 139. Abundancia relativa de las especies de aves observadas en las áreas del proyecto. 258
Figura 140. Número de especies de Mamíferos por Ordenes registradas en el Sistema Ambiental. 260
Figura 141. Número de especies de Mamíferos por Familias registradas en el Sistema Ambiental. 260
Figura 142. Abundancia relativa de las especies de mamíferos observadas en el Sistema Ambiental. 261
Figura 143. Número de especies de mamíferos por Ordenes registradas en las áreas del Proyecto. 263
Figura 144. Número de especies de mamíferos por Familias registradas en las áreas del proyecto. 263

Figura 145. Abundancia relativa de las especies de mamíferos observadas en las áreas del proyecto. 264
Figura 146. Grado de intensidad migratoria en Durango. 274
Figura 147. Uso de suelo y vegetación e hidrología en las áreas del proyecto y zonas aledañas. 280

TABLAS

Tabla 1. Colindancias del sitio del Proyecto. 19
Tabla 2. Coordenadas de polígonos Zona Norte. 24
Tabla 3. Coordenadas de polígonos en Zona Central – Mina Ingleses. 26
Tabla 4. Coordenadas de polígonos en Zona Centro – Planta de beneficio. 28
Tabla 5. Coordenadas de polígonos en Zona Centro – Depósitos de Jal 02 y 03. 36
Tabla 6. Coordenadas de polígonos en Zona Sur. 41
Tabla 7. Coordenadas de polígono de LTE 115. 46
Tabla 8. Vegetación presente en las diferentes áreas del proyecto. 47
Tabla 9. Colindancias de las diferentes zonas del Proyecto..... 48
Tabla 10. Cronograma de actividades del proyecto. 51
Tabla 11. Estación meteorológica Guanaceví. 148
Tabla 12. Temperaturas máximas en la Estación 10029. 148
Tabla 13. Temperaturas mínimas en la Estación 10029. 148
Tabla 14. Precipitación mensual en la Estación 10029. 149
Tabla 15. Características geológicas del Sistema Ambiental. 153
Tabla 16. Características geológicas en las áreas del proyecto. 154
Tabla 17. Pendientes obtenidas en el polígono envolvente 1 (zona centro). 161
Tabla 18. Número de ocurrencias por Pendiente Media en el polígono envolvente 1 (zona centro). 162
Tabla 19. Pendientes obtenidas en el polígono envolvente 2 (zona sur). 164
Tabla 20. Número de ocurrencias por Pendiente Media en el polígono envolvente 2 (zona sur). 164
Tabla 21. Pendientes obtenidas en la zona norte. 165
Tabla 22. Número de ocurrencias por Pendiente Media en la zona norte. 166
Tabla 23. Tipos de suelo en el Sistema Ambiental. 169
Tabla 24. Superficie por tipo de suelo en el Sistema Ambiental. 169
Tabla 25. Tipos de suelo en las áreas del proyecto. 173
Tabla 26. Ecuaciones para estimar la Erosividad de la lluvia "R" en la República Mexicana..... 177
Tabla 27. Valores de "K" en función de unidad y textura del suelo..... 179
Tabla 28. Cálculo de la pendiente y longitud media para LS. 181
Tabla 29. Valores de "C" para estimar pérdidas de suelo. 182
Tabla 30. Factor "P" utilizado para diferentes prácticas y obras de conservación del suelo y agua. 183
Tabla 31. Erosión actual de suelo. 184
Tabla 32. Erosión potencial de suelo por Escenario..... 185
Tabla 33. Balance hídrico del Sistema Ambiental, las áreas del proyecto y el CUSTF. 200
Tabla 34. Tipo de vegetación en el Sistema Ambiental de acuerdo a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII de INEGI escala 1: 250 000. 203
Tabla 35. Tipo de vegetación en el Sistema Ambiental de acuerdo a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación escala 1: 50 000 de la CONAFOR. 205
Tabla 36. Coordenadas de los sitios de muestreo en el Sistema Ambiental. 210

Tabla 37. Listado florístico del Sistema Ambiental. 214
Tabla 38. Valor de importancia de las especies del estrato arbóreo en el Sistema Ambiental.. 221
Tabla 39. Valor de importancia de las especies del estrato arbustivo en el Sistema Ambiental. 221
Tabla 40. Índices de biodiversidad de Shannon en el Sistema Ambiental. 222
Tabla 41. Indices de biodiversidad de Simpson en el Sistema Ambiental. 223
Tabla 42. Vegetación presente en las diferentes áreas del proyecto por Zona. 223
Tabla 43. Tipo de vegetación en las áreas del proyecto de acuerdo a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII de INEGI escala 1: 250 000 224
Tabla 44. Tipo de vegetación en los polígonos del Proyecto de acuerdo a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII de INEGI escala 1:50 000..... 226
Tabla 45. Coordenadas de los sitios de muestreo en las áreas del proyecto. 229
Tabla 46. Listado florístico de las áreas del proyecto. 231
Tabla 47. Valor de importancia de las especies del estrato arbóreo en las áreas del proyecto. 238
Tabla 48. Valor de importancia de las especies del estrato arbustivo en las áreas del proyecto. 238
Tabla 49. Índices de biodiversidad de Shannon en las áreas del proyecto. 239
Tabla 50. Índices de biodiversidad de Simpson en las áreas del Proyecto. 240
Tabla 51. Listado de herpetofauna localizada en el Sistema Ambiental 246
Tabla 52. Abundancia de las especies de herpetofauna en el Sistema Ambiental. 246
Tabla 53. Listado de herpetofauna localizado en las áreas del proyecto. 247
Tabla 54. Abundancia de las especies de herpetofauna en las áreas del proyecto. 247
Tabla 55. Listado de especies de aves registradas en el Sistema Ambiental. 248
Tabla 56. Lista de especies de aves con datos de abundancia en el Sistema Ambiental. 251
Tabla 57. Listado de especies de aves registradas en las Áreas del Proyecto. 254
Tabla 58. Abundancia de especies de aves registradas en las áreas del proyecto. 257
Tabla 59. Listado de especies de mamíferos registradas en el Sistema Ambiental. 259
Tabla 60. Abundancia de mamíferos registrada en el Sistema Ambiental. 261
Tabla 61. Listado de especies de mamíferos registradas en las áreas del proyecto. 262
Tabla 62. Abundancia de mamíferos registrada en las Áreas del Proyecto..... 264
Tabla 63. Registro de especies de fauna silvestres incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el Sistema Ambiental. 265
Tabla 64. Criterios empleados para determinar la calidad visual del paisaje. 269
Tabla 65. Calidad visual del paisaje en el área de estudio. 270
Tabla 66. Criterios empleados para determinar la fragilidad visual del paisaje. 271
Tabla 67. Fragilidad visual del paisaje en las áreas del proyecto. 272
Tabla 68. Población en el Municipio de Guanaceví (2020). 273
Tabla 69. Viviendas particulares habitadas con disponibilidad de servicios. 276
Tabla 70. Comparación de los índices de biodiversidad de Shannon entre las Áreas del Proyecto y el Sistema Ambiental. 282
Tabla 71. Comparación de los índices de biodiversidad de Simpson entre las Áreas del Proyecto y el Sistema Ambiental. 282

Tabla 72. Comparación del índice de diversidad de herpetofauna de Shannon entre el Sistema Ambiental y las áreas del proyecto 283
Tabla 73. Comparación del índice de diversidad de aves entre el Sistema Ambiental y las áreas del proyecto. 283
Tabla 74. Comparación del índice de diversidad de mamíferos entre el Sistema Ambiental y las áreas del proyecto. 284
Tabla 75. Matriz de evaluación de impactos ambientales. 292
Tabla 76. Cuantificación de impactos derivados del proyecto. 297
Tabla 77. Medidas de prevención y mitigación..... 303
Tabla 78. Escenarios ambientales. 311
Tabla 79. Programa de Vigilancia Ambiental. 315
Tabla 80. Indicadores Ambientales. 318

I. Introducción.

En cumplimiento a lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su Reglamento, así como de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento se somete a evaluación y dictamen por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) la presente Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto "Recinto Minero Guanaceví", ubicado en el Municipio de Guanaceví, Durango, para la rehabilitación y ampliación de áreas para procesar mineral de operación subterránea y obtener producción de barras doré en un área total de de 103.60 ha.

En este documento se analiza la información generada en campo, así como información cartográfica de la zona, de tal manera que se ponderan las necesidades, las susceptibilidades y las problemáticas ambientales, para presentar alternativas que reduzcan los efectos negativos que se pudieran generar en el ambiente y la salud de los habitantes.

La presente Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) se elabora con base en el contenido de los Art. 28 de la *Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. Así mismo, la estructura e información contenida en el mismo obedece las indicaciones previstas en el Art. 12 del *Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental,* y tiene como propósito fundamental ofrecer la información técnica que permita a la autoridad responsable, disponer de los suficientes elementos de convicción para que sea emitida la *Autorización en Materia de Impacto Ambiental* con pretendida ubicación en sitio perteneciente al Municipio de Guanaceví, Estado de Durango, en una superficie total de 1'035,962.13 metros cuadrados (103.60 ha) de los cuales 926,570.69 metros cuadrados (92.66 ha) serán sujetas a cambio de uso de suelo. Cabe aclarar que, de esta superficie se pretende reforestar 658,664.46 metros cuadrados (65.87 ha). La vegetación caracterísitica en la zona donde se ubica el proyecto, es bosque de pino con vegetación secundaria arbustiva principalmente, habiendo otros puntos con matorral de junípero en asociación con uña de gato. En su momento, el área del proyecto estuvo destinado a actividades mineras, las cuales quedaron en suspensión.

En el presente documento se establecen las medidas de prevención y mitigación de los cambios que pudieren presentase en los factores ambientales como consecuencia de los procesos efectuados en las diversas etapas del proyecto precitado, mismo que estará a cargo de la empresa Ocampo Mining, S.A. de C.V.

Según información del Servicio Geológico Mexicano (2021), el Estado de Durango es un estado tradicionalmente minero, contando con evidencias de la actividad minera desde la Época Precolombina, alcanzando su mayor auge en el tiempo de la Colonia, iniciando en el año 1552, cuando fue descubierto el yacimiento de hierro de Cerro de Mercado por el Capitán español Ginés Vázquez de Mercado, fundándose con esto la ciudad de Durango; para el año de 1604 ya se contaba dentro de esta jurisdicción con 23 haciendas de beneficio y 52 minas, en 1897 la minería seguía siendo la primera fuente productiva, llegando a contar con 69 haciendas de beneficio y 709 minas.

Antes de 1870, la actividad minera fue esporádica operando a partir de ese año compañías nacionales y extranjeras. Las minas que se destacaron por sus bonanzas fueron: **La Mexicana**, **La Predilecta**, Barradón, Sirena, **Chamole**, Capuzaya, SanJosé, Arianeña, Coloradas, San Rafael, Fanny, Soto, Nueva Australia y El Desengaño, pertenecientes éstas 3 últimas al subdistrito de San Pedro (Cruz-Pérez y Ríos-Vázquez, 1998; Munroe, 2015).

Con el pasar de los años, la actividad minera fue disminuyendo, hasta la década de 1950 en que fueron suspendidas casi totalmente. Sin embargo, la producción del distrito se incrementó durante los años 1974, 79 y 80, como resultado del aumento en las cotizaciones, operando las siguientes compañías: **Cía. Ocampo Mining**, Cía. Minera San José Arianeña, Cía. Minera La Concordia, Minas de Chamole, Cía. Minera Apethania, Cía. Minera La Ulama, Cía. Minera Peñoles, Cía. Minera Ambrosius, Agrupación Minera San Cayetano, Cía. Minera El Bosque, y Minas San Rafael y Fanny Las minas en producción en 1998 y que contaban con toda la infraestructura eran Santa Cruz, Coloradas, Nuevo Porvenir, Sirena, Barradón, El Desengaño, Soto, San Rafael, Buena Fortuna, Dos Hermanos, La Prieta, **La Martha**, Natalia, Rosario y **Chamole** (Cruz-Pérez y Ríos-Vázquez, 1998; Lewis et al., 2009, 2013; Munroe, 2015).

Guanaceví cuenta con minas importantes como El Carmen, Guanaceví y San Julián, con yacimientos tipo vetas y stockworks, teniendo minerales de oro, plata, plomo, cobre y zinc (Servicio Geológico Mexicano, 2021).

Esto permite concluir que la producción minera en el Estado ha sido relevante en cuanto a minerales metálicos, al contar con yacimientos minerales muy importantes que se encuentran a la fecha aún en explotación.

II. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable de estudio de impacto ambiental.

II.1. Proyecto.

II.1.1. Nombre:

"Recinto Minero Guanaceví". El proyecto consiste en la rehabilitación y ampliación de áreas para procesar mineral de operación subterránea y obtener producción de barras doré en un área total de 1'035,962.13 metros cuadrados (130.60 ha).

II.1.2. Ubicación del proyecto:

El área el proyecto está ubicado en el Ejido Arroyo del Hacho en el Municipio de Guanaceví, Durango. Las coordenadas pueden consultarse en el Apartado III.1.5. Ver croquis de ubicación en el Anexo XI.1.1.

II.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto:

El tiempo total de vida útil del Proyecto será de 18 años, incluyendo todas y cada una de las etapas de éste. La duración de cada etapa es:

- Preparación del sitio y construcción de infraestructura: 2 años.
- Operación y mantenimiento: 12 años.
- Post-operación: 4 años.

II.1.4. Presentación de documentación legal:

Las áreas del proyecto cuentan con:

- Acta que se formula con motivo de la celebración de Asamblea relativa al contrato de comodato a título oneroso con la Compañía Minera Tayahua, S.A. de C.V., de fecha 19 de agosto de 2013.
- Contrato de Comodato a título oneroso celebrado el 25 de febrero de 2014, entre Minera Tayahua, S.A. de C.V. y el Ejido Arroyo del Hacho.
- Inscripción de contrato de comodato con el Ejido Arroyo del Hacho en el Registro Agrario Nacional bajo el número de folio 10009035103031980R, de fecha 18 de marzo de 2014.
- Contrato de Usufructo a título oneroso celebrado el 23 de julio de 2015, entre Minera Tayahua, S.A. de C.V. [redacted]
- Contrato de Usufructo a título oneroso celebrado el 30 de noviembre de 2015, entre Minera Tayahua, S.A. de C.V. y [redacted]

II.2. Promovente.

II.2.1. Datos generales:

Razón social: Ocampo Mining, S.A. de C.V.

[redacted]

Representante legal: Luis Fernando Meillón del Pando

Responsable técnico: Alejandro Gómez Hernández

II.2.2. Dirección del promovente:

Calle y número: Morelos 36

Colonia: Centro

Municipio: Guanaceví

Código postal: 35400

Entidad: Durango

Correo electrónico: medioambiente@minerafrisco.com.mx

II.2.3. Datos para oír y recibir notificaciones:

Calle y número: Morelos 36

Colonia: Centro

Municipio: Guanaceví

Código postal: 35400

Entidad: Durango

Correo electrónico: medioambiente@minerafrisco.com.mx

II.3. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental.

II.3.1. Datos generales:

Razón Social: Certeza Ambiental, S.A. de C.V.

[redacted]

Calle y número: Blvd. Adolfo López Mateos No. 1702 Piso 4

Colonia: La Martinica

Municipio: León

Entidad: Guanajuato

Código postal: 37500

Teléfono: (333) 1310-5795

Correo electrónico: j.guerrero@matergroup.com.mx

III. Descripción del proyecto.

III.1. Información general del proyecto.

III.1.1. Naturaleza del proyecto.

El proyecto prevé procesar mineral de operación subterránea (hasta 2,500 toneladas métricas secas por día) y obtener producción de barras doré (oro + plata). El proyecto es conceptualizó para producir lingotes de doré mediante un proceso que incluye: trituración, molienda y lixiviación dinámica, lavado a contracorriente y planta tipo merrill-crowe.

La base de diseño para la planta concentradora de minerales tendrá inicialmente una capacidad de 2,500 toneladas métricas secas por día (TMSPD) en el área de trituración – molienda. Esta planta será ubicada cerca de la cabecera municipal Guanaceví, Durango. Cabe mencionar que este proyecto está alineado con la minería como una de las vocaciones productivas en el Municipio de Guanaceví, Dgo., creando un polo de desarrollo económico en esta región.

El material del minado deberá ser transportado por camiones de carga hasta llegar a tolvas de gruesos y pasar a la etapa de trituración para dar un fraccionamiento más a la roca mineral con el objetivo de: a) aumentar la superficie disponible de la roca mineral para que los reactivos químicos usados en el proceso de concentración de solución rica sean más rápida y eficiente y, b) liberar el mineral Ag-Au de la ganga o material inservible antes de la concentración o la separación.

Posteriormente, el material será transportado a la planta de beneficio, lo que agregará valor a la producción, ya que tiene como finalidad someter los recursos procedentes del yacimiento naturales, al correspondiente tratamiento para la obtención o recuperación de los elementos o compuestos que sean útiles.

Cabe destacar que, para el desarrollo del presente proyecto, será necesario la rehabilitación de zonas ya usadas con anterioridad para actividades mineras, así como la ampliación de caminos, la instalación de áreas de servicios (oficinas, línea de energía eléctrica, sala de capacitación, comedor, campamento, clínica, etc.), y el uso de áreas nuevas como depósitos de jal y tepetateras.

En términos generales, para el desarrollo del proyecto, las etapas de trabajo pueden esquematizarse de acuerdo al siguiente proceso:

- Preparación del sitio y construcción de infraestructura (trituración, planta, piletas de soluciones, áreas de servicios, patios de lixiviación y tepetatera).
    - Rescate de vegetación.
    - Limpieza.
    - Rehabilitación de zonas y construcción de instalaciones.
    - Ampliación de caminos.

- Operación y mantenimiento.
- Post-operación.
- Actividades permanentes.

El uso de suelo y vegetación en la zona donde se ubica el proyecto, es principalmente vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino y de bosque de pino-encino, así como bosque de pino. Actualmente las áreas donde se desarrollará eel proyecto están destinadas a actividades mineras y a actividades pecuarias.

Cabe mencionar que el desarrollo del proyecto generará beneficios en la zona de su ejecución, entre los cuales están los siguientes:

- Creación de empleos directos, tanto para la explotación en las minas como el proceso de producción en la planta de beneficio.
- Generación de aproximadamente empleos indirectos por trabajos de mantenimiento externo a equipo, maquinaria e instalaciones, así como asesorías diversas.
- Derrama económica por el pago de trámites e impuestos, adquisición de alimentos, insumos, materiales, combustibles, refacciones y equipo, entre otros.

Objetivos del proyecto:

Objetivo general:

La finalidad del proyecto es la producción de doré, de acuerdo al material que se obtenga de las minas subterráneas, considerando una capacidad de 2,500 toneladas métricas secas por día (TMSPD) en el área de trituración – molienda. Todo el proceso se llevará a cabo en un área total de 1'035,962.13 metros cuadrados (130.60 ha, en el Municipio de Guanaceví. de los cuales 926,570.69 metros cuadrados (92.66 ha) serán sujetas a cambio de uso de suelo, y de éstas se pretende reforestar 658,664.46 metros cuadrados (65.87 ha). Con este proyecto se da continuidad a la actividad minera que ya se desarrolla en la región.

Objetivos específicos:

Sociales y económicos.- Cubrir la demanda de materiales minerales metálicos, así como brindar el tipo de equipamiento derivados de la creación y ampliación de los procesos en la planta de beneficio; así como generar, a corto plazo, empleos directos e incrementar la actividad económica en la zona y en el Estado, con el consecuente mejoramiento de la calidad de vida en la zona de influencia.

Técnico y Legal.- Cumplir con la normatividad ambiental vigente, la cual incluye la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental para la adecuada evaluación del impacto ambiental en las áreas del proyecto y sus áreas circundantes, así como el establecimiento de medidas de prevención y mitigación.

Ambientales.- Desarrollar un proyecto alternativo del uso del terreno, para un mejor y racional aprovechamiento de los recursos, tomando en cuenta obras de conservación del suelo y agua, y rescate de flora y fauna, a lo largo de la vida del proyecto, compatibilizando el desarrollo del mismo con la protección del ambiente.

III.1.2. Selección del sitio.

Aún cuando es importante tomar en cuenta diversas alternativas para el desarrollo de cada proyecto, se debe considerar que cuando se trata de un proceso de producción en plantas de beneficio, éstas están sujetas a la ubicación de las minas de donde se extrae el material a procesar, lo cual limita las posibilidades en la selección de terrenos. Además, con este proyecto se continúa con la actividad minera que ya se desarrolla en la región.

El área de ocupación del presente proyecto no se encuentra dentro de ninguna Área Natural Protegida, ni dentro de alguna Región Terrestre Prioritaria, tampoco se encuentra en ningún Área de Importancia para la Conservación de Aves. Sin embargo, está localizado dentro de la Región Hidrológica Prioritaria "Río Nazas".

Por otro lado, el sitio del proyecto se encuentra fuera de zonas arqueológicas e históricas; dentro de la zona no se encuentran parques industriales, ni pozos extractores de agua.

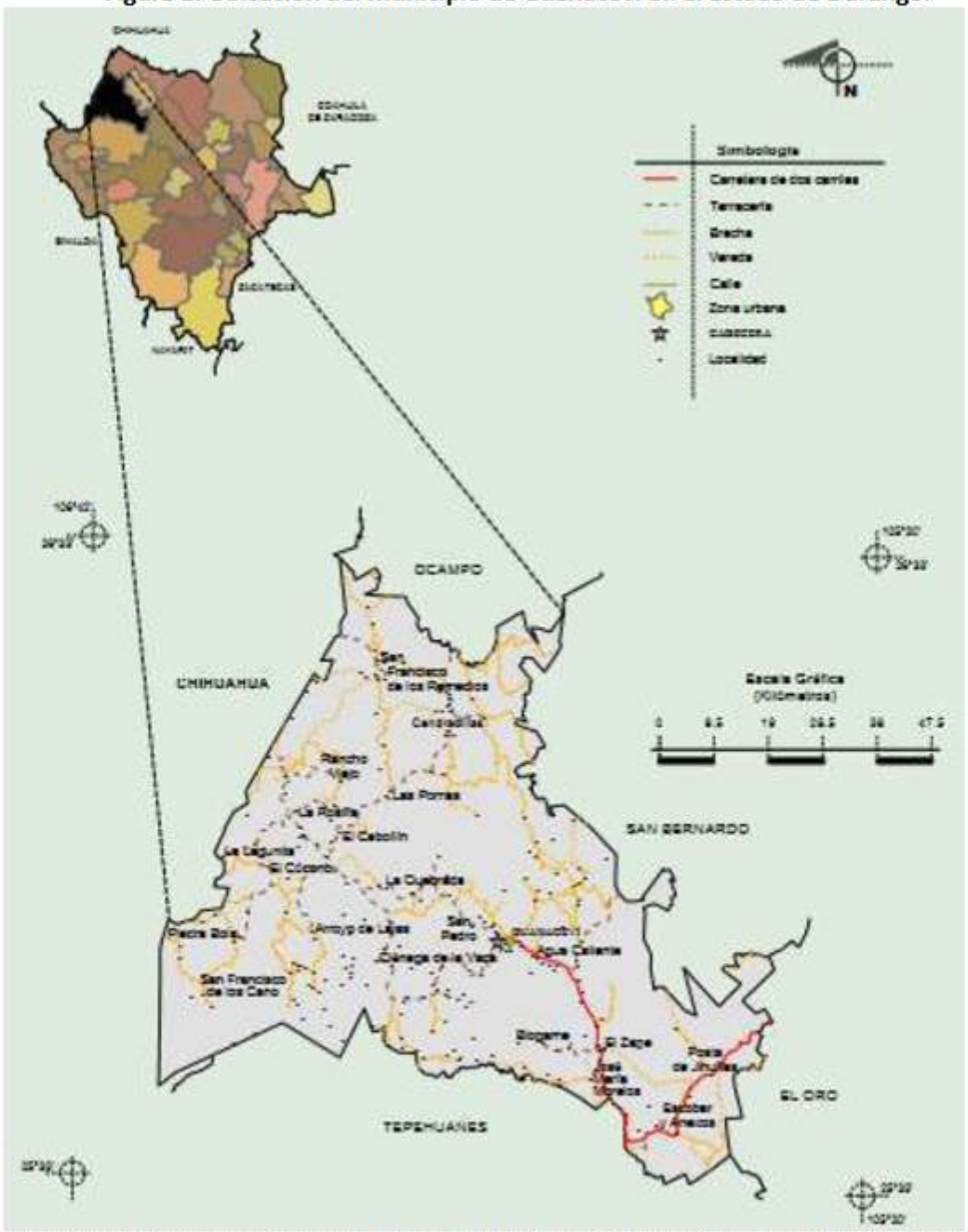
Por lo anterior, se concluye que la selección del sitio se realizó con base en la ubicación de las minas de donde se recibirá el material a procesar y, el hecho de que ya existen instalaciones en el lugar como una planta de beneficio antigua, un depósito de jal que será rehabilitado y otras zonas que ya habían sido utilizadas para el mismo fin, lo que implica una menor afectación al entorno. Por ello, no se consideraron otros sitios para realizar el proyecto.

III.1.3. Ubicación física del proyecto y planos de localización.

El área donde se ubica el proyecto se localiza en el Municipio de Guanaceví, Estado de Durango, el cual se encuentra a 305 kilómetros de la ciudad de Durango.

El Municipio de Guanaceví ocupa el 4.4% de la superficie del Estado de Durango y cuenta con 213 localidades. Colinda al norte con la zona interestatal Durango-Chihuahua, y los municipios de Ocampo y San Bernardo; al este con los municipios de San Bernardo y El Oro; al sur con los municipios del Oro, y Tepehuanes; al oeste con los municipios de Tepehuanes, el Estado de Chihuahua y la zona interestatal Durango-Chihuahua (INEGI, 2010).

Figura 1. Ubicación del Municipio de Guanaceví en el Estado de Durango.



Fuente: Compendio de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Guanaceví, Durango, INEGI, 2010.

El sitio del proyecto se ubica a menos de 1 km de la localidad Guanaceví. Las áreas donde se realizará el proyecto son zonas ya impactadas por una parte por la actividad mienra de la región y otras tiene vegetación natural, con clima semihúmedo, templado, rodeado por predios que presentan las mismas características.

Figura 2. Ubicación del proyecto en el ámbito local.

Fuente: Elaboración propia.

La accesibilidad vía terrestre, partiendo de la ciudad de Durango, es a través de la carretera federal 45 en dirección norte por ~56 km hasta el entronque o poblado José Guadalupe Aguilera, municipio Canatlán, donde debe virase al norponiente a través de la carretera estatal 23 por un intervalo de 253 km hasta la cabecera municipal Guanaceví, continuándose por un camino de terracería en dirección poniente por un intervalo de 1.3 km.

Las colindancias de las áreas del proyecto son las siguientes:

Tabla 1. Colindancias del sitio del Proyecto.

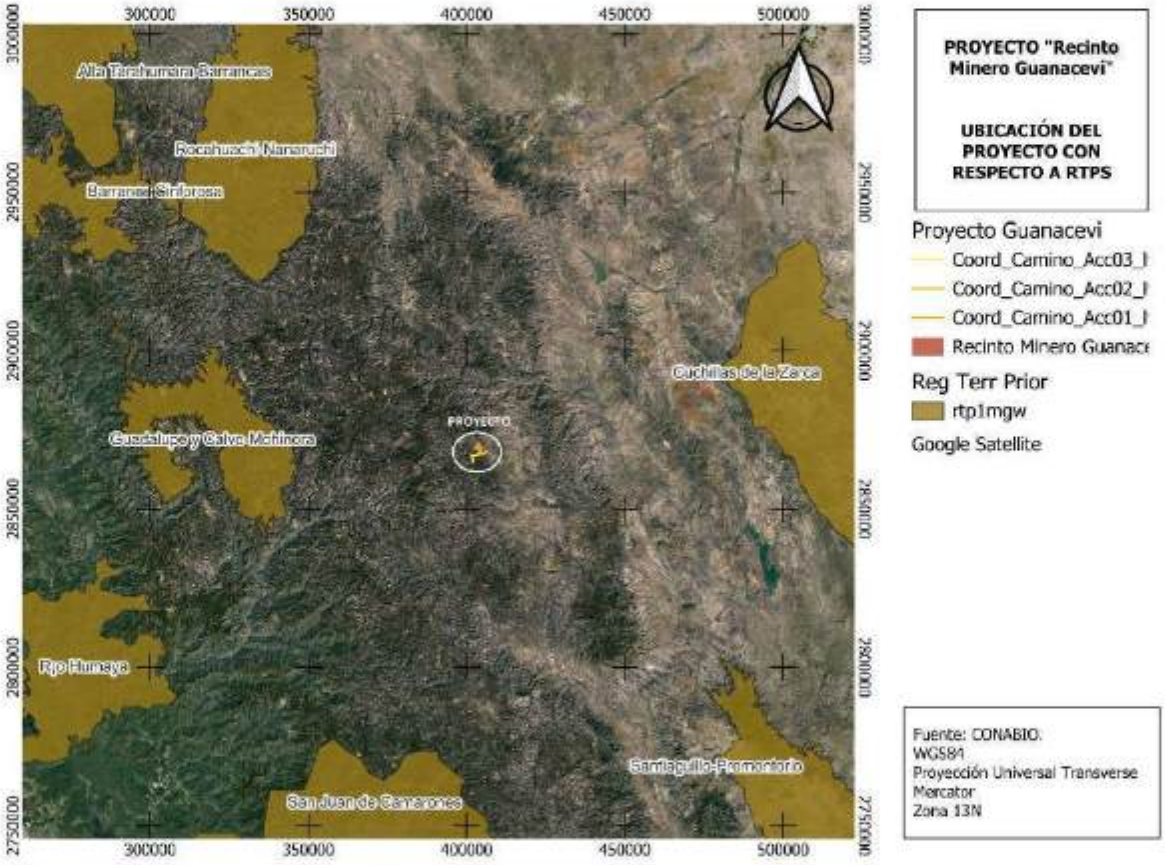
PUNTO	COLINDANCIA
NORTE	Tierras de uso común Ejido Arroyo del Hacho
ESTE	Tierras de uso común Ejido Arroyo del Hacho
SUR	Zona Mina Mexicana-Americana. Particular.
OESTE	Tierras de uso común Ejido Arroyo del Hacho

Fuente: Elaboración propia.

Estos predios ya tienen actividades mineras y/o han sido afectadas debido a su cercanía a la localidad de Guanaceví. En las colindancias del predio existe el mismo tipo de vegetación que en las diferentes zonas del proyecto.

El área de ocupación del presente proyecto no se encuentra dentro ninguna área de Importancia para la Conservación de Aves (AICAs), ni dentro de alguna Región Terrestre Prioritaria (RTPs), ni dentro de Áreas Naturales Protegidas (ANPs).

Figura 3. Ubicación del proyecto con respecto a Regiones Terrestres Prioritarias.

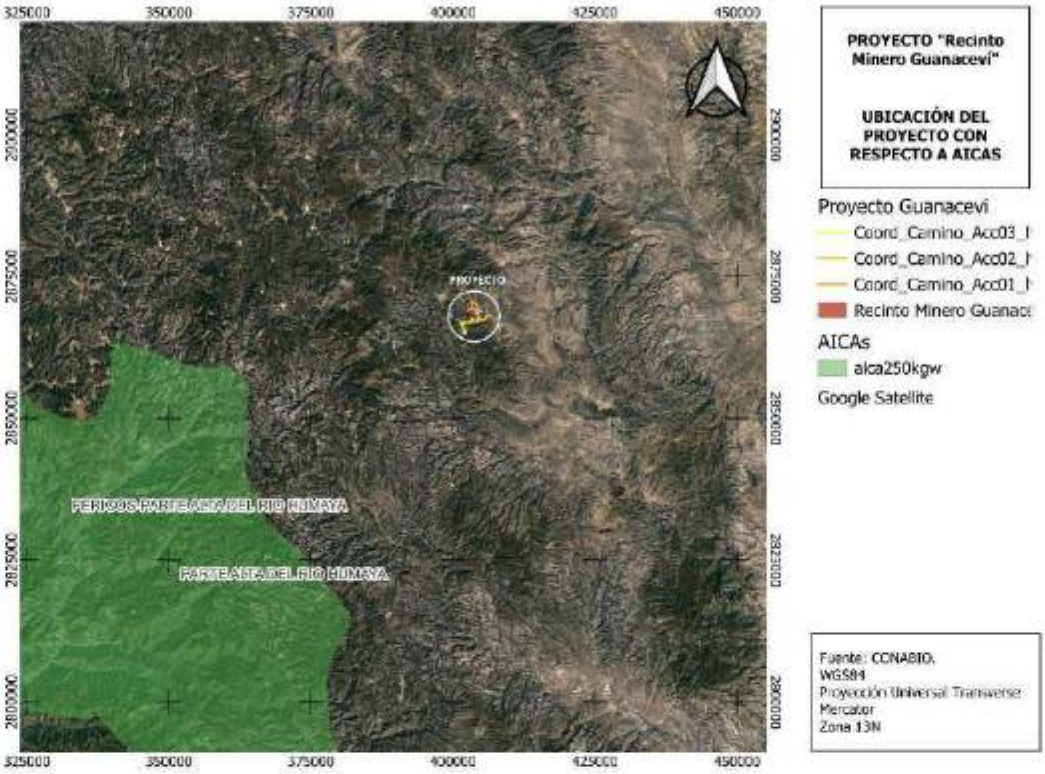


Fuente: CONABIO. Elaboración propia.

Figura 4. Ubicación del proyecto con respecto a Áreas Naturales Protegidas (ANPs).

Fuente: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA). SEMARNAT.

Figura 5. Ubicación del proyecto con respecto a AICAs.



Fuente: CONABIO. Elaboración propia.

Fuente: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA). SEMARNAT.

III.1.4. Inversión requerida.

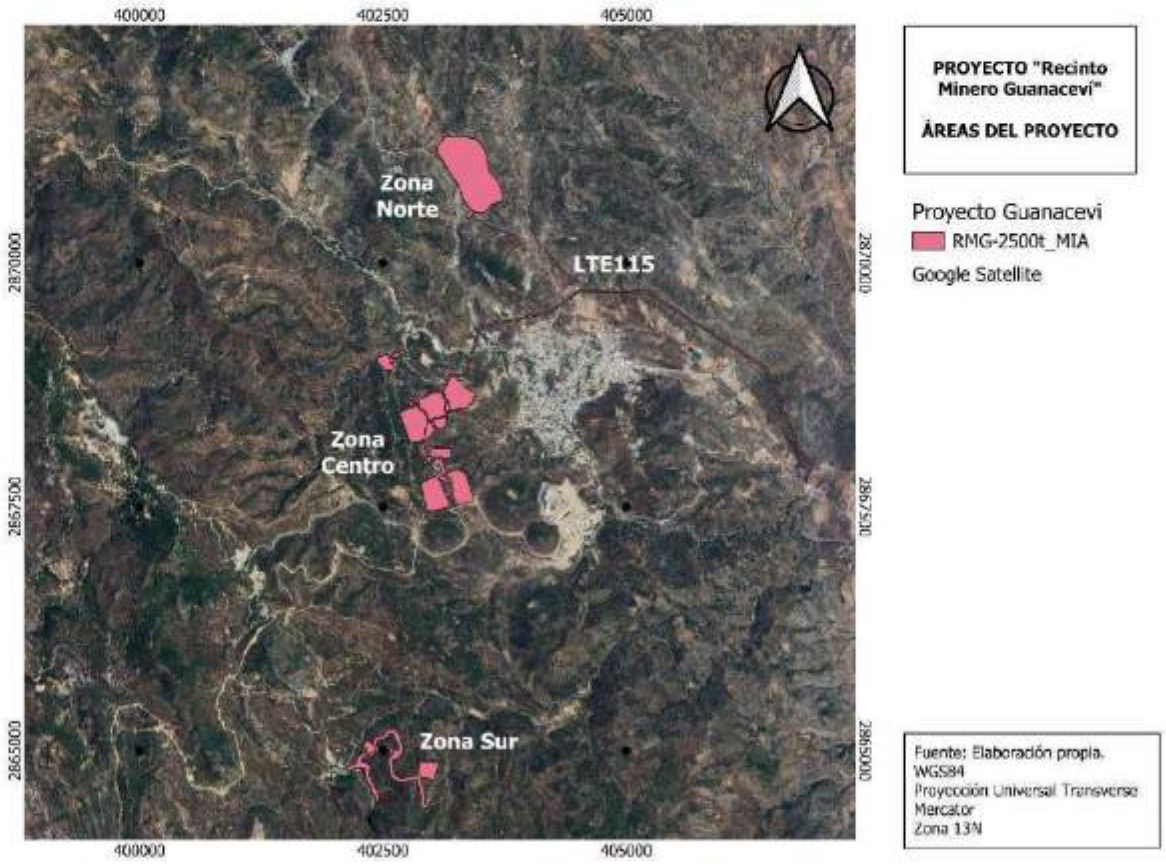
La inversión estimada para el proyecto es de 95.025 millones de dólares americanos.

Se estima que en 9 años es el periodo de retorno.

III.1.5. Dimensiones del proyecto.

La superficie total a ocupar por el proyecto es de 1'035,962.13 metros cuadrados (103.60 hectáreas), de lo cual se requerirá el cambio de uso de suelo en 92.66 hectáreas. Es importante mencionar que, de las 92.66 hectáreas, 65.87 hectáreas serán reforestadas según se vayan abandonando las zonas correspondientes a las tepetateras y los depósitos de jales. A continuación, se muestran todas las áreas que conforman el proyecto.

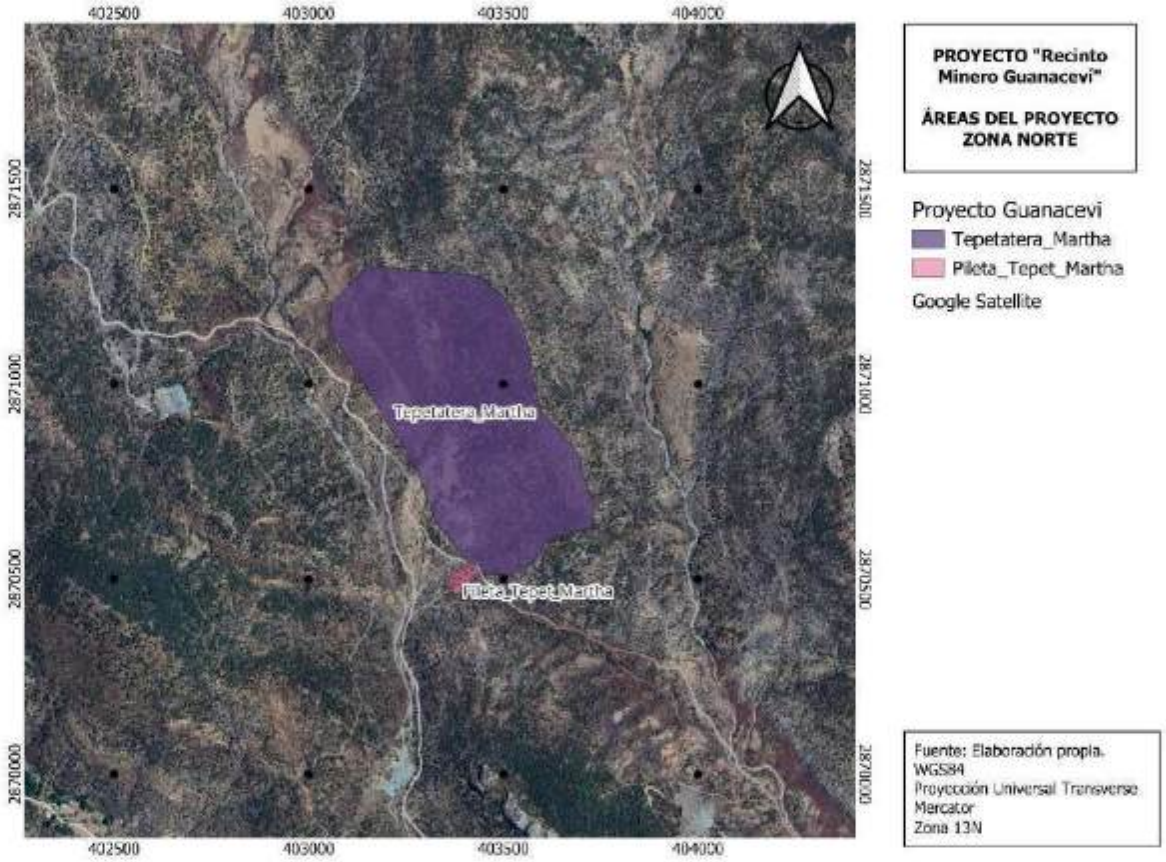
Figura 6. Áreas que conforman el proyecto.



Fuente: Ocampo Mining. Elaboración propia.

Se puede decir que el proyecto se divide en 4 zonas principales: la zona norte, la zona centro (planta de beneficio, mina ingleses, y depósitos de jal 2 y 3 principalmente), la línea de transmisión eléctrica LTE115 y la zona sur, las cuales se muestran en las siguientes Figuras. También se presentan las Tablas respectivas con las coordenadas geográficas (UTM, Datum horizontal: WGS84, Zona 13N).

Figura 7. Distribución de superficies en las áreas del proyecto (Zona norte).



Fuente: Ocampo Mining. Elaboración propia.

Tabla 2. Coordenadas de polígonos Zona Norte.

Tepetatera Martha

ID	X	Y
1	403267.9374	2870803.3812
2	403267.9374	2870803.3812
3	403314.9163	2870680.9190
4	403314.9163	2870680.9190
5	403327.8592	2870641.5737
6	403364.9213	2870601.4306
7	403407.2428	2870543.5104

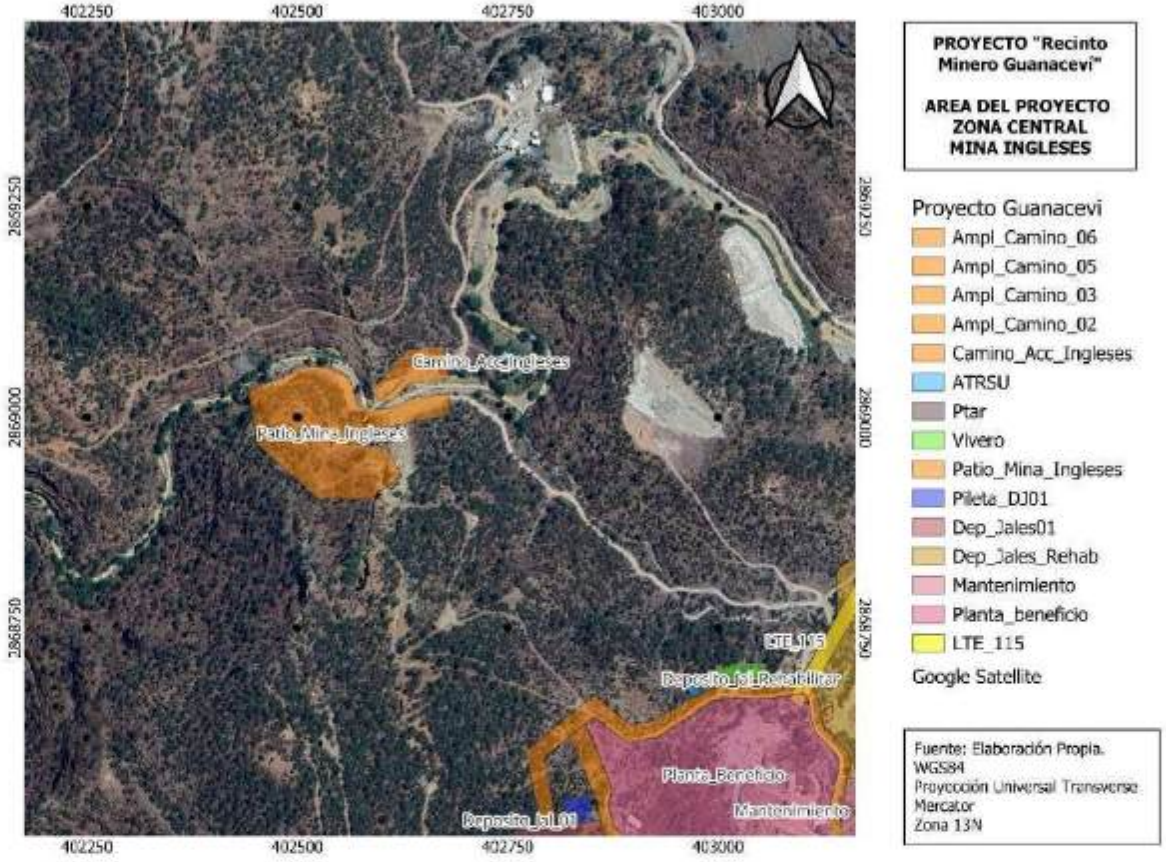
ID	X	Y
8	403438.0334	2870533.5793
9	403444.7776	2870516.6805
10	403520.2694	2870508.8491
11	403553.2049	2870528.9885
12	403577.5063	2870545.9302
13	403591.9461	2870569.5938
14	403611.1810	2870596.3563
15	403658.8388	2870612.9605
16	403675.8005	2870623.8524
17	403697.8631	2870625.5854
18	403726.6351	2870629.7460
19	403732.9401	2870667.9423
20	403728.4808	2870703.8298
21	403700.9090	2870777.3177
22	403697.3253	2870815.6902
23	403647.0485	2870876.5965
24	403598.6577	2870925.7832
25	403592.2643	2870946.8683
26	403576.8993	2871000.0000
27	403572.1201	2871061.9056
28	403546.4851	2871155.9690
29	403500.0000	2871225.0000
30	403440.5323	2871274.0470
31	403440.5323	2871274.0470
32	403379.6012	2871283.4523
33	403379.6012	2871283.4523
34	403252.1519	2871291.3208
35	403153.2104	2871305.0905
36	403060.5448	2871206.9315
37	403060.5448	2871206.9315
38	403050.0000	2871150.0000
39	403106.4857	2871052.2367
40	403141.6201	2871004.9345
41	403192.2560	2870914.3560
42	403229.3119	2870862.0667
43	403229.3119	2870862.0667
44	403267.9374	2870803.3812

Pileta Tepetatera Martha

ID	X	Y
1	403439.5463	2870512.0210
2	403379.9303	2870458.9213
3	403350.0000	2870492.5246
4	403402.3655	2870539.1663
5	403431.0718	2870528.4551

Fuente: Ocampo Mining. Elaboración propia.

Figura 8. Distribución de superficies en las áreas del proyecto (zona centro - mina ingleses).



Fuente: Ocampo Mining. Elaboración propia.

Tabla 3. Coordenadas de polígonos en Zona Central – Mina Ingleses.

Patio Mina Ingleses

ID	X	Y
1	402562.0502	2869047.5272
2	402572.2764	2869013.4312
3	402598.0006	2869009.9996
4	402612.0008	2869010.9998
5	402635.9182	2869022.9615
6	402680.8413	2869028.8516
7	402681.0169	2869003.2169
8	402571.4287	2868980.6446
9	402570.3043	2868968.1573
10	402607.3630	2868963.9907
11	402623.7517	2868929.8685
12	402585.5318	2868902.9975

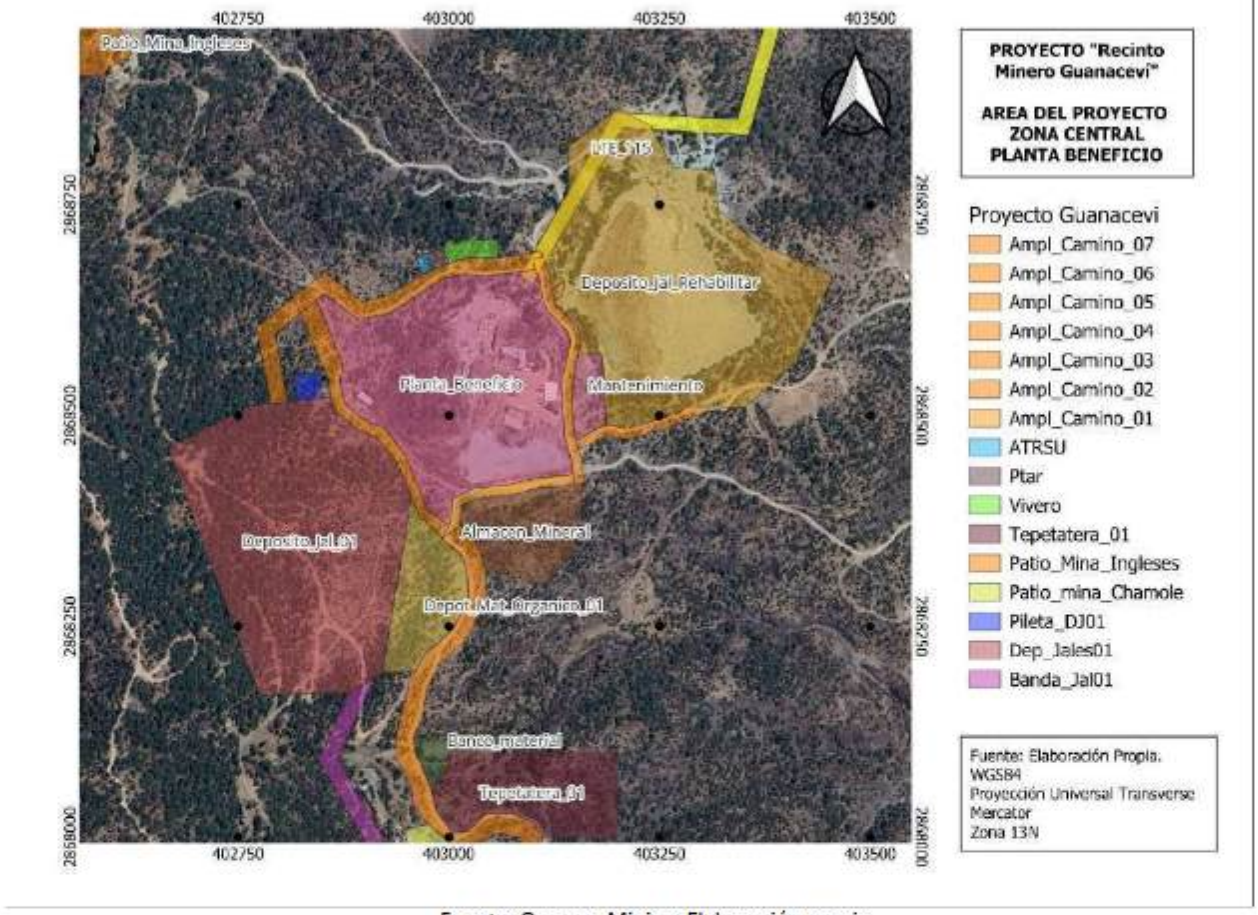
ID	X	Y
13	402525.0388	2868902.9925
14	402452.5362	2868968.1884
15	402452.5362	2868968.1884
16	402441.8269	2869030.8686
17	402505.3918	2869057.7489
18	402515.0324	2869060.3986
19	402526.5125	2869060.8644
20	402538.6306	2869058.3577
21	402562.0502	2869047.5272
22	402562.0502	2869047.5272

Camino Acceso Ingleses

ID	X	Y
1	402597.3426	2869020.1759
2	402611.4149	2869020.2620
3	402632.9997	2869039.0958
4	402679.6692	2869046.0446
5	402679.6692	2869046.0446
6	402679.6692	2869046.0446
7	402673.3464	2869085.6747
8	402630.6343	2869079.6782
9	402588.2319	2869031.0907
10	402597.3426	2869020.1759
11	402597.3426	2869020.1759

Fuente: Ocampo Mining.

Figura 9. Distribución de superficies en las áreas del proyecto (zona centro - planta de beneficio).



Fuente: Ocampo Mining. Elaboración propia.

Tabla 4. Coordenadas de polígonos en Zona Centro – Planta de beneficio.

Planta de Beneficio (ampliada)

ID	X	Y
1	402874.1634	2868559.8858
2	402842.8519	2868636.8142
3	402852.4617	2868644.5994
4	402891.5856	2868613.9992
5	402928.8444	2868620.4815
6	402995.4174	2868663.4313
7	403023.4220	2868667.5850
8	403054.6671	2868666.0301
9	403102.2941	2868673.5885
10	403107.7465	2868662.8862
11	403110.6147	2868641.3128
12	403115.3196	2868626.9745

ID	X	Y
13	403141.5235	2868597.9389
14	403143.7622	2868590.1828
15	403143.5673	2868582.9084
16	403133.1877	2868538.3089
17	403134.4936	2868518.5560
18	403137.6655	2868470.5802
19	403146.1801	2868445.4813
20	403147.3108	2868433.9529
21	403147.3108	2868433.9529
22	403141.8389	2868428.2317
23	403128.2184	2868428.1192
24	403105.3092	2868426.4056
25	403073.9729	2868417.9932
26	403030.6183	2868413.8185
27	403019.4079	2868409.1680
28	403004.0179	2868400.4290
29	403002.5068	2868374.7037
30	403000.0681	2868369.1233
31	402974.7644	2868389.1767
32	402948.7561	2868451.0076
33	402923.5576	2868485.3060
34	402896.0911	2868496.5299
35	402875.7501	2868514.4269
36	402870.1479	2868540.8402
37	402874.1634	2868559.8858

Depósito Jal Rehabilitar

ID	X	Y
1	403280.3519	2868511.1447
2	403280.3519	2868511.1447
3	403309.0643	2868510.1070
4	403349.6562	2868508.6398
5	403411.2391	2868562.8015
6	403455.0051	2868664.7174
7	403435.1233	2868676.3163
8	403367.2102	2868703.8878
9	403320.1456	2868744.4389
10	403314.7702	2868791.2158
11	403264.8776	2868794.5444
12	403239.8218	2868843.0831
13	403201.3945	2868864.6813
14	403141.2666	2868818.8229
15	403140.6860	2868763.7704
16	403100.2630	2868693.7361
17	403109.4148	2868695.9238
18	403111.2638	2868688.1890
19	403119.3445	2868666.7184

ID	X	Y
20	403122.6247	2868648.7797
21	403136.3322	2868659.8847
22	403135.5117	2868643.7762
23	403125.0843	2868635.3286
24	403125.3844	2868633.6875
25	403152.3484	2868605.2363
26	403157.8265	2868590.1858
27	403153.1513	2868571.8206
28	403181.0928	2868573.6425
29	403184.9429	2868514.5932
30	403184.9429	2868514.5932
31	403184.9429	2868514.5932
32	403184.9429	2868514.5932
33	403184.9429	2868514.5932
34	403186.6603	2868488.2529
35	403195.1103	2868488.3522
36	403209.9519	2868483.9546
37	403275.3150	2868504.6100
38	403280.3519	2868511.1447

Depósito Jal 01

ID	X	Y
1	402860.3613	2868522.1953
2	402808.4405	2868516.6753
3	402796.4745	2868515.4021
4	402796.4745	2868515.4021
5	402763.3222	2868511.8785
6	402666.9918	2868460.9061
7	402775.3324	2868169.1484
8	402881.8177	2868170.9321
9	402881.8177	2868170.9321
10	402921.2182	2868195.9963
11	402955.6015	2868403.7842
12	402955.6015	2868403.7842
13	402955.6015	2868403.7842
14	402938.1659	2868445.2349
15	402912.9259	2868476.0024
16	402891.8422	2868483.1835
17	402862.1902	2868508.2788
18	402860.3613	2868522.1953

Almacén Mineral

ID	X	Y
1	403013.7253	2868369.2155
2	403013.7253	2868369.2155
3	403014.9060	2868392.8064
4	403032.6265	2868401.9564
5	403076.1184	2868406.1443

ID	X	Y
6	403107.4890	2868414.5659
7	403136.9984	2868415.9492
8	403148.6063	2868417.9036
9	403160.7232	2868419.9436
10	403160.7232	2868419.9436
11	403160.7232	2868419.9436
12	403160.7232	2868419.9436
13	403150.6978	2868342.8302
14	403113.5451	2868299.4056
15	403043.7533	2868317.0004
16	403035.9363	2868343.2348
17	403035.9363	2868343.2348
18	403013.7253	2868369.2155

Depósito Material Orgánico 01

ID	X	Y
1	402991.8827	2868354.5607
2	402964.8973	2868381.6849
3	402955.6015	2868403.7842
4	402921.2182	2868195.9963
5	402960.0060	2868195.9963
6	402971.1562	2868216.0710
7	403004.2660	2868246.7579
8	403014.9173	2868264.7348
9	403023.3188	2868283.1340
10	403021.6834	2868314.0014
11	403016.4770	2868333.7047
12	402997.0225	2868348.3477
13	402991.8827	2868354.5607

Mantenimiento

ID	X	Y
1	403153.1483	2868571.8078
2	403181.0935	2868573.6305
3	403186.6603	2868488.2529
4	403183.3120	2868488.2136
5	403150.2624	2868470.9138
6	403148.1895	2868477.0772
7	403147.6071	2868493.7240
8	403147.2034	2868505.2645
9	403146.8308	2868512.6144
10	403145.9030	2868530.9139
11	403145.9030	2868530.9139
12	403145.9030	2868530.9139
13	403153.1483	2868571.8078

Pileta DJ 01

ID	X	Y
1	402819.6660	2868517.8687

ID	X	Y
2	402849.4979	2868521.0403
3	402846.3263	2868550.8722
4	402816.4944	2868547.7006

Vivero

ID	X	Y
1	402993.2391	2868698.6933
2	402999.8639	2868679.8223
3	403023.4525	2868688.1032
4	403057.4238	2868687.7142
5	403057.6528	2868707.7129
6	403020.1553	2868708.1423
7	402993.2391	2868698.6933

PTAR

ID	X	Y
1	402979.9609	2868672.8353
2	402973.3232	2868691.7431
3	402993.2262	2868698.7301
4	402999.8639	2868679.8223
5	402979.9609	2868672.8353

Almacén RSU

ID	X	Y
1	402968.1665	2868668.6949
2	402979.9609	2868672.8353
3	402973.3362	2868691.7063
4	402961.5418	2868687.5658

Ampliación Camino 01

ID	X	Y
1	402991.8827	2868354.5607
2	403013.7253	2868369.2155
3	403014.9060	2868392.8064
4	403032.6265	2868401.9564
5	403076.1184	2868406.1443
6	403107.4890	2868414.5659
7	403136.9984	2868415.9492
8	403148.6063	2868417.9036
9	403147.3108	2868433.9529
10	403141.8389	2868428.2317
11	403128.2184	2868428.1192
12	403105.3092	2868426.4056
13	403105.3092	2868426.4056
14	403105.3092	2868426.4056
15	403073.9729	2868417.9932
16	403030.6183	2868413.8185
17	403019.4079	2868409.1680
18	403004.0179	2868400.4290
19	403004.0179	2868400.4290

ID	X	Y
20	403002.5068	2868374.7037
21	403002.5068	2868374.7037
22	403000.0681	2868369.1233
23	402991.8827	2868354.5607

Ampliación Camino 02

ID	X	Y
1	403146.8308	2868512.6144
2	403145.9030	2868530.9139
3	403153.1513	2868571.8206
4	403157.8265	2868590.1858
5	403152.3484	2868605.2363
6	403125.3844	2868633.6875
7	403119.3445	2868666.7184
8	403111.2638	2868688.1890
9	403099.4774	2868685.3715
10	403102.2941	2868673.5885
11	403107.7465	2868662.8862
12	403110.6070	2868641.3364
13	403115.3612	2868626.8850
14	403141.5235	2868597.9389
15	403143.7622	2868590.1828
16	403143.5673	2868582.9084
17	403133.1877	2868538.3089
18	403137.6655	2868470.5802
19	403146.1863	2868445.4617
20	403147.3108	2868433.9529
21	403148.6063	2868417.9036
22	403160.7232	2868419.9436
23	403158.0062	2868447.8893
24	403148.1895	2868477.0772
25	403147.6071	2868493.7240
26	403147.2034	2868505.2645
27	403146.8309	2868512.6116

Camino 03

ID	X	Y
1	403122.6247	2868648.7797
2	403125.0843	2868635.3286
3	403135.5117	2868643.7762
4	403136.3322	2868659.8847
5	403122.6247	2868648.7797

Ampliación Camino 04

ID	X	Y
1	403183.3120	2868488.2136
2	403186.6603	2868488.2529
3	403195.1103	2868488.3522
4	403209.9519	2868483.9546

ID	X	Y
5	403275.3150	2868504.6100
6	403280.3519	2868511.1447
7	403297.2140	2868510.5353
8	403309.0643	2868510.1070
9	403306.1346	2868505.1136
10	403255.7198	2868484.7138
11	403212.8356	2868472.3778
12	403204.8963	2868472.4438
13	403187.3574	2868476.1818
14	403154.1906	2868459.2343
15	403150.2624	2868470.9138
16	403183.3120	2868488.2136

Ampliación Camino 05

ID	X	Y
1	403102.2941	2868673.5885
2	403099.4774	2868685.3715
3	403111.2638	2868688.1890
4	403109.4148	2868695.9238
5	403097.6284	2868693.1064
6	403053.6104	2868686.1127
7	403022.4424	2868687.6585
8	402979.9609	2868672.8353
9	402921.4148	2868639.4894
10	402896.9096	2868635.2259
11	402852.2426	2868670.1616
12	402771.9869	2868604.9233
13	402788.4970	2868514.5542
14	402804.3652	2868516.2420
15	402808.4405	2868516.6753
16	402793.7579	2868597.0411
17	402852.4617	2868644.5994
18	402891.5856	2868613.9992
19	402928.8444	2868620.4815
20	402995.4174	2868663.4313
21	402995.4174	2868663.4313
22	402995.4174	2868663.4313
23	403023.4220	2868667.5850
24	403054.6671	2868666.0301
25	403054.6671	2868666.0301
26	403102.2941	2868673.5885

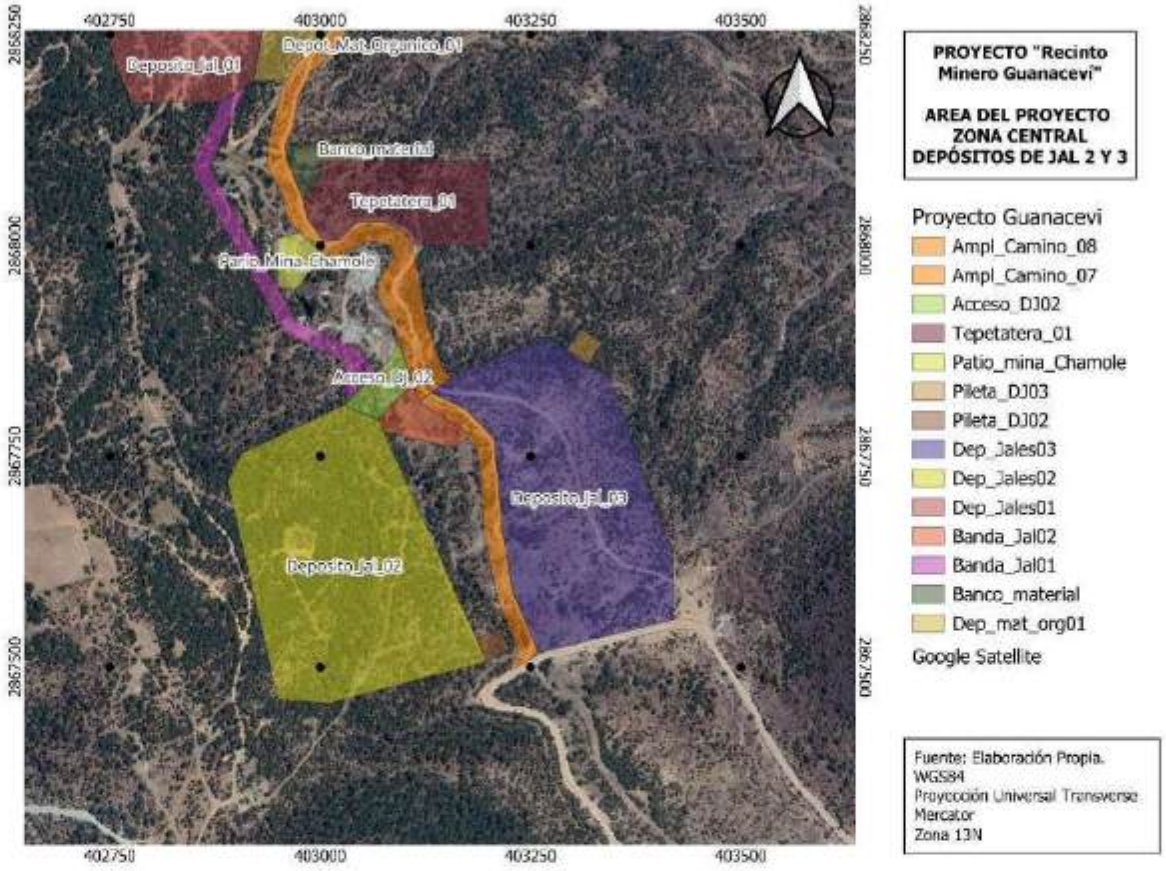
Ampliación Camino 06

ID	X	Y
1	402823.4366	2868621.0850
2	402857.7893	2868541.7671
3	402862.1902	2868508.2788
4	402891.8422	2868483.1835

ID	X	Y
5	402912.9259	2868476.0024
6	402938.1659	2868445.2349
7	402964.8973	2868381.6849
8	402991.8827	2868354.5607
9	403000.0681	2868369.1233
10	402974.7644	2868389.1767
11	402948.7561	2868451.0076
12	402923.5576	2868485.3060
13	402916.3593	2868488.2475
14	402896.0725	2868496.5462
15	402896.0725	2868496.5462
16	402875.7580	2868514.4191
17	402870.1479	2868540.8402
18	402874.1634	2868559.8858
19	402874.1634	2868559.8858
20	402842.8519	2868636.8142
21	402823.4366	2868621.0850

Fuente: Ocampo Mining.

Figura 10. Distribución de superficies en las áreas del proyecto (zona centro - depósitos jal 2 y 3).



Fuente: Ocampo Mining. Elaboración propia.

Tabla 5. Coordenadas de polígonos en Zona Centro – Depósitos de Jal 02 y 03.

Tepetatera 01

ID	X	Y
1	403110.1578	2868000.5565
2	403200.0000	2868000.0000
3	403200.0000	2868100.0000
4	403000.2696	2868100.0000
5	403000.0000	2868083.6783
6	402979.6715	2868054.6064
7	402985.2881	2868031.1142
8	403004.2814	2868004.4297
9	403023.1054	2868007.3560
10	403044.7393	2868027.9551
11	403075.7989	2868028.1560
12	403100.6111	2868016.1353

ID	X	Y
13	403110.1578	2868000.5565

Depósito Jal 02

ID	X	Y
1	402949.7566	2867461.6536
2	402889.7168	2867720.2860
3	402906.8659	2867754.0313
4	403027.4475	2867810.1940
5	403068.9237	2867793.8136
6	403197.8361	2867506.7062
7	403011.7164	2867457.4514
8	402949.7566	2867461.6536

Depósito Jal 03

ID	X	Y
1	403132.0579	2867825.5803
2	403165.5115	2867851.4038
3	403272.0119	2867889.3949
4	403345.4123	2867842.1559
5	403419.3154	2867630.6829
6	403420.0685	2867556.2256
7	403259.5910	2867517.4143
8	403229.5245	2867587.8877
9	403216.4620	2867662.0414
10	403206.8733	2867771.5043
11	403173.3160	2867805.4954
12	403132.0579	2867825.5803

Banda Jal 01

ID	X	Y
1	403029.4189	2867861.6020
2	403031.8501	2867814.5791
3	403066.4540	2867849.0464
4	403044.9270	2867876.3813
5	402971.6251	2867911.1573
6	402868.0635	2868093.5405
7	402913.7452	2868191.2424
8	402882.3202	2868171.2518
9	402845.5694	2868092.6508
10	402957.3499	2867895.7932
11	403029.4189	2867861.6020

Banda Jal 02

ID	X	Y
1	403110.0046	2867836.5677
2	403117.3843	2867814.2971
3	403170.6541	2867780.9388
4	403175.1977	2867773.3757
5	403159.6388	2867760.4376
6	403075.7476	2867778.6158

ID	X	Y
7	403075.7476	2867778.6158
8	403075.7476	2867778.6158
9	403075.7476	2867778.6158
10	403068.9237	2867793.8136
11	403109.9491	2867836.5098

Pileta DJ 02

ID	X	Y
1	403197.8310	2867506.7168
2	403225.1989	2867519.0051
3	403212.9106	2867546.3729
4	403185.5428	2867534.0846

Acceso DJ 02

ID	X	Y
1	403027.4475	2867810.1940
2	403068.9237	2867793.8136
3	403110.0046	2867836.5677
4	403093.0403	2867887.7631
5	403084.5530	2867867.0739
6	403084.5530	2867867.0739
7	403027.4475	2867810.1940

Pileta Jal 03

ID	X	Y
1	403318.3983	2867859.5416
2	403334.6339	2867884.7686
3	403309.4069	2867901.0042
4	403293.1712	2867875.7772

Patio Mina Chamole

ID	X	Y
1	402974.9418	2868015.6035
2	402950.0038	2868008.4516
3	402950.0000	2867950.0000
4	402973.7049	2867949.6745
5	402973.7049	2867949.6745
6	402973.7049	2867949.6745
7	402992.2432	2867978.1421
8	403002.6846	2867977.4223
9	403012.8580	2867976.7210
10	403013.8750	2867982.3668
11	402974.9418	2868015.6035

Banco de materiales

ID	X	Y
1	402958.2578	2868118.8119
2	402961.6358	2868100.3065
3	402979.6715	2868054.6064
4	403000.0000	2868083.6783
5	403000.2696	2868100.0000

ID	X	Y
6	403024.9793	2868100.0000
7	403028.8458	2868105.4711
8	403066.8998	2868118.4074
9	403047.4273	2868125.8864
10	403012.7027	2868123.1314
11	402958.2580	2868118.8110

Ampliación Camino 07

ID	X	Y
1	403013.7253	2868369.2155
2	402991.8827	2868354.5607
3	402997.0225	2868348.3477
4	403016.4770	2868333.7047
5	403021.6834	2868314.0014
6	403023.3188	2868283.1340
7	403014.9173	2868264.7348
8	403004.2660	2868246.7579
9	402971.1562	2868216.0710
10	402952.2575	2868182.4520
11	402949.4829	2868165.0176
12	402937.9383	2868123.3333
13	402936.3893	2868096.5358
14	402957.0645	2868055.2933
15	402957.5934	2868038.5606
16	402974.9418	2868015.6035
17	403013.8750	2867982.3668
18	403013.8750	2867982.3668
19	403058.7677	2868005.1593
20	403058.7677	2868005.1593
21	403058.7677	2868005.1593
22	403081.1778	2868000.0521
23	403089.1174	2867989.6825
24	403067.6554	2867956.2441
25	403069.6235	2867934.8208
26	403085.3603	2867910.9404
27	403117.3843	2867814.2971
28	403132.0579	2867825.5803
29	403156.2909	2867844.2862
30	403146.5486	2867850.4069
31	403127.5721	2867906.1402
32	403110.1578	2868000.5565
33	403100.6111	2868016.1353
34	403075.7989	2868028.1560
35	403075.7989	2868028.1560
36	403044.7393	2868027.9551
37	403044.7393	2868027.9551
38	403044.7393	2868027.9551

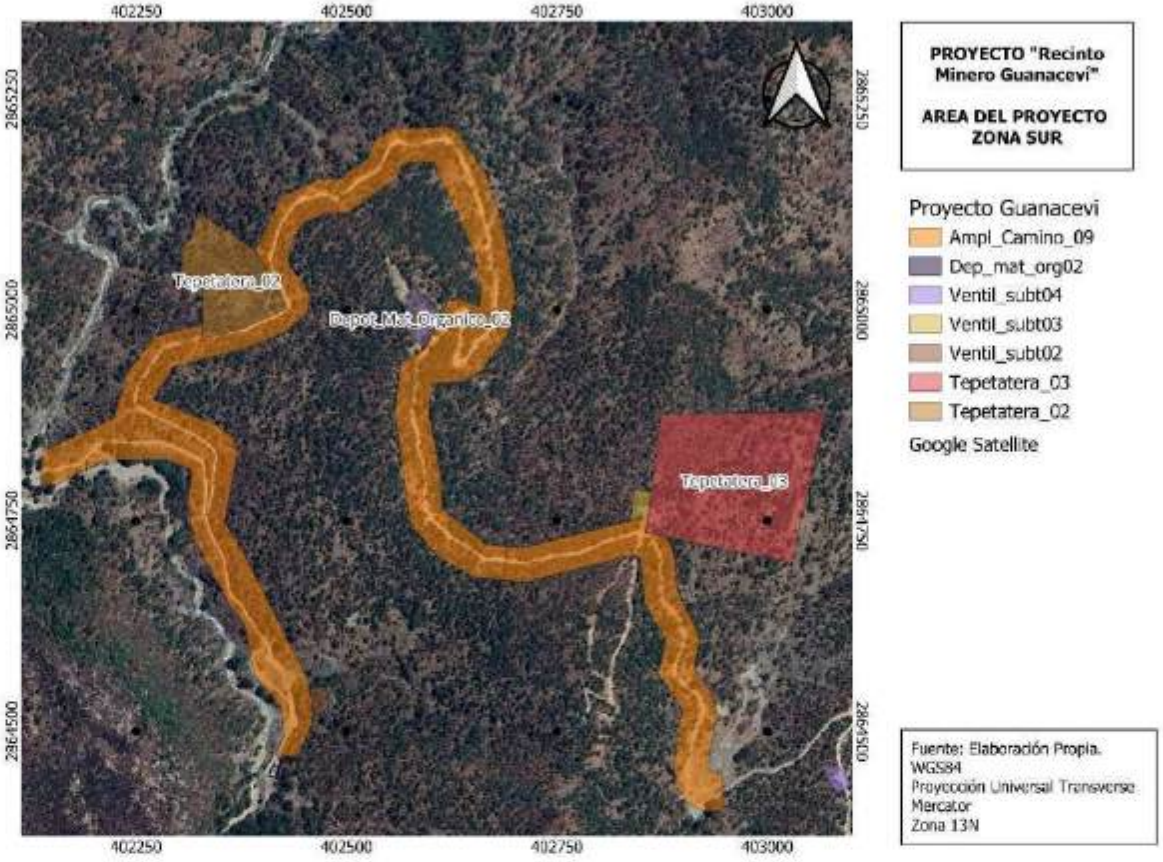
ID	X	Y
39	403044.7393	2868027.9551
40	403023.0350	2868007.2680
41	403004.2814	2868004.4297
42	403004.2814	2868004.4297
43	403004.2814	2868004.4297
44	403004.2814	2868004.4297
45	402985.2881	2868031.1142
46	402985.2881	2868031.1142
47	402979.6715	2868054.6064
48	402979.6715	2868054.6064
49	402961.6358	2868100.3065
50	402958.2580	2868118.8110
51	402967.5947	2868140.7756
52	402974.1526	2868175.7286
53	402987.7345	2868203.4685
54	403020.1189	2868233.8589
55	403043.7533	2868277.0846
56	403043.7533	2868317.0004
57	403035.9363	2868343.2348
58	403013.7253	2868369.2155

Ampliación Camino 08

ID	X	Y
1	403132.0579	2867825.5803
2	403173.3160	2867805.4954
3	403206.8733	2867771.5043
4	403216.4620	2867662.0414
5	403229.5245	2867587.8877
6	403259.5910	2867517.4143
7	403252.0962	2867510.5565
8	403225.8702	2867496.2438
9	403234.7365	2867521.4832
10	403210.2188	2867582.1428
11	403194.5971	2867659.8249
12	403187.7554	2867752.4727
13	403170.6541	2867780.9388
14	403117.3843	2867814.2971
15	403132.0579	2867825.5803

Fuente: Ocampo Mining.

Figura 11. Distribución de superficies en las áreas del proyecto (zona sur).



Fuente: Ocampo Mining. Elaboración propia.

Tabla 6. Coordenadas de polígonos en Zona Sur.

Tepetatera 02

ID	X	Y
1	402322.7942	2865116.5361
2	402317.0507	2865087.3983
3	402303.7731	2865075.0195
4	402303.7731	2865025.9032
5	402328.7284	2865025.9032
6	402328.7284	2864966.3537
7	402328.7284	2864966.3537
8	402376.5946	2864978.1928
9	402428.7064	2865001.5720
10	402428.7064	2865001.5720
11	402428.7064	2865001.5720
12	402428.2406	2865002.4436

ID	X	Y
13	402428.2406	2865002.4436
14	402391.6870	2865070.8408
15	402391.6870	2865070.8408
16	402322.7942	2865116.5361

Tepetatera 03

ID	X	Y
1	402855.5806	2864735.7695
2	402873.7829	2864876.2121
3	402873.7829	2864876.2121
4	402873.7829	2864876.2121
5	403069.5262	2864879.6243
6	403028.7325	2864700.3452
7	403028.7325	2864700.3452
8	402855.5806	2864735.7695
9	402855.5806	2864735.7695

Depósito Material Orgánico 02

ID	X	Y
1	402563.9653	2864980.9649
2	402577.1336	2865030.0345
3	402613.4488	2864994.7746
4	402592.9341	2864953.6050
5	402563.9653	2864980.9649

Ventilación subterránea 01

ID	X	Y
1	401962.3766	2864997.5776
2	401980.9078	2865005.1005
3	401969.6234	2865032.8974
4	401951.0922	2865025.3745

Ventilación subterránea 02

ID	X	Y
1	402460.3832	2864520.1558
2	402480.1451	2864523.2327
3	402475.5297	2864552.8756
4	402455.7679	2864549.7986

Ventilación subterránea 03

ID	X	Y
1	402837.1951	2864749.5167
2	402858.0302	2864754.6696
3	402861.8863	2864784.4223
4	402842.0522	2864786.9930

Ventilación subterránea 04

ID	X	Y
1	403083.7034	2864426.2205
2	403100.0057	2864437.8066
3	403082.6266	2864462.2600
4	403066.3243	2864450.6739

Ampliación Camino 09

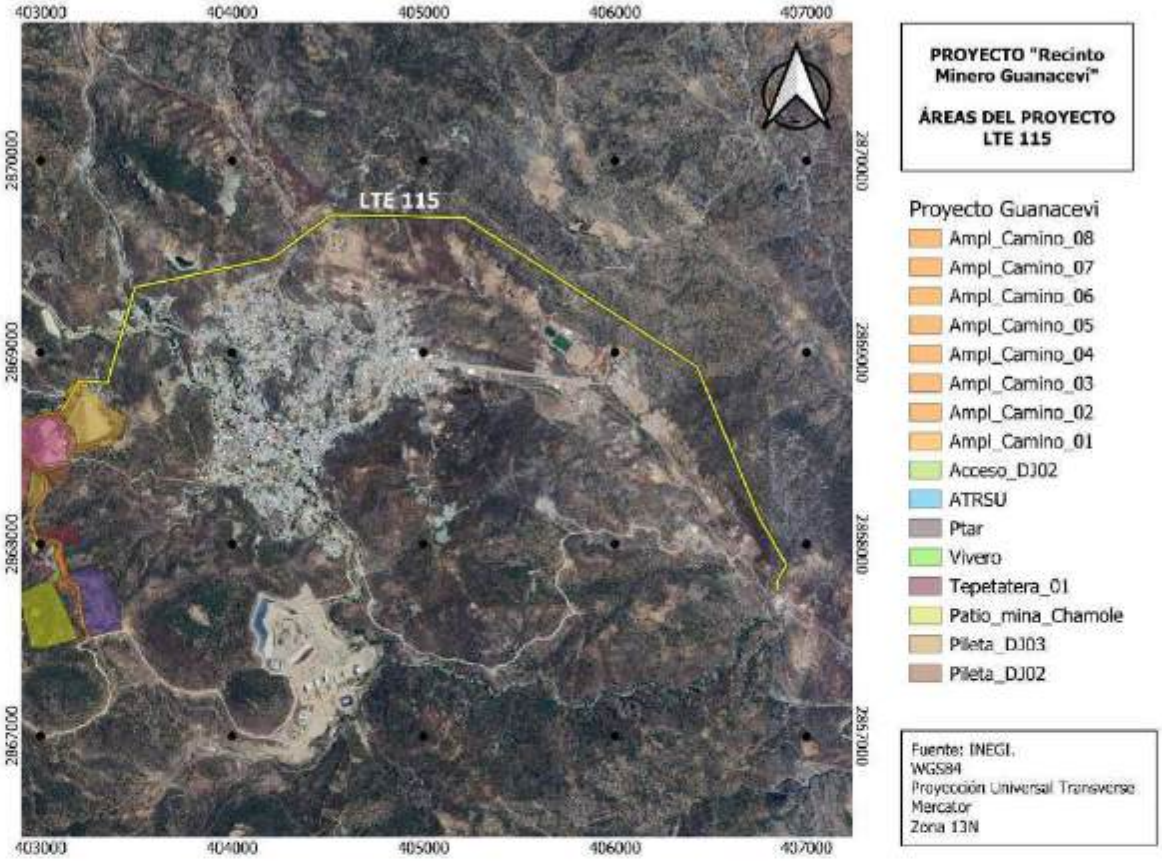
ID	X	Y
1	402564.4724	2864937.4807
2	402564.4724	2864937.4807
3	402557.3718	2864879.3276
4	402575.8140	2864746.2588
5	402608.3028	2864707.5724
6	402652.7511	2864682.3696
7	402713.9802	2864677.7211
8	402844.5167	2864710.6624
9	402849.7608	2864700.6559
10	402853.8267	2864654.1308
11	402879.2718	2864607.4389
12	402871.0719	2864568.7381
13	402898.9960	2864524.4704
14	402888.6602	2864459.7495
15	402892.7104	2864435.3678
16	402901.9652	2864417.9229
17	402921.9231	2864406.4177
18	402946.7361	2864406.4177
19	402946.7361	2864452.8042
20	402929.9850	2864451.9867
21	402929.5426	2864463.6192
22	402940.1075	2864524.3041
23	402931.8471	2864549.0853
24	402912.7547	2864575.0366
25	402920.4738	2864610.6989
26	402892.8205	2864667.3895
27	402889.0942	2864710.0292
28	402880.7046	2864730.9906
29	402855.5806	2864735.7695
30	402858.0302	2864754.6696
31	402709.6024	2864717.9609
32	402667.6287	2864721.0059
33	402613.3920	2864763.6646
34	402611.1383	2864803.4473
35	402597.5348	2864879.7735
36	402601.9533	2864912.1251
37	402638.3342	2864915.6810
38	402658.5807	2864926.6566
39	402686.2481	2864961.8748
40	402695.1326	2864980.4429
41	402699.8312	2865024.1672
42	402687.7180	2865094.4176
43	402665.0878	2865161.8075
44	402630.3113	2865211.4423
45	402620.4746	2865217.7315

ID	X	Y
46	402554.8703	2865214.9831
47	402535.2120	2865203.7816
48	402525.4786	2865180.6723
49	402487.9113	2865153.0512
50	402468.9354	2865156.4852
51	402421.4065	2865133.5617
52	402391.6870	2865070.8408
53	402428.7064	2865001.5720
54	402376.5946	2864978.1928
55	402328.7284	2864966.3537
56	402328.7284	2864983.0183
57	402271.7443	2864969.0424
58	402271.7443	2864969.0424
59	402239.0399	2864923.8572
60	402223.0569	2864871.0390
61	402223.0569	2864871.0390
62	402203.5291	2864862.0859
63	402203.5291	2864862.0859
64	402203.5291	2864862.0859
65	402137.8618	2864831.9786
66	402137.8618	2864831.9786
67	402137.2407	2864806.2857
68	402136.9373	2864793.7372
69	402136.9373	2864793.7372
70	402136.9373	2864793.7372
71	402155.4893	2864792.8549
72	402155.4893	2864792.8549
73	402155.4893	2864792.8549
74	402155.4893	2864792.8549
75	402213.8700	2864822.5030
76	402285.8259	2864822.8051
77	402315.7451	2864810.6994
78	402311.1950	2864768.2572
79	402319.9168	2864726.6643
80	402362.7967	2864646.2509
81	402377.9117	2864629.3334
82	402377.9117	2864629.3334
83	402390.9126	2864566.3244
84	402420.8797	2864530.9694
85	402425.5205	2864496.8483
86	402425.5205	2864496.8483
87	402416.2043	2864472.2505
88	402440.3322	2864470.8193
89	402440.3322	2864470.8193
90	402455.8194	2864500.3196
91	402460.3832	2864520.1558

ID	X	Y
92	402454.1933	2864559.9116
93	402376.1913	2864714.8087
94	402354.8997	2864748.9774
95	402370.0093	2864827.9911
96	402366.0622	2864847.8803
97	402345.9180	2864863.4538
98	402269.4188	2864894.1573
99	402295.1247	2864933.1057
100	402383.0572	2864955.0882
101	402430.4459	2864976.1905
102	402453.7314	2864997.3604
103	402455.8356	2865018.8431
104	402429.1342	2865056.7202
105	402435.6067	2865082.5326
106	402448.9998	2865103.5960
107	402474.8771	2865114.7092
108	402502.0020	2865115.5298
109	402560.0531	2865157.1689
110	402565.6737	2865174.2749
111	402603.7183	2865175.0240
112	402603.7183	2865175.0240
113	402651.0587	2865069.1233
114	402659.6652	2865023.6277
115	402658.1180	2865003.9581
116	402658.1180	2865003.9581
117	402658.1180	2865003.9581
118	402658.1180	2865003.9581
119	402658.1180	2865003.9581
120	402633.5080	2865013.0842
121	402621.4144	2865011.4158
122	402613.4488	2864994.7746
123	402592.9341	2864953.6050
124	402564.4724	2864937.4807

Fuente: Ocampo Mining.

Figura 12. Distribución de superficies en las áreas del proyecto (LTE115).



Fuente: Ocampo Mining. Elaboración propia.

Tabla 7. Coordenadas de polígono de LTE 115.

ID	X	Y
1	403084.2871	2868666.0573
2	403098.6664	2868654.9623
3	403206.1808	2868841.2350
4	403355.6517	2868832.6008
5	403500.0861	2869332.3117
6	404215.7690	2869483.5978
7	404518.8820	2869706.9442
8	405209.4362	2869693.9608
9	406422.6330	2868918.0270
10	406743.6101	2868136.9273
11	406884.6058	2867892.8254
12	406839.2949	2867808.6474
13	406840.9743	2867749.9335
14	406846.2000	2867756.3800
15	406859.2408	2867743.0943

ID	X	Y
16	406857.4251	2867804.3526
17	406905.2142	2867893.1346
18	406758.4099	2868147.2927
19	406436.2925	2868930.0147
20	405215.4454	2869711.8510
21	404513.1180	2869725.0558
22	404208.2310	2869500.4022
23	403485.7936	2869347.6883
24	403342.3483	2868851.3992
25	403196.1392	2868859.8450
26	403084.2872	2868666.0574

Fuente: Ocampo Mining.

III.1.6. Uso actual de suelo.

Actualmente una parte de las áreas del proyecto cuentan con instalaciones relacionadas con los procesos de una planta de beneficio, como equipo, depósito de jal, caminos, patios de minas, etc., mientras que otras superficies están destinadas a actividades pecuarias (pastoreo).

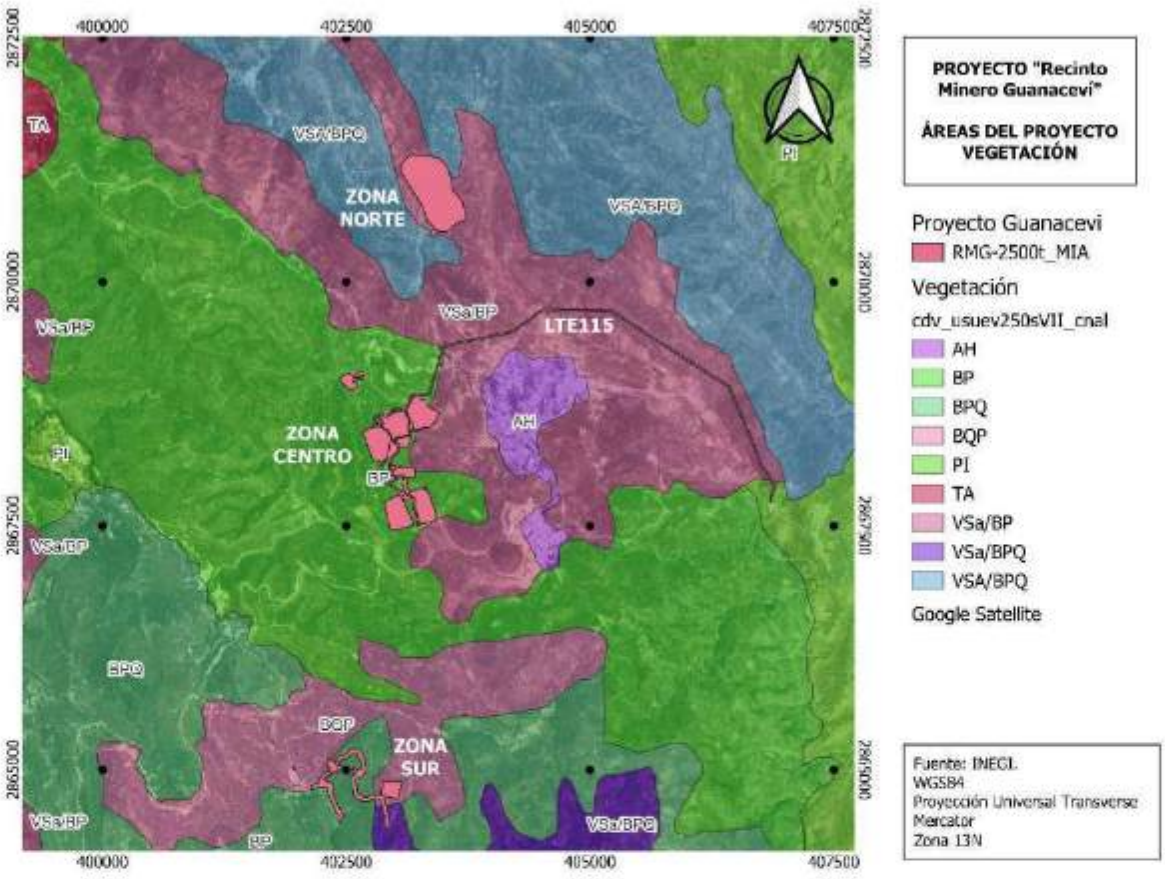
La vegetación presente en las áreas del proyecto se muestra en la Tabla que se muestra a continuación, de acuerdo al Uso de Suelo y Vegetación Serie VII del INEGI.

Tabla 8. Vegetación presente en las diferentes áreas del proyecto.

Zona del Proyecto	Clave	Descripción
Norte	VSa/BP	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino
	VSa/BPQ	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino
Centro	BP	Bosque de Pino
	VSa/BP	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino
LTE115	VSa/BP	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino
	BP	Bosque de Pino
	PI	Pastizal Inducido
Sur	BPQ	Bosque de Pino-Encino
	VSa/BPQ	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino
	BQP	Bosque de Encino-Pino

Fuente: Carta Uso de Suelo y Vegetación Serie VII, INEGI, Elaboración propia.

Figura 13. Distribución de la vegetación presente en el área total del proyecto.



Fuente: Carta Uso de Suelo y Vegetación Serie VII, INEGI, Elaboración propia.

En cuanto a las colindancias del predio, éstas son las siguientes:

Tabla 9. Colindancias de las diferentes zonas del Proyecto.

ZONA	COLINDANCIAS
NORTE	Ejido Arroyo del Hacho
CENTRO	Ejido Arroyo del Hacho
LTE115	Ejido Arroyo del Hacho
SUR	Ejido Arroyo del Hacho y predio particular al sureste de las áreas del proyecto

Fuente: Elaboración propia.

Estos predios ya tienen actividades mineras y/o han sido afectadas debido a su cercanía a la localidad de Guanaceví. En las colindancias del predio existe el mismo tipo de vegetación que en las diferentes zonas del proyecto.

III.1.7. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.

En relación a los servicios básicos, será necesario contar con agua potable, energía eléctrica, y drenaje. También será necesario efectuar la ampliación y/o la rehabilitación de áreas ya existentes como la planta de beneficio, depósito de jal y caminos.

El proyecto y planta de procesamiento Guanaceví estará situado al noroeste del Estado de Durango, México, área correspondiente al municipio Guanaceví. Las coordenadas del punto central de la planta son: 403055 E 2868544 N, del datum WGS 81 de la región 13 norte con altitud de ~2,190 m.s.n.m. La accesibilidad vía terrestre partiendo de la ciudad de Durango es a través de la carretera federal 45 en dirección norte por ~56 km hasta el entronque o poblado José Guadalupe Aguilera, municipio Canatlán, donde debe virase al norponiente a través de la carretera estatal 23 por un intervalo de 253 km hasta la cabecera municipal Guanaceví, continuándose por un camino de terracería en dirección poniente por un intervalo de 1.3 km. También, el municipio Guanaceví cuenta con una pista para capacidad de aterrizaje para avionetas denominada Los Nopales, ubicada a 8 km al sureste de la cabecera del mismo nombre y aledaña a la carretera 23 con coordenadas 410125 E y 2865049 N de la región 13 N Datum WGS 87.

El proyecto está integrado por una serie de infraestructura técnica y operativa que incluye inmuebles, instalaciones, equipos especializados con la finalidad de tener lo necesario para procesamiento de hasta 2,500 toneladas por día de mineral. Las instalaciones de infraestructura necesaria para la operación del proyecto se listan de manera general a continuación:

- Trituración
- Molienda
- Espesamiento
- Lixiviación
- Lavado a contracorriente
- Planta *Merrill Crowe*
- Infraestructura eléctrica y control
- Reactivos
- Edificios y servicios

III.2. Características particulares del proyecto.

III.2.1. Programa general de trabajo.

La base de diseño para la planta concentradora de minerales tendrá inicialmente una capacidad de 2,500 toneladas métricas secas por día (TMSPD) en el área de trituración – molienda.

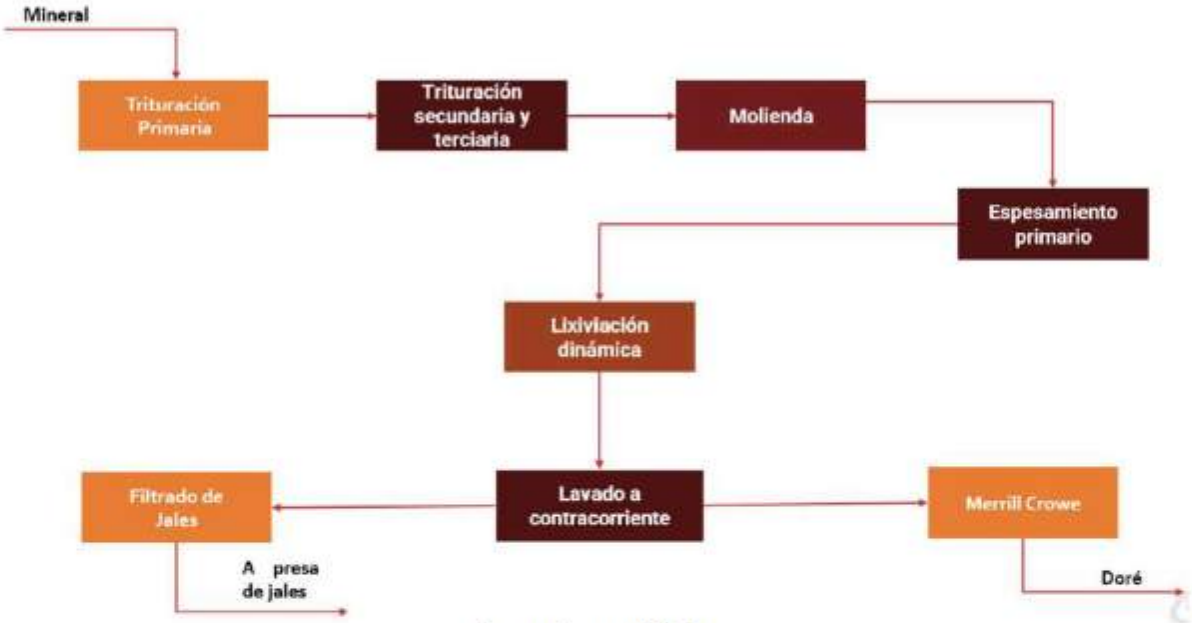
Los criterios nominales o de diseño son los siguientes:

- Capacidad Anual: Capacidad para 365 días calendario.

- Días Operativos: El número de días de operación de la planta es 340 (353) por año.

El proyecto de Guanaceví (2,500 TPD) es un proceso convencional de lixiviación dinámica y recuperación de Au/Ag por el método tradicional Merrill-Crowe para la producción de doré.

Figura 14. Diagrama flujo de bloques planta Guanaceví.



Fuente: Ocampo Mining.

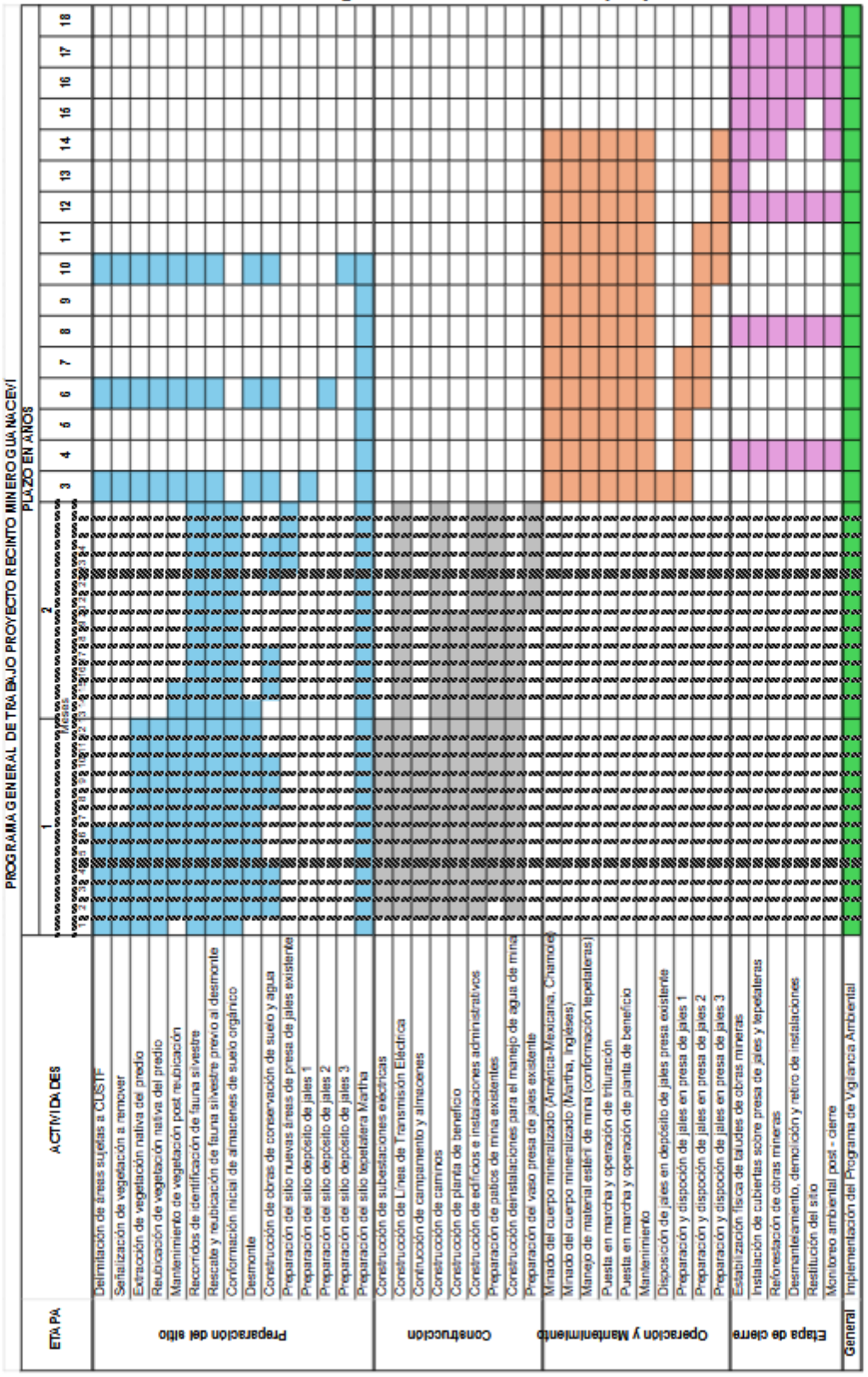
En términos generales, para el desarrollo del proyecto, las etapas de trabajo pueden esquematizarse de acuerdo a lo siguiente:

- Preparación del sitio.
- Construcción, que incluye la rehabilitación e instalación de infraestructura y la ampliación de caminos.
- Operación y mantenimiento.
- Cierre y restitución.

La actividad pertenece al sector secundario, en el subsector Minería, específicamente en Minería de minerales metálicos.

En la siguiente Tabla se presenta un programa calendarizado de trabajo del proyecto, en el cual se especifican las actividades a llevarse a cabo en las etapas mencionadas.

Tabla 10. Cronograma de actividades del proyecto.



III.2.2. Preparación del sitio.

Para la preparación del terreno, de manera global, se llevarán a cabo las siguientes actividades:

Delimitación del sitio

En primer lugar, será importante delimitar las áreas que serán afectadas de acuerdo a los polígonos propuestos; esto con el fin de asegurar que no haya impacto más allá de las zonas consideradas dentro del proyecto.

Es importante mencionar que los trabajos irán avanzando en forma gradual, sin que se produzcan grandes despliegues de limpieza y desmonte de suelos, solamente aquellos indispensables.

Rescate y reubicación de especies

Se tiene contemplada la implementación de medidas para ahuyentar, rescatar y reubicar las especies que pudieran encontrarse dentro de la zona del proyecto. Cabe mencionar que, en ningún caso, los ejemplares rescatados permanecerán recluidos en jaulas, cajas, bolsas o cualquier otro sistema de retención, esto es que la liberación de los individuos será inmediata en el sitio elegido para la reubicación.

Para llevar a cabo el ahuyentamiento, rescate y reubicación de especies de fauna, se implementará el *Programa de Rescate y Protección de Fauna Silvestre.*

Con respecto a la flora, previo a la limpieza, una cuadrilla del personal realizará trabajos de rescate en las zonas de interés de acuerdo al plan de trabajo, rescatando y reubicando estas especies en la zona designada.

Se tiene contemplado dar prioridad a especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 que pudieran encontrarse en el área; así mismo, se recuperarán las plantas de las áreas que se vayan a desmontar, que sean susceptibles de la extracción y trasplante como son: pinos (*Pinus cembroides*), junípero (*Juniperus coahuilensis*), agaves (*Agave parryi*) y cactáceas (*Mammillaria heyderi*).

El plan es rescatar un promedio del 5% para las especies de pino y junípero, incluyendo elementos arbóreos y arbustivos mientras que para los agaves será el 30%, y las cactáceas será del 100% de los ejemplares. Para llevar a cabo la reubicación de especies de flora, se implementará el *Programa de Rescate y Reubicación de Especies de Flora*.

Limpieza de los terrenos

El fin de esta actividad es realizar el desmalezamiento y la remoción del nivel superficial de la roca notoriamente alterada.

La superficie a afectar por remoción de vegetación es de 92.66 ha; sin embargo, se tiene programado que la limpieza de los terrenos se realice por etapas, principalmente en las zonas seleccionadas como depósitos de jal y tepetateras.

Recuperación de suelo orgánico

Todo el material de despalme, limpieza y desperdicio será colocado de forma que no se afecten escurrimientos de aguas superficiales. Para ello dentro del proyecto se tienen consideradas zonas como depósitos de material orgánico, áreas en las que se colocará el suelo orgánico recuperado.

III.2.3. Etapa de construcción.

El proyecto está integrado por una serie de infraestructura técnica y operativa que incluyen inmuebles, instalaciones, equipos especializados con la finalidad de tener lo necesario para procesamiento de hasta 2,500 toneladas por día de mineral.

De manera general, por un lado, se tiene la habilitación y ampliación de caminos, lo cual será necesario para el movimiento de los transportes de carga que permita la circulación en 2 sentidos, y por otro lado, está la ampliación e instalación correspondiente a las áreas necesarias para el proceso de producción.

Es importante considerar que en esta etapa se tendrá movimiento de maquinaria y equipo, carga y transporte de materiales para la construcción, almacenamiento y uso de combustibles, y será necesario el manejo y disposición final de residus.

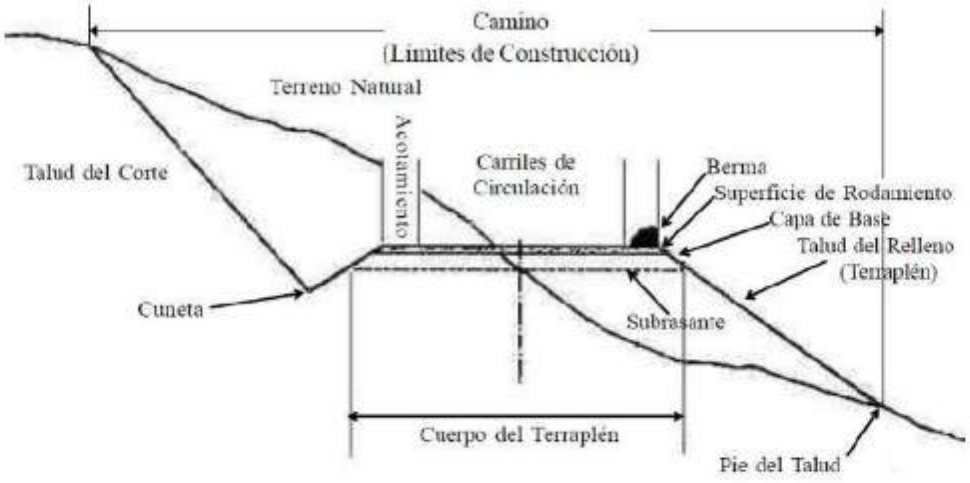
VIALIDADES

En el caso de los caminos a ser habilitados y ampliados, se tiene contemplado proceder de la siguiente manera.

Descripción y criterios por emplear en la construcción

Los caminos existen en calidad de brechas y deberán ser habilitados, haciendo ampliaciones con un ancho que permita la circulación en dos sentidos, siguiendo el trazo proyectado, considerando la compensación de cortes y rellenos con el fin de lograr equilibrio en el movimiento de tierras.

Figura 15. Sección típica de corte y rellenos para caminos.



Fuente: Ocampo Mining.

Todos los caminos considerados serán formados por cuerpos de terracerías con capas de material compactado, producto de los cortes y/o extraídos de bancos cercanos al sitio de la obra. Las zonas de corte deberán tender taludes que permitan su estabilidad, cunetas en lados paralelos al corte y, con alcantarillas para drenar correctamente en los lugares que sean requeridos. Las zonas de terraplén deben formarse con rellenos compactados como producto del corte previa selección de materiales aptos para este uso. Todo el material orgánico producto del despalme deberá retirarse del sitio al área destinada al lado suroeste del proyecto.

Figura 16. Sección tipo del pavimento revestido con grava en zona de corte.

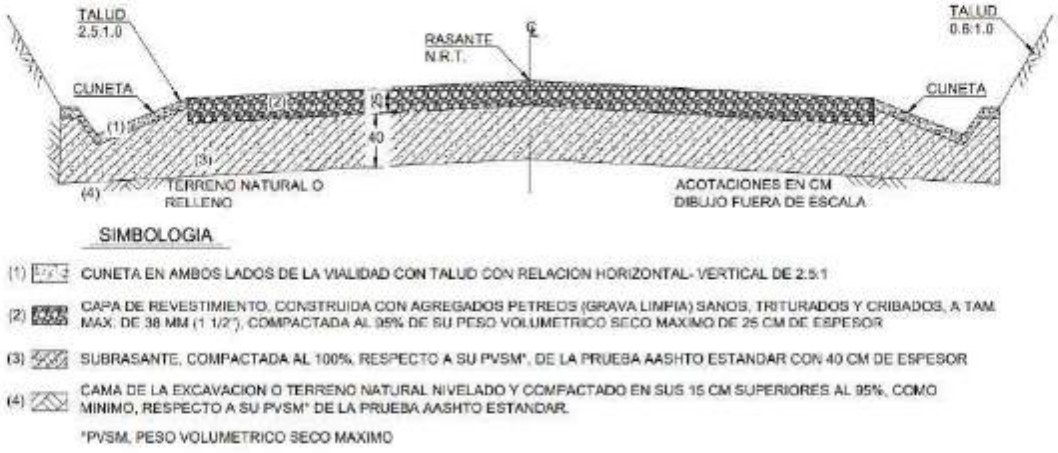


FIG. A1 SECCION TIPO DEL PAVIMENTO REVESTIDO CON GRAVA, EN ZONA DE CORTE

Fuente: Ocampo Mining.

Figura 17. Sección tipo del pavimento revestido con grava en zona de terraplén.

Fuente: Ocampo Mining.

Las actividades principales para realizar la rehabilitación de los caminos incluyen:

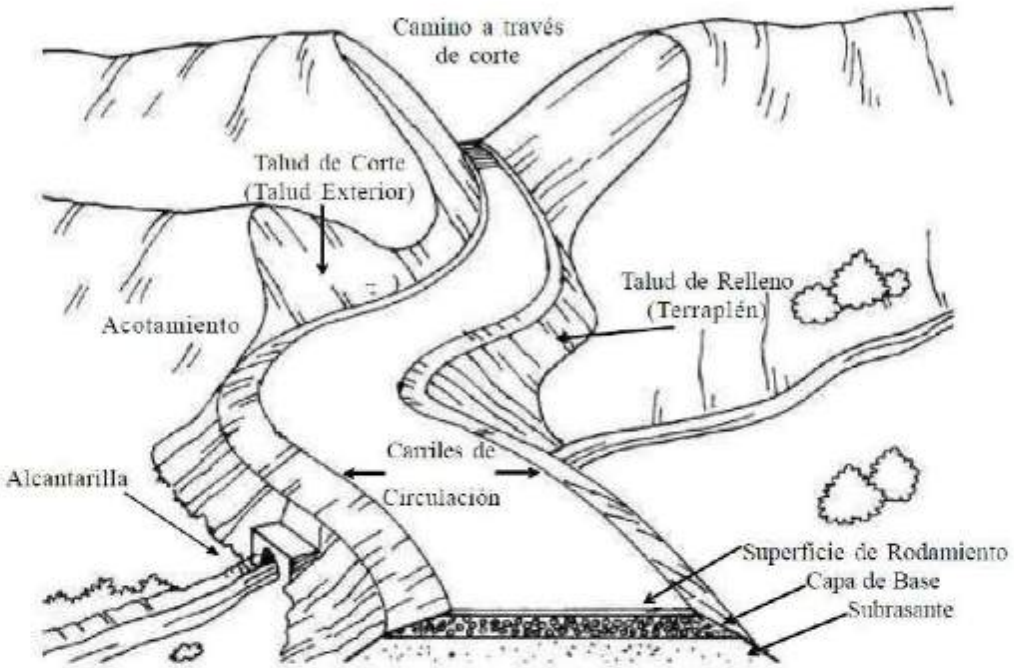
1) Trazo del camino.
2) Remoción de la vegetación.
3) Retiro de la capa de suelo vegetal.
4) Cortes con pendientes del talud y anchos de proyecto.
5) Rellenos compactados con mezcla de material apto para formación de las terracerías (terraplén).
6) Construcción de cunetas y alcantarillas.
7) Construcción de puente a base de concreto armado (en caso de ser necesario).

Las Figuras anteriores muestran las secciones típicas a emplear en zonas donde solo existan rellenos y terraplén.

Descripción de obras auxiliares y/o complementarias

Derivado de la topografía del sitio y de las diferentes rutas trazadas, deberá realizarse obras complementarias para conducir las aguas pluviales a fin de mantener el camino en buen estado, aunado al desarrollo de cunetas y alcantarillas que correrán de forma paralela a los caminos. Por lo tanto, cunetas y alcantarillas laterales en forma de "V" deberán construirse con la propia terracería y en los casos en que sea necesario serán de concreto simple, con la finalidad de proveer el temporal de lluvias en la región.

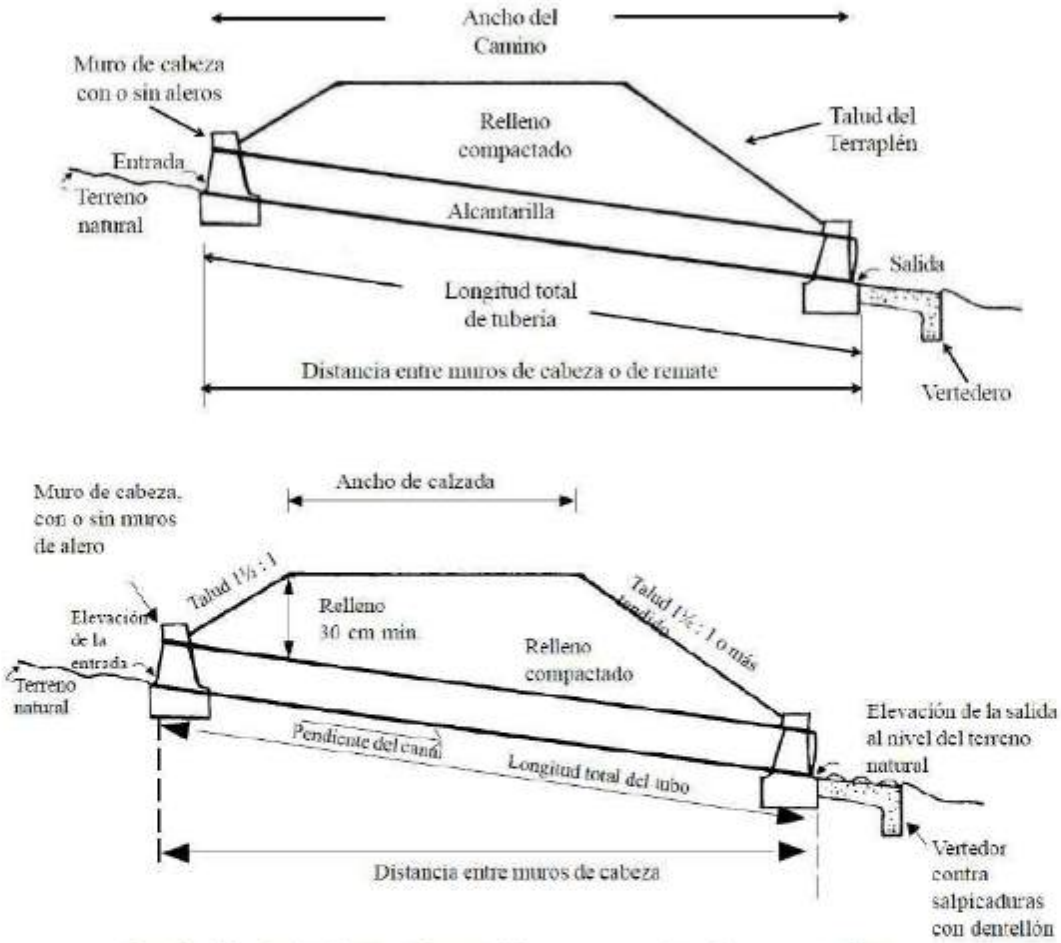
Figura 18. Imagen mostrando la ubicación de alcantarilla.



Fuente: Ocampo Mining.

En el caso de que existan arroyos de cruce, podrá emplearse alcantarillas de cruce de sección circular de acero galvanizado con vertedero, como elemento de protección y refuerzo. También, en ambos extremos muros de mampostería de piedra con junteo de cemento arena, combinada con losa de concreto armado en la zona de rodamiento deberá ser construida.

Figura 19. Secciones típicas mostrando ubicación de alcantarilla.



Instalación típica de una alcantarilla con muros de cabeza y vertedor

Fuente: Ocampo Mining.

AMPLIACION E INSTALACIÓN DE ÁREAS NECESARIAS PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN

Como se mencionó anteriormente, el proyecto requiere de infraestructura específica, la cual se enlista y describe a continuación.

Trituración

- Trituración primaria
- Trituración secundaria y cribado
- Trituración terciaria y cribado
- Silos de finos

Molienda

- Molino de bolas
- Molinos remoledores

Espesamiento
- Espesador primario
- Paquete de dosificación de floculante

Lixiviación
- Lixiviación dinámica

Lavado a contracorriente
- Tanques de lavado a contracorriente

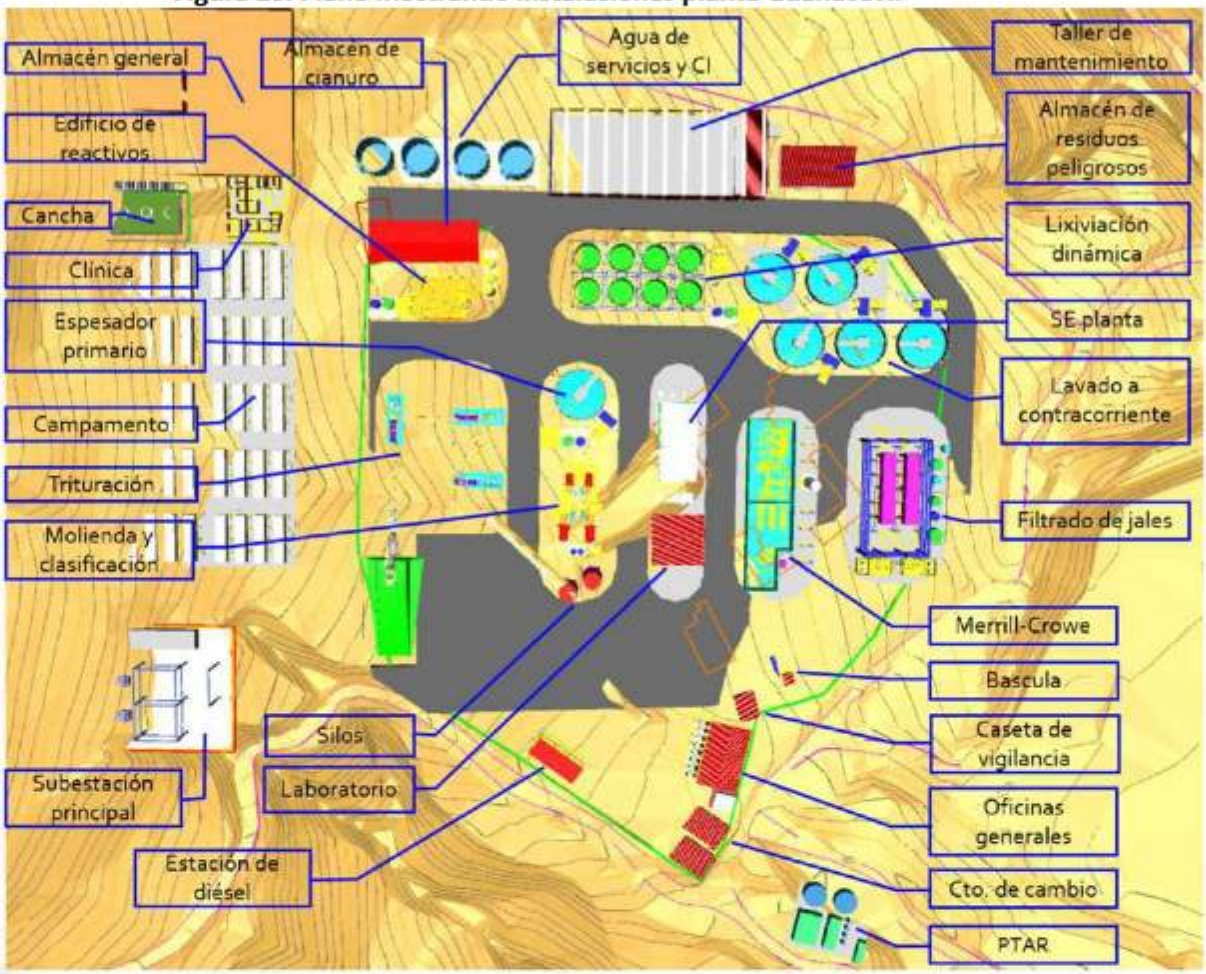
Planta *Merrill Crowe*
- Merrill Crowe
- Filtrado de jales
- Compresores filtrado

Infraestructura eléctrica y control
- Subestación eléctrica principal
- Subestación eléctrica planta
- Generador de emergencia
- Cuarto de control

Reactivos
- Edificio de reactivos
- Tolva y cal
- Almacén y almacenamiento de reactivo lixiviante Dezo

Edificios y servicios
- Oficina de operación y mantenimiento
- Laboratorio
- Taller de mantenimiento
- Tanques de agua fresca y recuperada
- Tanques de agua contra incendio
- Almacén de residuos
- Almacén y despacho de diésel
- Generador de oxigeno
- Compresores lixiviación
- Cuarto de cambio
- Caseta y bascula
- Caseta de vigilancia y acceso
- Floculante lavado a contracorriente
- Sala de capacitación
- Comedor de planta
- Almacén general
- Clínica
- Zona deportiva
- Campamento de personal
- Planta de tratamiento

Figura 20. Plano mostrando instalaciones planta Guanaceví.



Fuente: Ocampo Mining.

Trituración

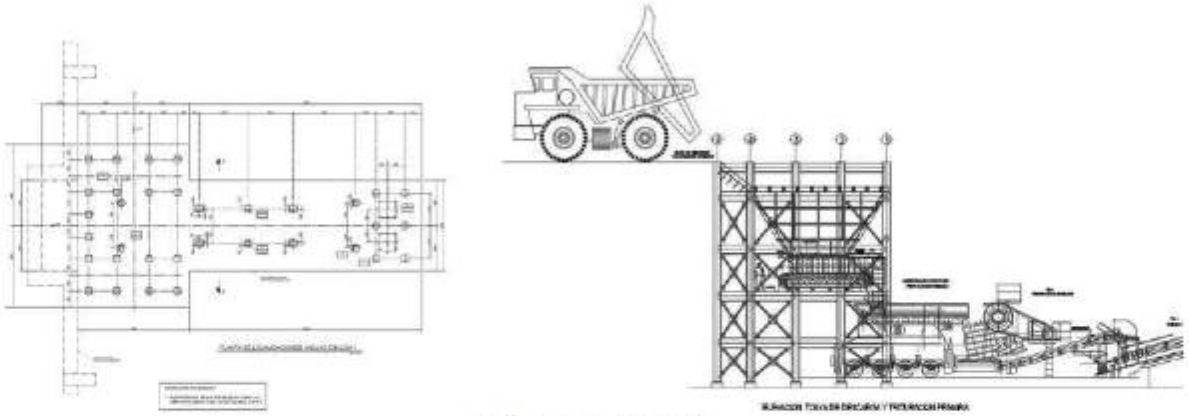
Trituración primaria

El proyecto considera en esta área una Quebradora de cono modelo 36-55, un alimentador de placas, alimentador vibratorio grizzly, tolva de descarga, martillo rompedor de roca, cuarto de control y grúa de mantenimiento con capacidad de 8 toneladas. Las cimentaciones, zapatas, muros y losas serán de concreto armado con resistencia f'c=250 kg/cm^2 y acero de refuerzo fy=4200 kg/cm^2.

Las estructuras soporte de equipos, plataformas de operación, barandales, pasillos y escaleras de acceso serán construidos con perfiles laminados y/o armados con acero estructural ASTM A36/A572/A500 con aplicación de soldadura según la AWS y tornillería según planos de proyecto. Todas las áreas de circulación y plataformas de operación tendrán rejilla Irving antiderrapante protegidas perimetralmente con barandales hechos con tubo mecánico.

El cuarto de operación tendrá muros de block hueco confinados con dalas y castillos, techo de mutipanel y piso del sistema losacero, puertas y ventanas de herrería, muros con acabado aparente con aplicación de pintura vinílica. Toda la estructura tendrá un recubrimiento de primer anticorrosivo y pintura de acabado.

Figura 21. Planta y sección exhibiendo diseño de tolva de descarga.



Fuente: Ocampo Mining.

Trituración secundaria

En el proyecto será instalada una Quebradora de cono marca saimon y criba vibratoria scalper. Las cimentaciones, zapatas, muros y losas serán de concreto armado con resistencia f'c=250 kg/cm^2 y acero de refuerzo fy=4200 kg/cm^2. Las estructuras soporte de equipos, plataformas de operación, pasillos y escaleras de acceso serán construidos con perfiles laminados y/o armados con acero estructural ASTM A36/A572/A500, aplicación de soldadura según la AWS y tornillería según planos de proyecto. Toda la estructura tendrá un recubrimiento de primer anticorrosivo y pintura de acabado.

Trituración terciaria

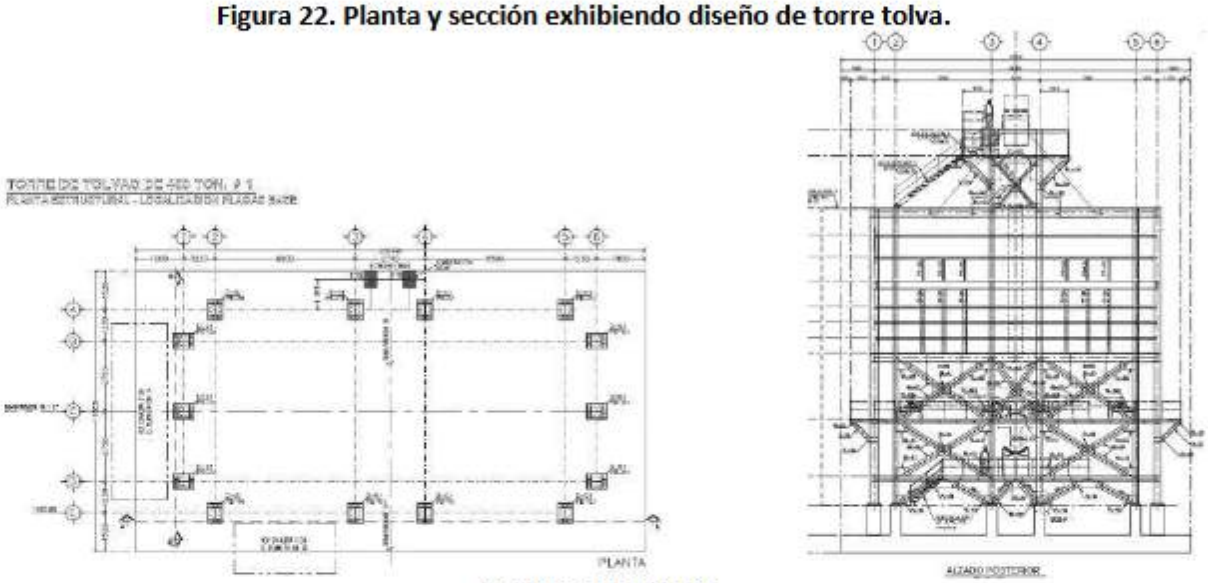
Este proceso considera una Quebradora de cono marca metso, criba vibratoria scalper, sistema supresor de polvos. Las cimentaciones, zapatas, muros y losas serán de concreto armado con resistencia f'c=250 kg/cm^2 y acero de refuerzo fy=4200 kg/cm^2. Las estructuras soporte de equipos, plataformas de operación, pasillos y escaleras de acceso serán construidos con perfiles laminados y/o armados con acero estructural ASTM A36/A572/A500, aplicación de soldadura según la AWS y tornillería según planos de proyecto. Toda la estructura tendrá un recubrimiento de primer anticorrosivo y pintura de acabado.

Silos de finos

El proyecto considera dos tolvas de 400 toneladas para almacenamiento de finos. Su cimentación será una losa de concreto armado con resistencia f'c=250 kg/cm^2 y acero de refuerzo fy=4200 kg/cm^2. Las estructuras soporte de equipos, plataformas de operación,

pasillos y escaleras de acceso serán construidos con perfiles laminados y/o armados con acero estructural ASTM A36/A572/A500, aplicación de soldadura según la AWS y tornillería según planos de proyecto. Toda la estructura tendrá un recubrimiento de primer anticorrosivo y pintura de acabado. Las áreas de circulación y plataformas de operación tendrán rejilla Irving antiderrapante protegidas perimetralmente con barandales hechos con tubo mecánico.

Figura 22. Planta y sección exhibiendo diseño de torre tolva.



Fuente: Ocampo Mining.

Bandas transportadoras

El proyecto considera nueve bandas transportadoras, tres separadores tipo electroimán, instalados en banda 1, banda 2 y banda 3 respectivamente. La cimentación de las bandas transportadoras será a base de zapatas aisladas ligadas con contratrabes de concreto armado con resistencia f'c=250 kg/cm^2 y acero de refuerzo fy=4200 kg/cm^2. Las estructuras soporte de las bandas, equipos, plataformas de operación, pasillos y escaleras de acceso serán construidos con perfiles laminados y/o armados con acero estructural ASTM A36/A572/A500, aplicación de soldadura según la AWS y tornillería según planos de proyecto. Toda la estructura tendrá un recubrimiento de primer anticorrosivo y pintura de acabado. Las áreas de circulación y plataformas de operación tendrán rejilla irving antiderrapante protegidas perimetralmente con barandales hechos con tubo mecánico.

Figura 23. Sección exhibiendo diseño de bandas transportadoras.

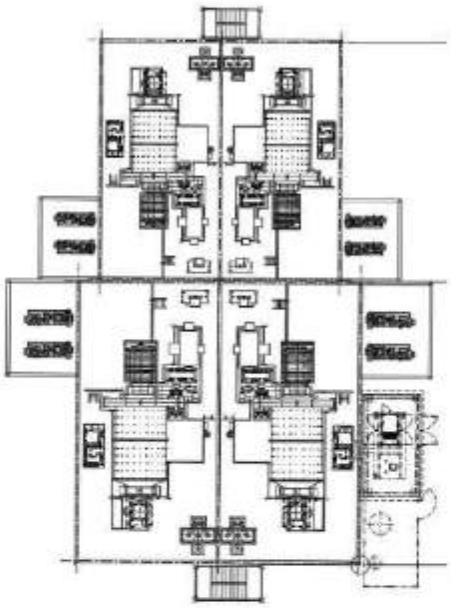
Fuente: Ocampo Mining.

Molienda

Molinos de bolas

El proyecto considera dos molinos primarios 14.5´x10.5´ y 10´x12´, grúa de mantenimiento con capacidad de 5.5 toneladas, criba derrick, plataforma de operación de los molinos techados con lamina acanalada pintro, pasillos de acceso con rejilla irving a todos los espacios, área de bombeo y fosa de captación de derrames todo contenido dentro de un dique de contención. La cimentación de cada molino es una base de concreto armado con resistencia f'c=250 kg/cm^2 y acero de refuerzo fy=4200 kg/cm^2, la cimentación del dique será una resuelto con zapatas corridas y los demás elementos tendrán zapatas aisladas ligadas con contratrabes. Las estructuras soporte de los equipos, plataformas de operación, pasillos y escaleras de acceso serán construidos con perfiles laminados y/o armados con acero estructural ASTM A36/A572/A500, aplicación de soldadura según la AWS y tornillería según planos de proyecto. Toda la estructura tendrá un recubrimiento de primer anticorrosivo y pintura de acabado.

Figura 24. Plano exhibiendo distribución de molinos.



MOLINOS ARREGLO DE EQUIPOS
Fuente: Ocampo Mining.

Molinos remoledores

El proyecto considera dos molinos remoledores de 14´x18´ y 10´x10´, polipasto de mantenimiento con capacidad de 2 toneladas, batería de hidrociclones, plataforma de operación de los molinos techados con lamina acanalada pintro, pasillos de acceso a todos los espacios, área de bombeo y fosa de captación de derrames todo contenido dentro de un dique de contención. La cimentación de cada molino es una base de concreto armado con f'c=30 kg/cm^2 y en todos los demás elementos será empleado concreto armado con resistencia f'c=250 kg/cm^2 y acero de refuerzo fy=4200 kg/cm^2. La cimentación del dique será una resuelto con zapatas corridas y los demás elementos tendrán zapatas aisladas ligadas con contratrabes. Las estructuras soporte de los equipos, plataformas de operación, pasillos y escaleras de acceso serán construidos con perfiles laminados y/o armados con acero estructural ASTM A36/A572/A500, aplicación de soldadura según la AWS y tornillería según planos de proyecto. Toda la estructura tendrá un recubrimiento de primer anticorrosivo y pintura de acabado.

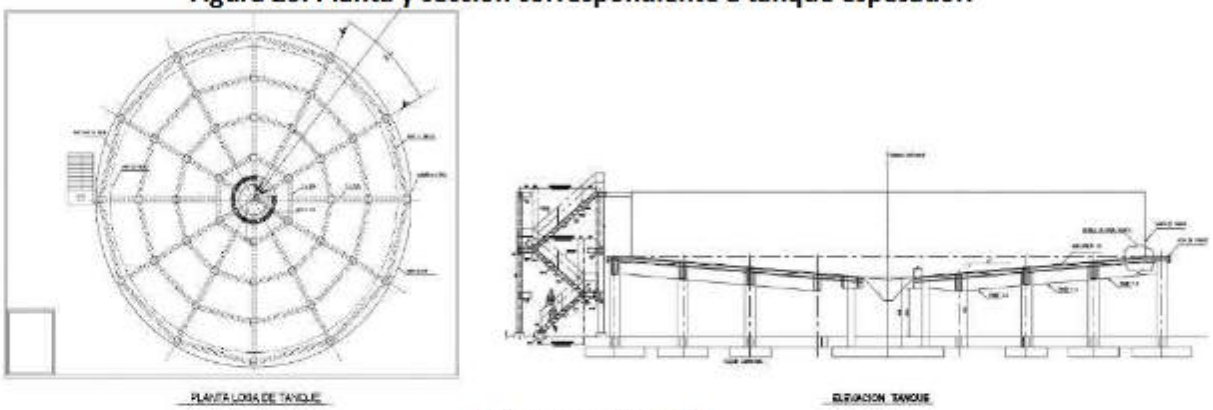
Espesamiento

Espesador primario

El proyecto considera un espesador de 85´x10´ con paredes de placa ASTM A36, desplantado sobre losa de concreto, área de bombas y plataformas de operación. La cimentación del tanque es un sistema de reticular de zapatas ligadas con contratrabes sobre la que se desplanta columnas de concreto que soportan trabes y losa de concreto armado con

resistencia f'c=250 kg/cm² y acero de refuerzo fy=4200 kg/cm², el área de bombeo y fosa de derrames estará delimitada por un dique perimetral de contención cimentado sobre zapatas corridas y aisladas ligadas con contratrabes. Las estructuras soporte de las plataformas de operación, pasillos y escaleras de acceso serán construidos con perfiles laminados y/o armados con acero estructural ASTM A36/A572/A500, aplicación de soldadura según la AWS y tornillería según planos de proyecto. Toda la estructura tendrá un recubrimiento de primer anticorrosivo y pintura de acabado.

Figura 25. Planta y sección correspondiente a tanque espesador.



Fuente: Ocampo Mining.

Paquete de dosificación de floculante

Este proceso consta de un cuarto de preparación, área de tanques de almacenamiento y bombeo. La cimentación del cuarto es una losa de concreto sobre la que se desplanta el cuarto con muros y techo de multipanel. Los tanques y bombas se desplantan sobre bases de concreto, todos los espacios están confinados con un dique perimetral de concreto, en todos los casos se empleará armado con resistencia f'c=250 kg/cm² y acero de refuerzo fy=4200 kg/cm². El área de bombas estará protegida con un área techada a base de estructura, las plataformas de operación, pasillos y escaleras de acceso serán construidos con perfiles laminados y/o armados con acero estructural ASTM A36/A572/A500, aplicación de soldadura según la AWS y tornillería según planos de proyecto. Toda la estructura tendrá un recubrimiento de primer anticorrosivo y pintura de acabado.

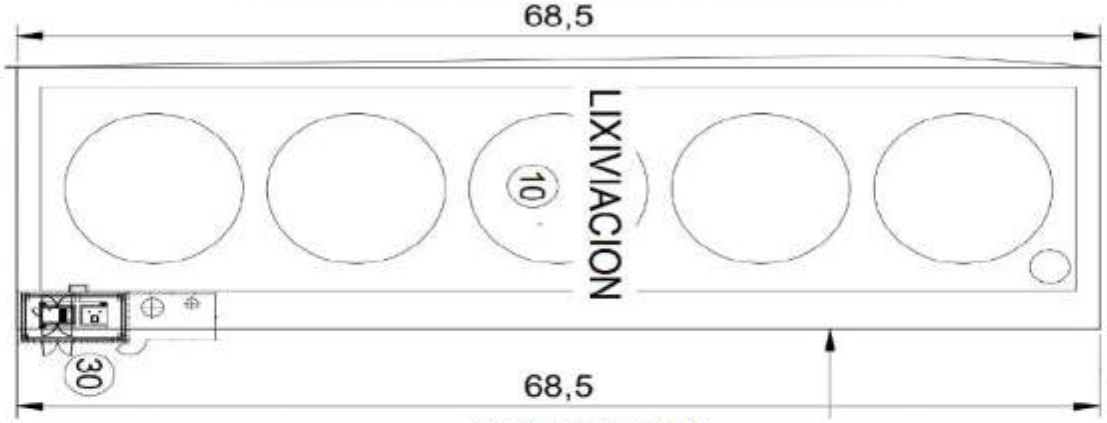
Lixiviación

Lixiviación dinámica

El proyecto considera seis tanques con capacidad de 1500 m³ y un tanque de 15 m³, pasillos de operación que comunica a todos los recipientes, escaleras de acceso y soportes de tuberías, todo confinado con un dique perimetral de contención. La cimentación es una losa sobre la que desplantan bases de tanques, dique y dados para recibir estructura de pasillos y escaleras. La situación de desniveles será resuelta con la construcción de muros de contención y para captar los derrames, el piso tendrá una pendiente hacia las trincheras y fosa de captación en todos los elementos se empleará concreto armado con resistencia f'c=250 kg/cm² y acero de refuerzo fy=4200 kg/cm². Las estructuras soporte de equipos,

tuberías, plataformas de operación, barandales, pasillos y escaleras de acceso serán construidos con perfiles laminados y/o armados con acero estructural ASTM A36/A572/A500, aplicación de soldadura según la AWS y tornillería según planos de proyecto. Toda la estructura tendrá un recubrimiento de primer anticorrosivo y pintura de acabado. Las áreas de circulación y plataformas de operación tendrán rejilla irving antiderrapante protegidas perimetralmente con barandales hechos con tubo mecánico.

Figura 26. Planta de sistema de lixiviación dinámica.



Fuente: Ocampo Mining.

Lavado a contracorriente

Tanques de lavado a contracorriente

El proyecto considera cinco tanques de lavado con capacidad de 807 m^3 equipado con su tanque de sobre flujo, área de bombeo, rack de tuberías, plataformas de operación, barandales de protección y escaleras de acceso, todo confinado con dique perimetral y muros de contención. La cimentación del tanque es un sistema de reticular de zapatas ligadas con contratrabes sobre la que se desplanta columnas de concreto que soportan trabes y losa de concreto armado con resistencia f'c=250 kg/cm^2 y acero de refuerzo fy=4200 kg/cm^2, el área de bombeo y fosa de derrames estará delimitada por un dique perimetral de contención cimentado sobre zapatas corridas y aisladas ligadas con contratrabes. Las estructuras soporte de las plataformas de operación, pasillos y escaleras de acceso serán construidos con perfiles laminados y/o armados con acero estructural ASTM A36/A572/A500, aplicación de soldadura según la AWS y tornillería según planos de proyecto. Toda la estructura tendrá un recubrimiento de primer anticorrosivo y pintura de acabado.

Figura 27. Planta de sistema de lavado a contracorriente.

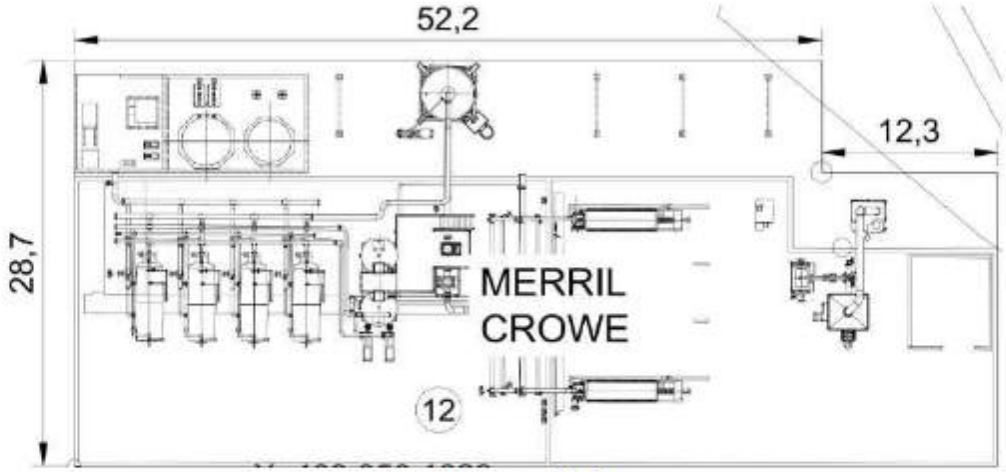
Fuente: Ocampo Mining.

Planta *merrill crowe*

Merrill Crowe

El proyecto contempla la nave principal y un anexo de servicios. La nave está dividida en dos secciones; una que corresponde al área de clarificado, precapa y otra sección que ocupa el área de precipitado y refinación, la torre de vacío y rack de tuberías del proceso estarán localizadas. La nave principal está formada con marcos de estructura de acero desplantado sobre zapatas de concreto armado con resistencia f'c=250 kg/cm^2 y acero de refuerzo fy=4200 kg/cm^2, los muros desplantan sobre zapatas corridas y contratrabes, los equipos y plataformas de operación tendrán sus cimentaciones aisladas de la nave, los muros serán de mampostería confinados con dalas y castillos con acabado aparente y recubrimiento de pintura vinílica, con portón de acceso de herrería, los pisos serán de concreto acabado semipulido con pendiente hacia las trincheras. En el área de refinación se construirá la bóveda que será construida con muros, losa de piso y azotea de concreto con puerta metálica.

Figura 28. Sistema de planta Merrill Crowe.



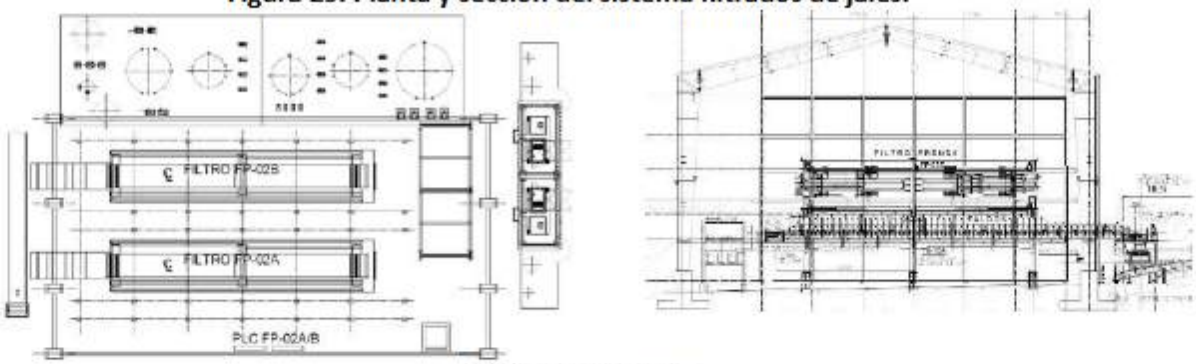
Fuente: Ocampo Mining.

El anexo contará con servicios de baños, vestidores, control de acceso y será construido con muros de block confinado con dalas y castillos acabado aparente con aplicación de pintura vinílica, puertas y ventanas de aluminio natural. Las estructuras de la nave, soporte de tuberías, soportes de equipos, plataformas de operación, pasillos y escaleras de acceso serán construidos con perfiles laminados y/o armados con acero estructural ASTM A36/A572/A500, aplicación de soldadura según la AWS y tornillería según planos de proyecto. Toda la estructura tendrá un recubrimiento de primer anticorrosivo y pintura de acabado.

Filtrado de jales

El proyecto considera construir una nave industrial en la que en su interior estarán instalados cuatro filtros prensa, plataformas de operación, un polipasto para mantenimiento, cuatro transportadores de banda y rack de tuberías. En el exterior el tanque de filtrado y área de bombeo deben ser ubicados. La nave será construida con marcos de acero, sus muros y techumbre de lámina acanalada pintro, su cimentación es a base de zapatas aisladas ligadas con contratrabes de concreto armado con resistencia f'c=250 kg/cm^2 y acero de refuerzo fy=4200 kg/cm^2. Los tanques y bombas estarán cimentados sobre bases de concreto armado con pisos con pendiente hacia la fosa de derrames, todo alojado dentro de un dique de contención, Las estructuras soporte de las bandas, equipos, plataformas de operación, pasillos y escaleras de acceso serán construidos con perfiles laminados y/o armados con acero estructural ASTM A36/A572/A500, aplicación de soldadura según la AWS y tornillería según planos de proyecto. Toda la estructura tendrá un recubrimiento de primer anticorrosivo y pintura de acabado.

Figura 29. Planta y sección del sistema filtrados de jales.

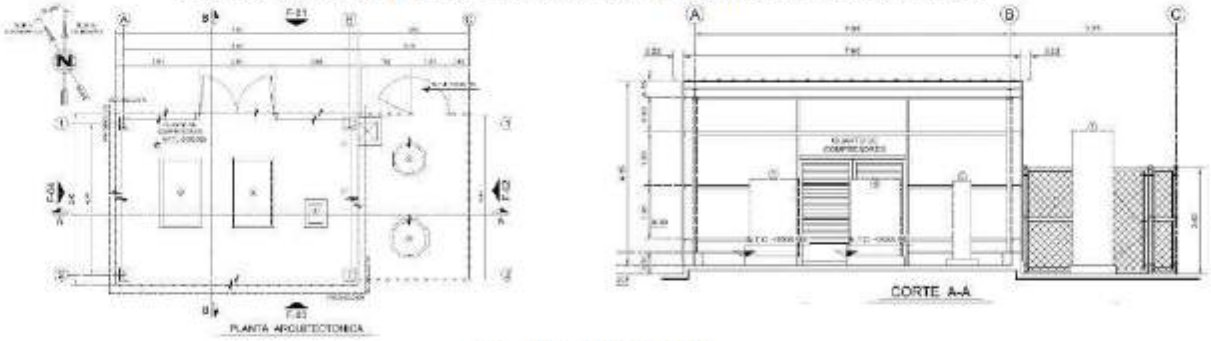


Fuente: Ocampo Mining.

Compresores de filtrado

El proyecto considera construir un cuarto de compresores para la instalación de un compresor, separador y tanque de almacenamiento de aire. El cuarto es de estructura de acero con techo y muros de lámina acanalada pintro, su cimentación será una losa de piso que integra las bases de concreto armado con resistencia f'c=250 kg/cm² y acero de refuerzo fy=4200 kg/cm², para fijación de los equipos. El tanque de almacenamiento de oxígeno estará afuera del cuarto apoyado en una base de concreto y delimitado por una cerca perimetral de malla ciclónica con puerta de acceso. La estructura del cuarto será construida con perfiles laminados de acero estructural ASTM A36/A572/A500, aplicación de soldadura según la AWS y tornillería según planos de proyecto. Toda la estructura tendrá un recubrimiento de primer anticorrosivo y pintura de acabado.

Figura 30. Planta y sección del sistema de compresores de filtrado.



Fuente: Ocampo Mining.

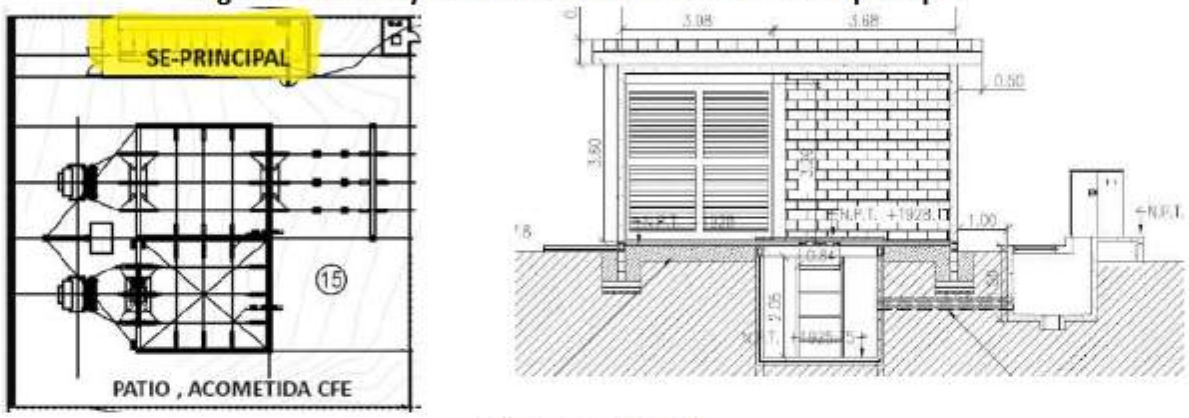
<u>Infraestructura eléctrica y control</u>

Subestación eléctrica principal y patio de acometida

La subestación está formada por un cuarto cerrado que aloja el cuarto de control eléctrico y cuarto de baterías, en el patio, la estructura torre de acometida por Comisión Federal de electricidad (CFE) estarán instaladas. El cuarto será construido con muros de block confinados con dalas y castillos para recibir la losa de azotea, los cimientos son zapatas

corridas y contratrabes todo de concreto armado con resistencia f'c=250 kg/cm² y acero de refuerzo fy=4200 kg/cm², en la parte central del cuarto de control serán construirás trincheras con muros y losas de concreto para alojar las instalaciones eléctricas. En lo que refiere al área exterior, la cimentación de las torres es a base de zapatas aisladas y dados de concreto armado sobre la que serán instaladas columnas y trabes armadas tipo celosía con ángulos y placas de acero estructural ASTM A36, aplicación de soldadura según la AWS y tornillería según planos de proyecto. El patio estará cercado con malla ciclónica con puerta de acceso. Toda la estructura tendrá un recubrimiento de primer anticorrosivo.

Figura 31. Planta y sección de la subestación eléctrica principal.

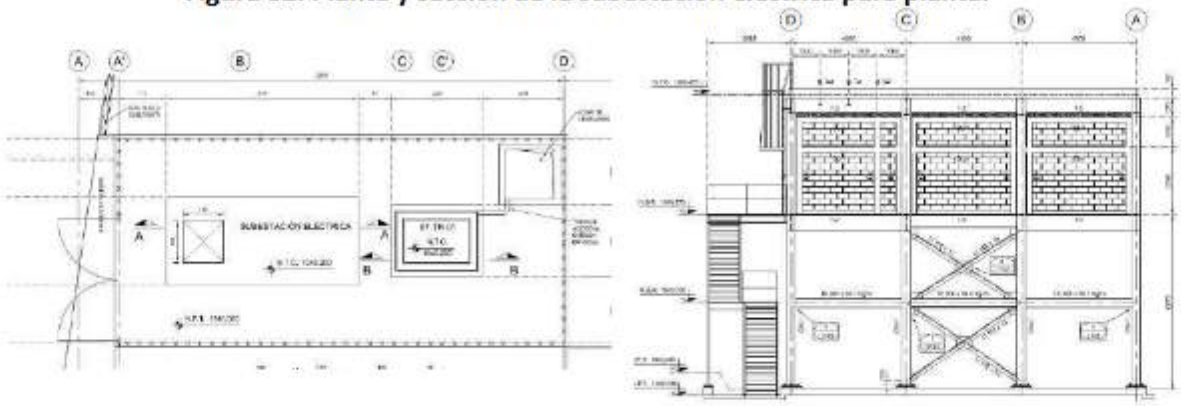


Fuente: Ocampo Mining.

Subestación eléctrica planta

Esta subestación consistirá en un cuarto cerrado que alojará el cuarto de control eléctrico y cuarto de baterías, en el patio se localizará la estructura torre de acometida por Comisión Federal de electricidad (CFE). El cuarto será construido con muros de block confinados con dalas y castillos para recibir la losa de azotea, los cimientos son zapatas corridas y contratrabes todo de concreto armado con resistencia f'c=250 kg/cm² y acero de refuerzo fy=4200 kg/cm², en la parte central del cuarto de control se construirán trincheras con muros y losas de concreto para alojar las instalaciones eléctricas. En lo que refiere al área exterior, la cimentación de las torres es a base de zapatas aisladas y dados de concreto armado sobre la que serán instaladas columnas y trabes armadas tipo celosía con ángulos y placas de acero estructural A36/A572/A500, aplicación de soldadura según la AWS y tornillería según planos de proyecto, el patio estará cercado con malla ciclónica con puerta de acceso. Toda la estructura tendrá un Recubrimiento de primer anticorrosivo.

Figura 32. Planta y sección de la subestación eléctrica para planta.

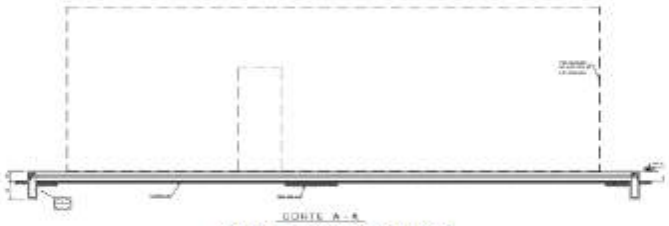


Fuente: Ocampo Mining.

Generador de emergencia

Este equipo será instalado sobre una losa de concreto armado con resistencia f'c=250 kg/cm² y acero de refuerzo fy=4200 kg/cm² con superficie nivelada acabado semipulido.

Figura 33. Sección del generador de emergencias.



Fuente: Ocampo Mining.

Cuarto de control

Este inmueble es parte de la subestación eléctrica, construido por muros de block confinados con dalas y castillos para recibir la losa de azotea. Los cimientos son zapatas corridas y contratrabes todo de concreto armado con resistencia f'c=250 kg/cm² y acero de refuerzo fy=4200 kg/cm², contará con trincheras con muros y losas de concreto para alojar las instalaciones eléctricas.

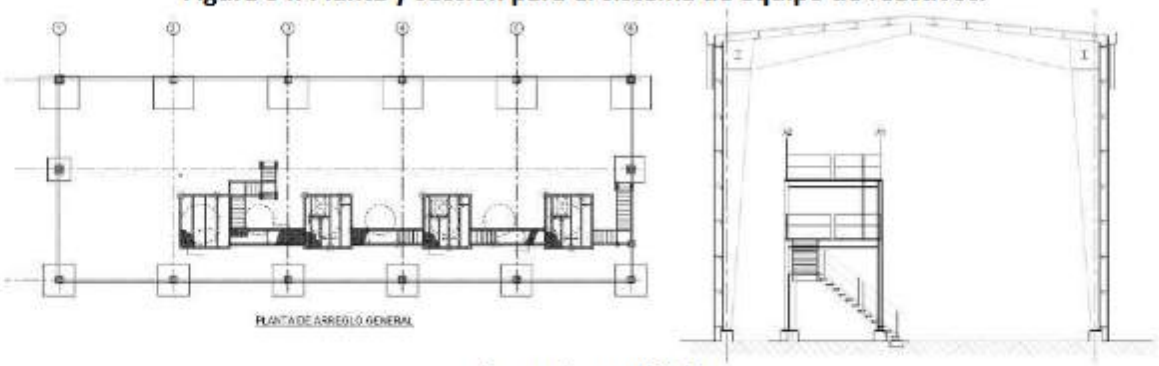
Reactivos

Edificio de reactivos

El proyecto considera una nave que aloja los equipos de preparación de químicos. La cimentación será a base de zapatas aisladas ligadas con contratrabes de concreto armado con resistencia f'c=250 kg/cm² y acero de refuerzo fy=4200 kg/cm², firmes de piso armados con malla electrosoldada 6x6-6/6. Los marcos principales serán hechos a base de 3 placas soldadas de acero estructural ASTM A36. La estructura de techo y fachadas será con perfiles tipo monten y el techado con lamina acanalada pintro intercalada con lamina translucida, las plataformas de operación, pasillos y escaleras de acceso serán construidos con perfiles

laminados y/o armados con acero estructural ASTM A36/A572/A500, aplicación de soldadura según la AWS y tornillería según planos de proyecto. Toda la estructura tendrá un recubrimiento de primer anticorrosivo y pintura de acabado.

Figura 34. Planta y sección para el sistema de equipo de reactivos.

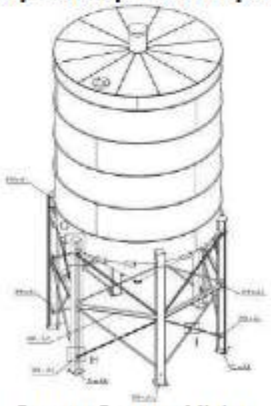


Fuente: Ocampo Mining.

Tolva de cal

El proyecto contempla una tolva con capacidad para 160 m^3, escaleras de acceso a su parte alta y barandales de protección, su cimentación es una losa de concreto armado con resistencia f'c=250 kg/cm^2 y acero de refuerzo fy=4200 kg/cm^2 con dados para recibir la estructura soporte del recipiente. El recipiente está formado por placas ASTM A36 unidas mediante soldadura. Las estructuras principales, plataformas de operación, pasillos y escaleras de acceso serán construidos con perfiles laminados y/o armados con acero estructural ASTM A36/A572/A500, aplicación de soldadura según la AWS y tornillería, según planos de proyecto. Toda la estructura tendrá un recubrimiento de primer anticorrosivo y pintura de acabado.

Figura 35. Perspectiva para el depósito de cal.



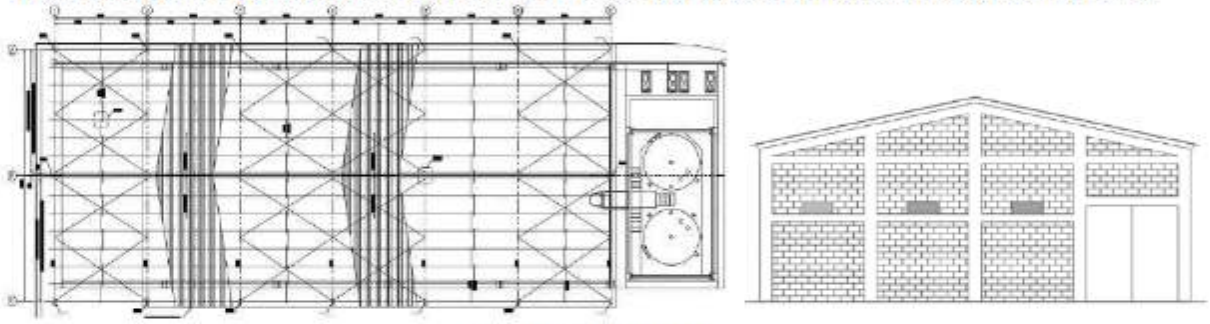
Fuente: Ocampo Mining.

Almacén y preparación de reactivo lixiviante Dezo

Una nave para almacén para almacén y preparación de reactivo lixiviante Dezo esta considera en el proyecto, esta debe incluir área de preparación, plataformas de operación,

polipasto de mantenimiento y dique de contención. El almacén está cimentado sobre zapatas ligadas con contratrabes de concreto armado con resistencia f'c=250 kg/cm² y acero de refuerzo fy=4200 kg/cm², los muros son de block confinados con dalas y castillos, el techo es de tipo ligero con armaduras de acero estructural y perfiles monten techado con lamina pinto acanalada intercalada con lamina translucida. El área de preparación estará construida con una losa de concreto armado sobre la que desplantan bases de tanques, dados para recibir estructura y muros del dique de contención perimetral. Las estructuras para plataformas de operación, pasillos y escaleras de acceso serán construidas con perfiles laminados y/o armados con acero estructural ASTM A36/A572/A500, aplicación de soldadura según la AWS y tornillería según planos del proyecto. Toda la estructura tendrá un recubrimiento de primer anticorrosivo y pintura de acabado.

Figura 36. Planta y sección para el sistema almacén y preparación de reactivo lixiviante Dezo.



Fuente: Ocampo Mining.

Depósitos de jal

La construcción de los depósitos de jales se ejecutará con apego a las normas ambientales y, para ello es necesario contar con varios estudios del sitio. Primeramente, estudios requeridos deben considerarse incluyendo: a) levantamiento topográfico, b) estudios hidrogeológicos, c) mecánica de suelos y, d) análisis de estabilidad. Posteriormente, durante la etapa de ejecución del proyecto deberá incluir: a) preparación del sitio, b) construcción de obras de acceso, c) monitoreo y, d) abandono y cierre.

Construcción Inicial

Las siguientes instalaciones se construirán durante el desarrollo de la mina antes de la operación:

- Bermas iniciales superior e inferior para terraplén de jales
- Tubería Decantadora con Bases de Torre
- Drenaje inferior de rocas
- Presa de sedimentación
- Caminos de acceso y acarreo

Berma Inicial y de Desvío Aguas Arriba

La presa de desvío aguas arriba se construirá con roca extraída localmente colocada en capas horizontales que no excedan 1,0 m de espesor y compactada con pasadas suficientes de un rodillo vibratorio de tambor liso para proporcionar un relleno denso. La coronación de la presa de derivación estará a una altura de "x" m y tendrá 6 m de ancho. El frente aguas arriba se construirá con una pendiente de 2H:1V y se alisará para aceptar un geotextil no tejido de 16 oz. Si no hay suficientes finos disponibles en la superficie del talud para proporcionar un lecho adecuado para el geotextil, se aplicará una capa delgada de cemento de suelo a la cara para el lecho del revestimiento. El geotextil se instalará de acuerdo con las especificaciones estándar para la colocación de geotextil y se envolverá sobre el suelo natural expuesto o lecho de roca aguas arriba de la estructura. Luego, el geotextil se cubrirá con un espesor de 500 mm de roca de menos 100 mm como protección durante la etapa de construcción del terraplén hasta la etapa en que se coloquen los jales en el área del depósito, probablemente alrededor de 9 a 10 meses después del inicio de las operaciones y finalización del tramo aguas abajo del terraplén compactado.

El frente aguas abajo de la berma inicial aguas arriba se construirá con una pendiente de 2H:1V. Esta pendiente proporcionará un factor de seguridad adecuado en su estado inicial; sin embargo, se reforzará con la colocación de los jales secos compactados durante las primeras etapas de construcción del terraplén de jales compactados. En última instancia, la berma de desvío aguas arriba quedará completamente cubierta con jales secos.

Berma Inicial Punta Aguas Abajo

De manera similar, para la berma de desvío aguas arriba, se necesita una berma inicial de pie aguas abajo para proporcionar un contrafuerte resistente a la erosión y un pie de libre drenaje para el terraplén de jales. Esta berma se construirá con roca extraída localmente colocada en capas horizontales que no excedan 1,0 m de espesor y compactada con pasadas suficientes de un rodillo vibratorio de tambor liso para proporcionar un relleno denso.

La cara aguas arriba de la berma de pie se cubrirá con un geotextil no tejido para minimizar la migración de jales desde el terraplén. Los jales se colocarán en el lado aguas arriba de la berma de pie para retardar el flujo de agua a través de la berma mientras se construye la etapa del terraplén de jales compactados.

Tubería Decantadora con Bases de Torre

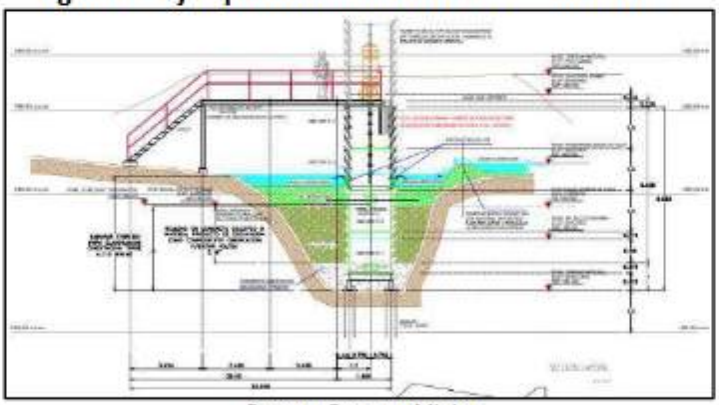
El tubo decantador es el medio para eliminar la escorrentía pluvial del interior de la superficie del depósito de jales. Debido a que el área de captación es pequeña, el diámetro de la tubería decantadora será bastante pequeño y al mismo tiempo tendrá la capacidad de eliminar el volumen de agua necesario para mantener la protección contra inundaciones ante múltiples eventos de precipitación. La tubería decantadora

será una tubería de 300 mm de diámetro revestida de concreto armado y se extenderá desde la presa de sedimentación debajo del terraplén de jales compactados y los jales secos en el área del depósito. El material de la tubería será HDPE de pared gruesa o acero. El ducto estará diseñado para soportar las cargas externas impuestas por los jales y los asentamientos diferenciales en los cimientos.

La escorrentía pluvial ingresará al tubo decantador a través de torres decantadoras en el depósito. Durante la construcción inicial, las bases de las torres se construirán cada 15 m de altura en una ladera cerca del límite sur del depósito de jales y a la que se puede acceder por carretera. Las bases de las torres serán una T revestida de concreto de la tubería decantadora que proporciona una transición a secciones de tuberías de concreto prefabricadas que se pueden apilar una encima de otra y actuarán como torres decantadoras. Las bases de las torres se cimentarán y construirán sobre un lecho de roca.

Como se describió anteriormente, las torres de decantación consistirán en segmentos de tubería de campana y grifo de concreto prefabricado de 500 mm de diámetro apilados en sus extremos progresivamente a medida que se colocan jales secos alrededor de ellos. Los segmentos tendrán una longitud de 500 mm (más la longitud del grifo) y colocarse con la campana hacia arriba. Cada torre se utilizará hasta que se hayan utilizado 30 segmentos. En este punto, la siguiente torre cuesta arriba se convertirá en la salida y la estructura existente se tapará bajando una placa de acero hasta la transición en la base de la torre y rellenando la torre decantadora con concreto.

Figura 37. Ejemplificación de Torre de Decantación.



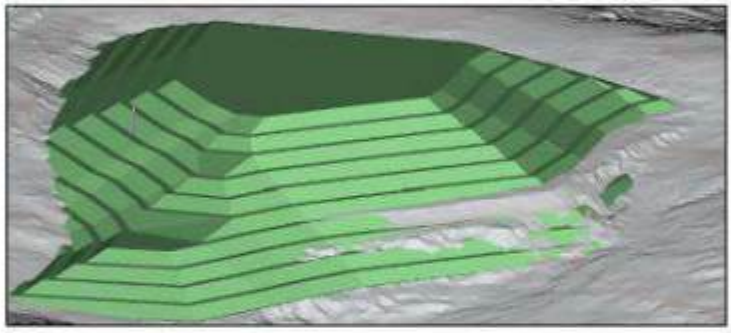
Fuente: Ocampo Mining.

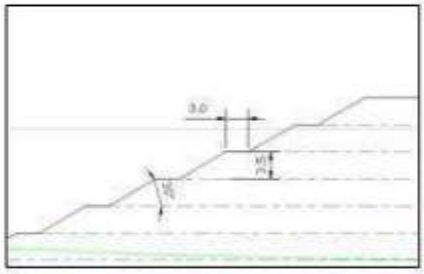
Modelos Geométricos, Capacidades y Criterios de Diseño

A continuación, se presentan los modelos conceptuales desarrollados considerando los criterios de construcción conservadores que se tienen para los depósitos de jales secos, se representan las tres Presas de Jales Iniciales como la Existente dentro del Proyecto Guanaceví.

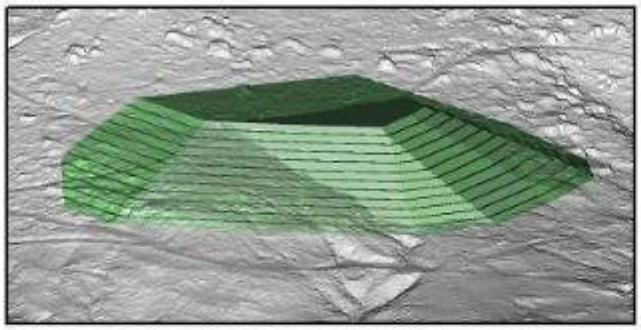
CONCEPTOS	DENSIDAD	TONELADAS	JAL m³	CORTE m³	TIEMPO AÑOS	TIEMPO DIA	TON DIARIO
PRESA EXISTENTE	2.019	733,159.00	363,129.77	-	0.33	116.20	3,125.00
PRESA JALES 1	2.019	3,364,068.75	1,666,205.43	2,297,566.08	1.52	533.19	3,125.00
PRESA JALES 2	2.019	3,132,977.30	1,551,747.06	2,441,551.35	1.42	496.56	3,125.00
PRESA JALES 3	2.019	2,502,131.55	1,239,292.50	1,262,641.65	1.13	396.57	3,125.00
TOTAL		9,732,336.61	4,820,374.75	6,001,759.09	4.41	1,542.52	

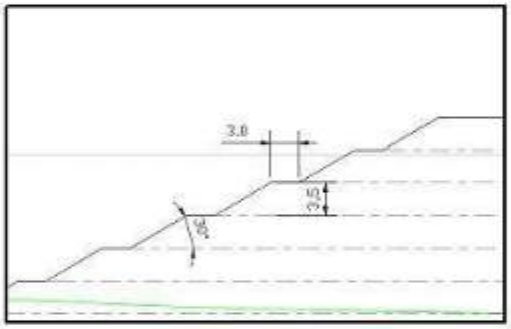
CONCEPTOS	DENSIDAD	TONELADAS	JAL m³	CORTE m³	TIEMPO AÑOS	TON DIARIO
PRESA EXISTENTI	2.019	733,159.01	363,129.77	-	0.33	3,125.00

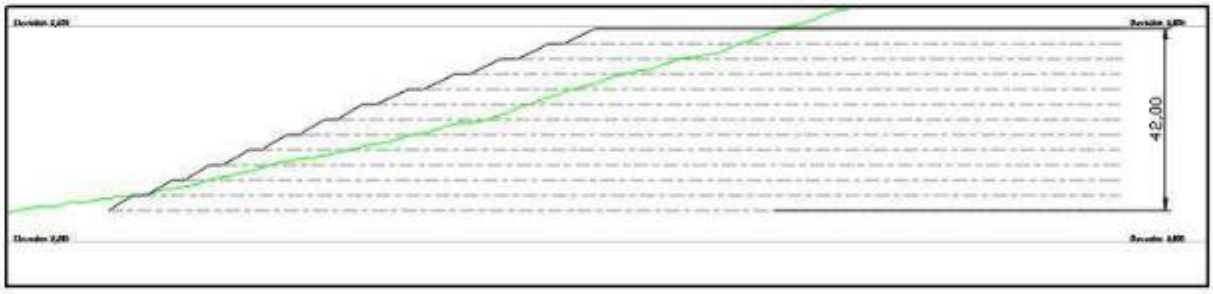




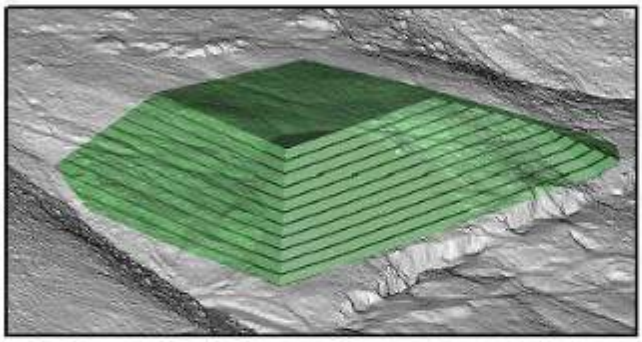
CONCEPTOS	DENSIDAD	TONELADAS	JAL m³	CORTE m³	TIEMPO AÑOS	TON DIARIO
PRESA JALES 1	2.019	3,364,068.75	1,666,205.43	2,297,566.08	1.52	3,125.00

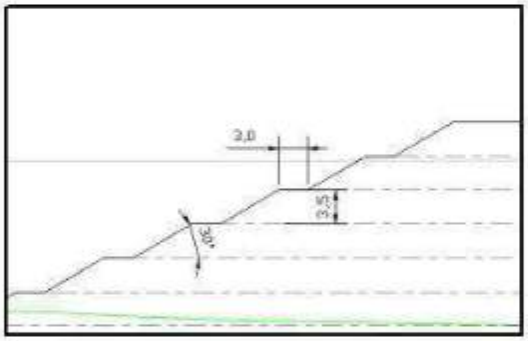


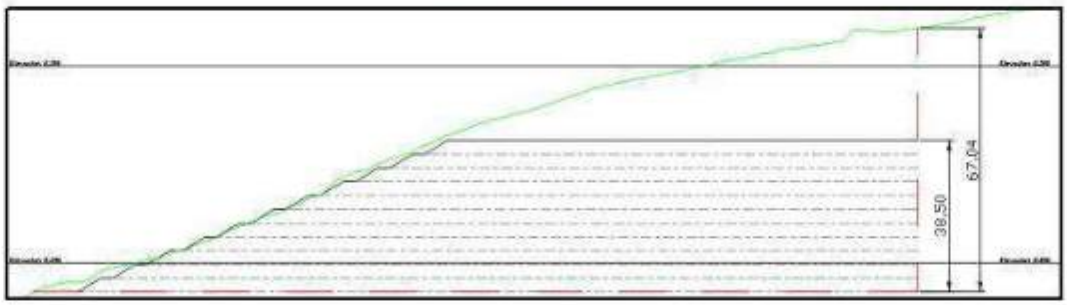




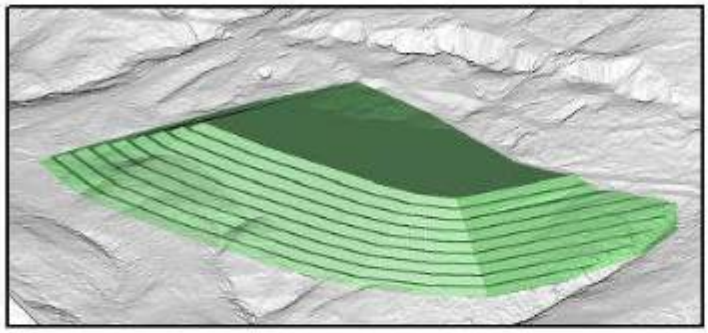
CONCEPTOS	DENSIDAD	TONELADAS	JAL m³	CORTE m³	TIEMPO AÑOS	TON DIARIO
PRESA JALES 2	2.019	3,132,977.30	1,551,747.06	2,441,551.35	1.42	3,125.00

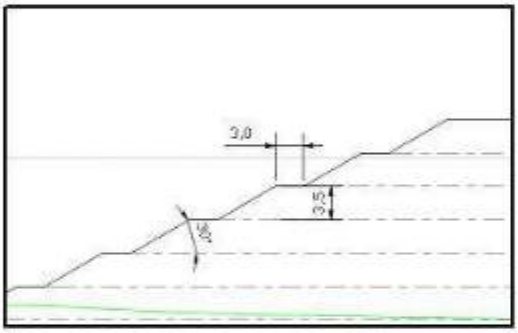


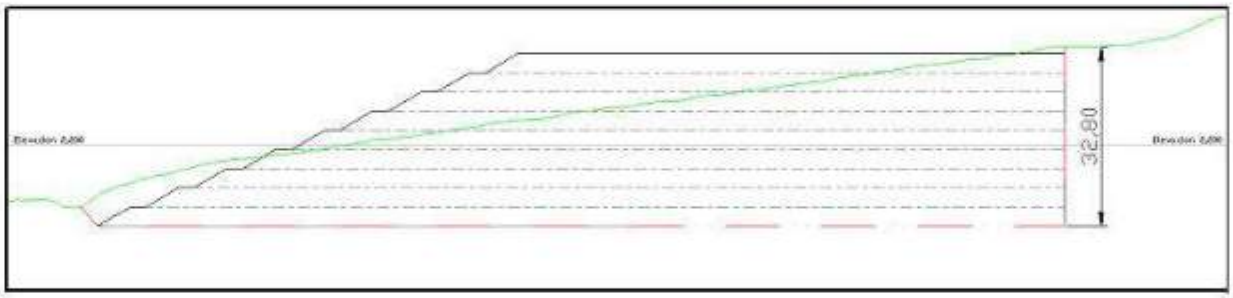




CONCEPTOS	DENSIDAD	TONELADAS	JAL m³	CORTE m³	TIEMPO AÑOS	TON DIARIO
PRESA JALES 3	2.019	2,502,131.55	1,239,292.50	1,262,641.65	1.13	3,125.00







III.2.4. Descripción de obras y actividades asociadas o provisionales del proyecto.

A continuación, se describen las obras asociadas al proyecto.

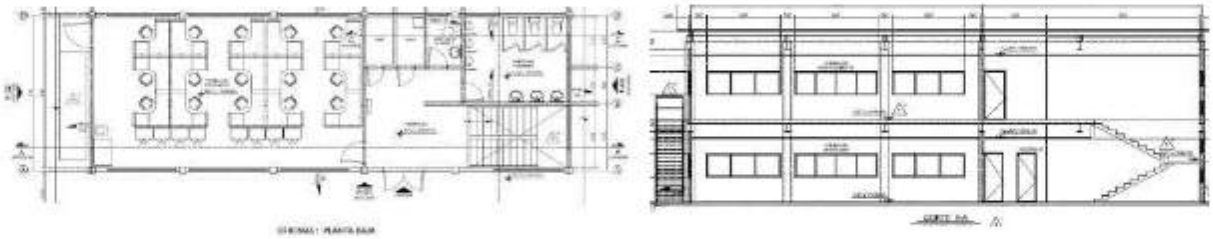
Edificios y servicios

Oficina de operación, planeación y mantenimiento

Se trata de una construcción de 2 niveles contando con espacios para escritorios, sala de juntas y baños para hombre y mujer. Su cimentación con zapatas de concreto ligado con contratrabes de concreto armado con resistencia f'c=250 kg/cm² y acero de refuerzo fy=4200 kg/cm², losas de piso con dentellones para desplante de muros de block desligados de estructura confinados con dalas y castillos. Losa de entrepiso con sistema losacero y

cubierta ligera con trabes y perfiles tubulares tipo monten con lamina acanalada pintro. Estructura de soporte principal y escaleras de acceso serán construidos con perfiles laminados y/o armados con acero estructural ASTM A36/A572/A500, aplicación de soldadura según la AWS y tornillería según planos del proyecto. Toda la estructura tendrá un recubrimiento de primer anticorrosivo y pintura de acabado. En lo que refiere a acabados, los muros tendrán repellado acabado fino con aplicación de pintura vinílica en interior y exteriores, los pisos serán de loseta de cerámica en área de oficinas y azulejo en baños, puertas y ventanas de aluminio, muebles de baño línea económica.

Figura 38. Planta y sección para el sistema servicios.



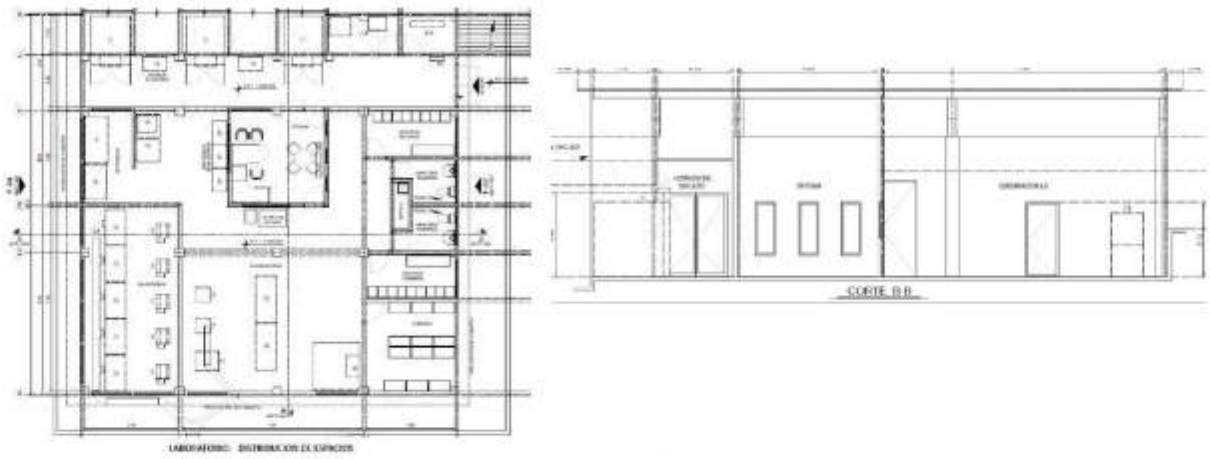
Fuente: Ocampo Mining.

Laboratorio

El proyecto considera un laboratorio con una superficie de 260 m^2, que incluye áreas de muestras, horno de secado, filtración, pulverizado, quebradora, almacén, oficina y baños para hombre y mujer. Se trata de una estructura principal con marcos de concreto armado con resistencia f'c=250 kg/cm^2 y acero de refuerzo fy=4200 kg/cm^2, muros de block y cubierta ligera de lámina acanalada pintro. Su cimentación a base de zapatas de concreto armado ligado con contratrabes, losa de piso con dentellones para desplante de muros confinados con dalas y castillos. La estructura para emplear en la cubierta es de acero estructural ASTM A36/A572/A500 según planos del proyecto. Toda la estructura tendrá un recubrimiento de primer anticorrosivo y pintura de acabado.

En lo que refiere a acabados, los muros tendrán repellado acabado fino con aplicación de pintura vinílica en interior y exteriores, los pisos serán de loseta de cerámica en área de oficinas y azulejo en baños, puertas y ventanas de aluminio, muebles de baño línea económica.

Figura 39. Planta y sección para el laboratorio.

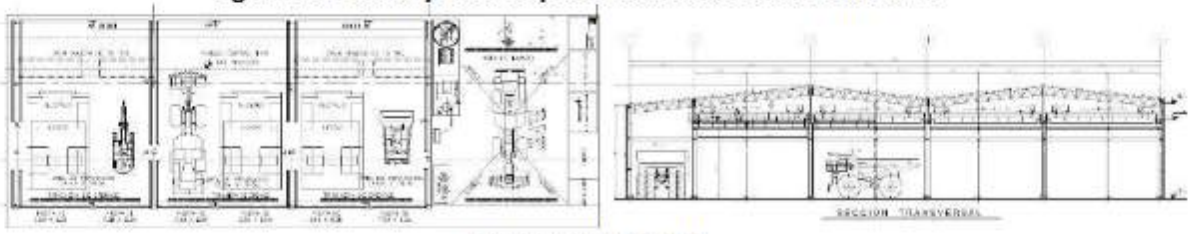


Fuente: Ocampo Mining.

Taller de mantenimiento

Este inmueble consiste en una nave con cuatro bahías en la que se realizaran actividades de diagnóstico, reparación, servicio y lavado, la nave contará también con una grúa viajera con capacidad de 10 toneladas y servicios de aire. La cimentación de la nave estará resuelta con zapatas aisladas ligadas con contratrabes de concreto armado con resistencia f'c=250 kg/cm^2 y acero de refuerzo fy=4200 kg/cm^2. El piso será de concreto armado con malla electrosoldada con pendiente hacia las trincheras colectoras hasta llegar a la fosa de captación. La estructura principal de la nave, estructura de fachadas, techo, plataformas de operación, pasillos y escaleras de acceso serán construidos con perfiles laminados y/o armados con acero estructural ASTM A36/A572/A500 de acuerdo con los planos del proyecto. Toda la estructura tendrá un recubrimiento de primer anticorrosivo y pintura de acabado. La techumbre y fachadas serán cubiertas con lámina acanalada pintro intercalada con lamina translúcida.

Figura 40. Planta y sección para el taller de mantenimiento.



Fuente: Ocampo Mining.

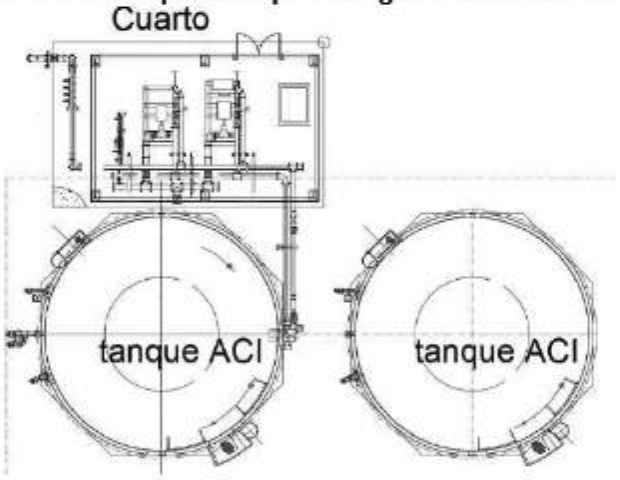
Tanques de agua fresca y recuperada

El proyecto considera dos tanques de agua de 1000 m^3 delimitado por un dique perimetral. La cimentación es una base de concreto armado con resistencia f'c=250 kg/cm^2 y acero de refuerzo fy=4200 kg/cm^2. El piso tendrá pendiente hacia cárcamo de desagüe será de concreto armado y sobre este se desplanta el dique perimetral de contención.

Tanques de agua contraincendio y sistema de bombeo

El proyecto considera dos tanques de agua de 1,000 m^3, un cuarto de control y un sistema de bombeo. La cimentación del tanque es una base de concreto armado con resistencia f'c=250 kg/cm^2 y acero de refuerzo fy=4200 kg/cm^2. El piso tendrá pendiente hacia un cárcamo de desagüe será de concreto armado y sobre este desplantará el dique perimetral de contención. El cuarto de control es de estructura ligera que se desplanta sobre una losa de cimentación, las bases de las bombas se encuentran dentro del cuarto desligadas de la losa mediante juntas de aislamiento. La estructura principal del cuarto, las fachadas y soportes de tuberías serán construidos con perfiles laminados con acero estructural ASTM A36/A572/A500. Toda la estructura tendrá un recubrimiento de primer anticorrosivo y pintura de acabado.

Figura 41. Planta para tanques de agua contra incendio.

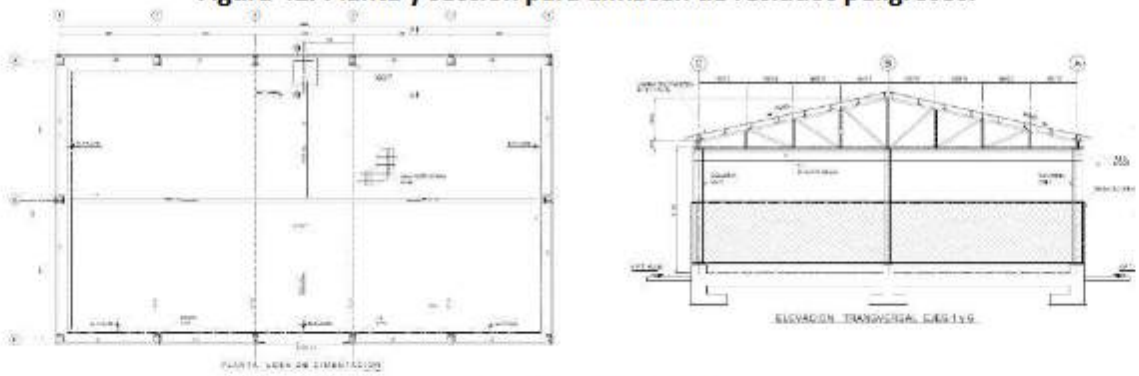


Fuente: Ocampo Mining.

Almacén de residuos peligrosos

Un almacén está considerado, con techumbre ligera y muros de malla ciclónica. El almacén está cimentado sobre zapatas ligadas con contratrabes de concreto armado con resistencia f'c=250 kg/cm^2 y acero de refuerzo fy=4200 kg/cm^2, los muros son de malla ciclónica, pisos con pendiente a trincheras con descarga hacia fosa de captación. La estructura de techumbre será construida con perfiles laminados de acero estructural ASTM A36/A572/A500, aplicación de soldadura según la AWS y tornillería según planos del proyecto. Toda la estructura tendrá un recubrimiento de primer anticorrosivo y pintura de acabado.

Figura 42. Planta y sección para almacén de residuos peligrosos.

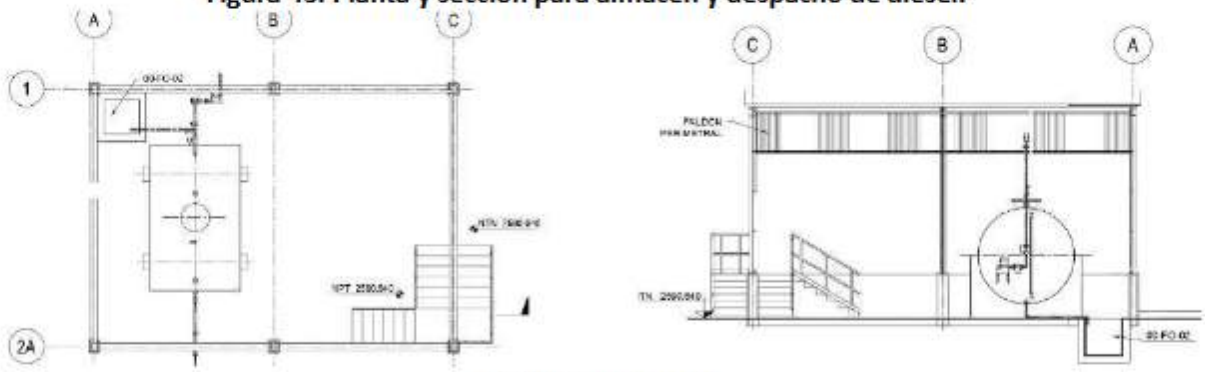


Fuente: Ocampo Mining.

Almacén y despacho de diésel

Este inmueble consta de un espacio techado que alojará un tanque de almacenamiento, con fosa de derrames. delimitado por un dique de contención. La cimentación del tanque es una base de concreto armado con resistencia f'c=250 kg/cm² y acero de refuerzo fy=4200 kg/cm² desligado de la losa de cimentación, en el contorno de la losa se desplanta el dique perimetral de contención. La estructura que soporta el techo, los elementos secundarios y conexiones serán construidos con perfiles laminados de acero estructural ASTM A36/A572/A500 con aplicación de soldadura según la AWS y tornillería según planos del proyecto. Toda la estructura tendrá un recubrimiento de primer anticorrosivo y pintura de acabado. La techumbre y fachadas serán cubiertas con lámina acanalada pintro intercalada con lamina translúcida.

Figura 43. Planta y sección para almacén y despacho de diésel.



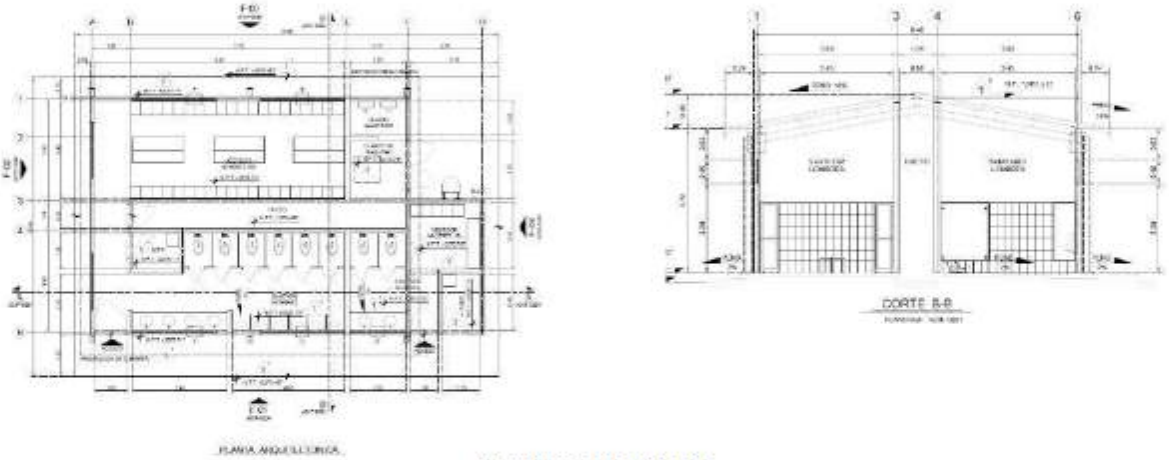
Fuente: Ocampo Mining.

Cuarto de cambio

El proyecto considera un laboratorio con una superficie de 260 m², que incluye áreas de muestras, horno de secado, filtración, pulverizado, quebradora, almacén, oficina y baños para hombre y mujer. Se trata de una estructura principal con marcos de concreto armado f'c=250 kg/cm² y acero de refuerzo fy=4200 kg/cm², muros de block y cubierta ligera de lámina acanalada pintro. Su cimentación a base de zapatas de concreto armado ligado con

contratrabes, losa de piso con dentellones para desplante de muros confinados con dalas y castillos. La estructura por emplear en la cubierta es de acero estructural ASTM A36/A572/A500 según planos del proyecto. Toda la estructura tendrá un recubrimiento de primer anticorrosivo y pintura de acabado. En lo que refiere a acabados, los muros tendrán repellado acabado fino con aplicación de pintura vinílica en interior y exteriores, los pisos serán de loseta de cerámica en área de oficinas y azulejo en baños, puertas y ventanas de aluminio, muebles de baño línea económica.

Figura 44. Planta y sección para cuarto de cambios.

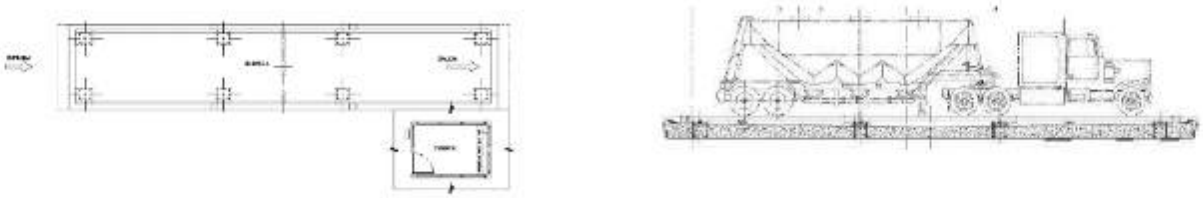


Fuente: Ocampo Mining.

Caseta y báscula

La instalación de una báscula está proyectada con capacidad de 60 toneladas en el acceso de la unidad y su caseta de control. La cimentación es una losa de armada con una resistencia f´c=250 kg/cm² y acero de refuerzo fy=4200 kg/cm², sobre esta e instalará la estructura de rodamiento y la instrumentación de pesaje. La estructura soporte será construidos con perfiles laminados y/o armados con acero estructural ASTM A36/A572-50. Toda la estructura tendrá un recubrimiento de primer anticorrosivo y pintura de acabado. La caseta será prefabricada de multipanel y será instalada sobre un firme de concreto armado con malla electrosoldada 6x6-6/6.

Figura 45. Planta y sección para caseta y báscula.

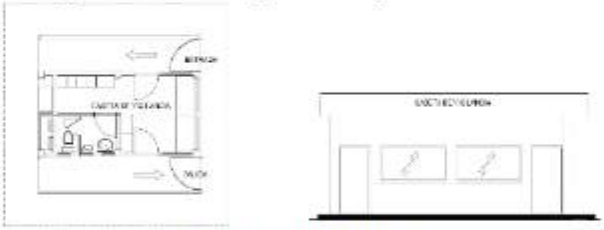


Fuente: Ocampo Mining.

Caseta de vigilancia y acceso

El proyecto considera una caseta de acceso salida principal de forma controlada tanto de personal como vehicular. El cuarto será de muros de block acabado fino confinado con dalas y castillos, losa de azotea de concreto, todo desplantado sobre una losa de cimentación de concreto armado. Puertas exteriores de herrería, puertas interiores de aluminio y ventanas de herrería. El control de acceso vehicular y salida será mediante pluma de herrería. Toda la estructura tendrá un recubrimiento de primer anticorrosivo y pintura de acabado.

Figura 46. Planta y sección para caseta.

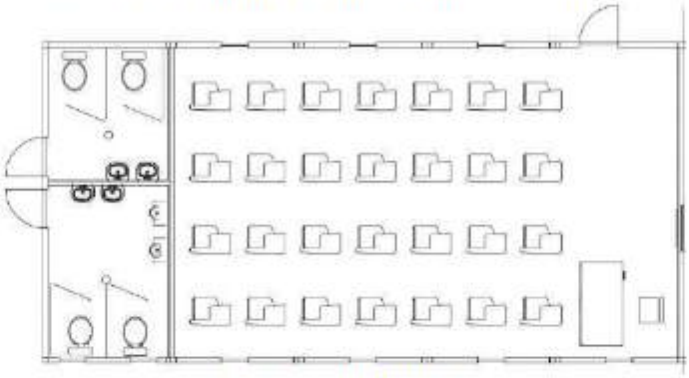


Fuente: Ocampo Mining.

Sala de capacitación

El proyecto ha considerado un módulo con capacidad para atender a 28 personas de forma simultánea, contando con baños para hombre-mujer. Este módulo será de tipo prefabricado con estructura, muros y techos de multipanel de 2" de espesor. El sitio será preparado con una plataforma nivelada y firme de concreto con una resistencia f´c=200 kg/cm^2 armado con malla electrosoldada 6x6-6/6 para el desplante de muros y estructura. La estructura soporte será construida con perfiles laminados de acero estructural ASTM A36 y A500. Toda la estructura tendrá un recubrimiento de primer anticorrosivo y pintura de acabado

Figura 47. Planta para sala de capacitación.

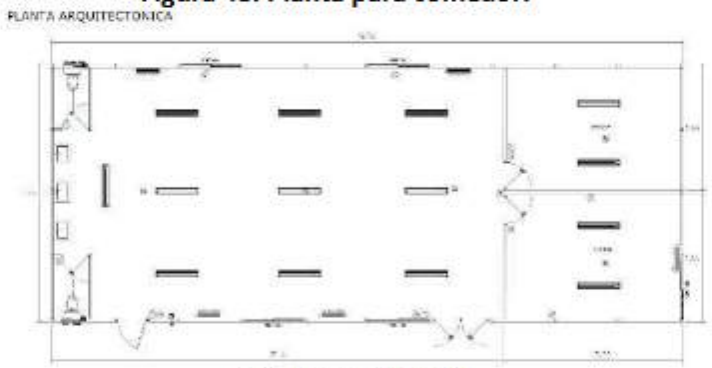


Fuente: Ocampo Mining.

Comedor de planta

Un módulo comedor será instalado con capacidad para atender a 60 personas de forma simultánea, contando con un área de cocina y baños para hombre-mujer. Este módulo será de tipo prefabricado con estructura, muros y techos de multipanel de 2" de espesor. El sitio será preparado con una plataforma nivelada y firme de concreto con una resistencia f´c=200 kg/cm^2 armado con malla electrosoldada 6x6-6/6 para el desplante de muros y estructura. La estructura soporte será construida con perfiles laminados de acero estructural ASTM A36 y A500. Toda la estructura tendrá un recubrimiento de primer anticorrosivo y pintura de acabado.

Figura 48. Planta para comedor.



Fuente: Ocampo Mining.

Almacén general

El proyecto considera un almacén instalado en una superficie de 3,000 m^2 formado por dos partes. Una parte que estará dentro de una edificación que deberá contener piezas y componentes menores y otra que estará en patio exterior para almacenar piezas y componentes mayores. Todo estará delimitado por una cerca perimetral de malla ciclónica con acceso vehicular. El almacén será de muros de block confinado con dalas y castillos y desplantado sobre una cimentación a base de zapatas ligadas con contratrabes de concreto

armada con una resistencia f´c=250 kg/cm² y acero de refuerzo fy=4200 kg/cm², el piso será de un firme de concreto armado con malla 6x6-6/6 y la techumbre será de lámina pintro acanalada combinada con lámina translúcida. La estructura que soportará el techo es a base de armaduras que serán construidos con perfiles laminados y/o armados con acero estructural ASTM A36/A572/A500. Toda la estructura tendrá un recubrimiento de primer anticorrosivo y pintura de acabado.

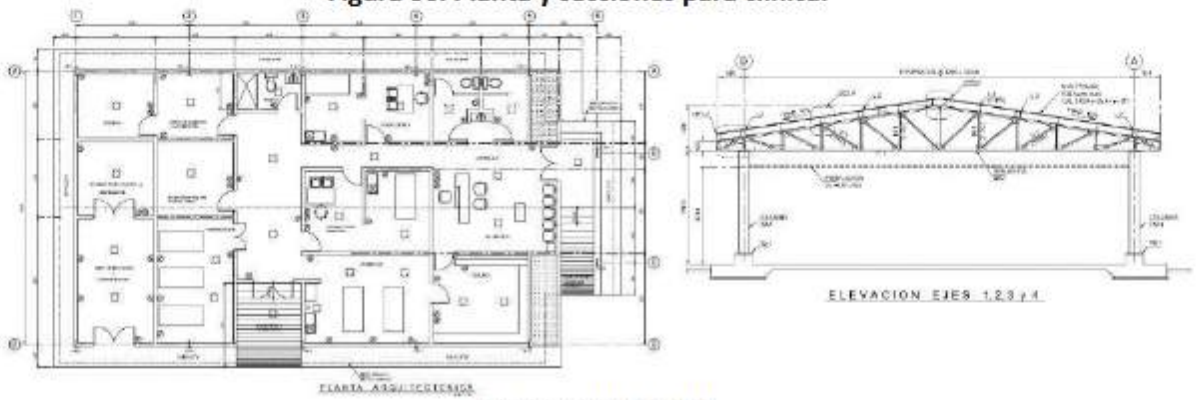
Figura 49. Planta y secciones para el almacén general.

Fuente: Ocampo Mining.

Clínica

El proyecto considera una unidad de un nivel con 300 m² de superficie, incluyendo: recepción, dos consultorios, farmacia, urgencias, acceso para ambulancia, área de paramédicos, bodega, baños, patio de servicio y lavandería. La cimentación está resuelta con zapatas aisladas ligadas con contratrabes de concreto armado f´c=250 kg/cm² y acero de refuerzo fy=4200 kg/cm², losa de piso con preparación para desplante de muros y estructura principal para soporte de techumbre. Los muros y techos serán de multipanel de 2" de espesor, puertas metálicas de lámina lisa, ventanas y canceles de aluminio. La estructura será construida con acero estructural ASTM A36/A572/A500. Toda la estructura tendrá un recubrimiento de primer anticorrosivo y pintura de acabado.

Figura 50. Planta y secciones para clínica.

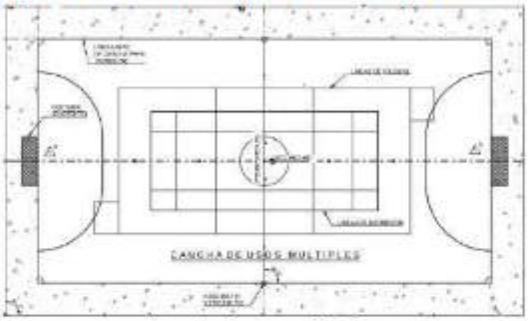


Fuente: Ocampo Mining.

Zona deportiva

El proyecto considera una cancha de usos múltiples marcando líneas deportivas para diferentes deportes. Una losa de concreto f´c=200 kg/cm² será construida con 12 cm de espesor armado con malla 6x6-6/6 cubriendo una superficie de 608 m² con una pendiente mínima del centro hacia los lados.

Figura 51. Secciones para zona deportiva.



Fuente: Ocampo Mining.

Campamento de personal

El proyecto considera la instalación de 40 remolques tipo dormitorio con 4 compartimientos cada uno, el área estará delimitada por una cerca perimetral y puertas de acceso vehicular y peatonal. La preparación del sitio incluirá conformación de terracerías, colocando red de canalizaciones eléctricas, drenaje sanitario y agua, andadores para acceso vehicular y pasillos peatoneladasales con firmes de concreto f´c=200 kg/cm² armado con malla 6x6-6/6. El agua para los servicios será suministrada de los tanques y distribuido por medio de tinacos a cada uno de los remolques. Las aguas negras serán descargadas en la planta de tratamiento.

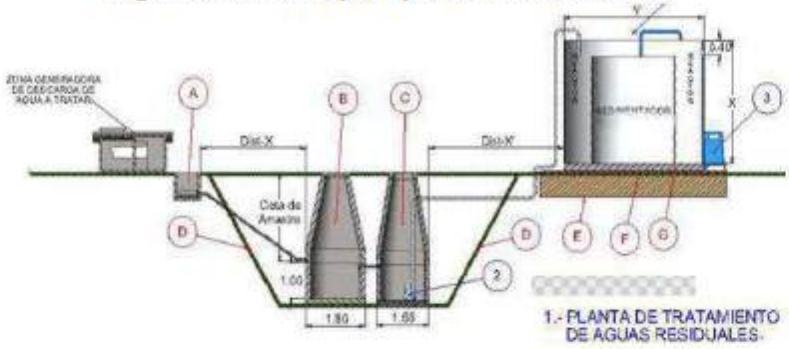
Figura 52. Planta y sección para zona de campamento.

Fuente: Ocampo Mining.

Planta de tratamiento

Una planta para tratamiento de aguas negras tipo paquete será instalada con capacidad para tratar un gasto de 2.5 lps, equivalente a descarga de 1080 personas.

Figura 53. Sección para planta de tratamiento.



Fuente: Ocampo Mining.

SUMINISTRO ELÉCTRICO

Subestación eléctrica principal

La ubicación de la subestación eléctrica de potencia será dentro de las instalaciones del proyecto de Guanaceví 2,500 tpd, en municipio Guanaceví, Durango. Esta dará servicio a los equipos e instalaciones que conforman el proyecto Guanaceví 2,500 tpd.

Figura 54. Imagen mostrando ubicación de subestación eléctrica principal.

Fuente: Ocampo Mining.

Estación.	Vértice.	Coordenadas UTM DATUM WGS 84	
		X	Y
6	1	403,054.1669	2,868,641.7220
1	2	403,075.3446	2,868,669.1682
2	3	403,081.2025	2,868,664.6483
3	4	403,083.9515	2,868,668.2110
4	5	403,109.0892	2,868,648.8146
5	6	403,085.1625	2,868,617.8056
Area de Subestacion eléctrica principal			**1500.08 m²**

Fuente: Ocampo Mining.

Potencia

La potencia de operación de la subestación eléctrica principal será de 12 MW, con opción de incremento a futuro, sin necesidad de incrementar el área inicialmente considerada.

Construcción

Área

El área considerada es de 39 por 39 metros para la construcción de la subestación eléctrica principal que dará servicio a los equipos de Guanaceví 2,500 tpd. Esta área estará delimitada por malla ciclónica para evitar acceso solo a personal calificado para realizar trabajos y maniobras dentro de la instalación.

Bahía en alta tensión

Inicialmente, una bahía es considerada para recepción de la línea de suministro eléctrico, con área para los equipos de medición y protección, incluyendo Chuchillas desconectadores de operación sin carga de operación en grupo, apartarrayos tipo estación, transformadores de corriente, transformadores de potencial, interruptor principal y, soportes estructurales a base de celosía.

Área de transformador

Zona de transformadores incluirá un área para la instalación del transformador de potencia, el cual reducirá el voltaje de suministro de 115 kV a voltaje en media tensión (4.16 kV) para la distribución de la energía a las diferentes áreas de la mina. Las cimentaciones para este quipo serán con concreto armado con una resistencia mínima de f´c de 250 kg/cm2, con un sardinel o cárcamo recolector de aceite canalizado a una fosa de contención de aceite. La fosa debe tener capacidad para almacenar el total del aceite del transformador, pero debe construirse a base de concreto armado con una resistencia de f´c de 250 kg/cm2.

Área de interruptores de potencia

Área destinada para la instalación de los interruptores de potencia trifásicos de tanque muerto, los que se encargan de la conexión y protección de los equipos principales y de la línea de suministro eléctrico. La cimentación para este quipo será con concreto armado con una resistencia mínima de f´c de 250 kg/cm2, con un ducto con tubería Conduit encofrado

con concreto con una resistencia de f´c de 200 kg/cm2 para canalizar el sistema de control de este equipo.

Cuarto de tableros

La construcción de un cuarto especial para el tablero de media tensión está considerada, con la finalidad de la distribuir de energía en media tensión a las áreas operativas que conforman la planta de Guanaceví 2,500 tpd. Este cuarto contará con sistema de aire acondicionado, iluminación, iluminación de emergencia, sistema de tierras físicas, así como acceso tanto al personal como acceso a los equipos. La cimentación para este cuarto será con concreto armado con una resistencia mínima de f´c de 250 kg/cm2, las paredes se construyen con block, reforzados con castillos de concreto y losa de techo de concreto armado, con ventanas superiores.

Trinchera para charolas y cables

Una trinchera será construida debajo del cuarto de tableros para la instalación de las charolas y cables de energía en media tensión que darán servicio a las diferentes áreas de la mina. El acceso a esta trinchera queda dentro del propio cuarto de tableros. La construcción de la trinchera es con concreto armado, dejando huecos para recibir los ductos enterrados y realizar la entrada y salida de cables. Una vez instalados los cables de energía, las canalizaciones serán selladas, evitando la entrada de elementos al interior de la trinchera y del cuarto de tableros.

Cuarto de baterías

Un cuarto designado para la instalación del banco de baterías debe de contar con sistema de iluminación a prueba de explosión (áreas clasificadas), extractor de aire, sistema de detección, el paquete de baterías debe de ser instalado sobre rack estructural y conexión a tierra física. La cimentación para este cuarto será con concreto armado con una resistencia mínima de f´c de 250 kg/cm2, las paredes serán construidas con block, reforzados con castillos de concreto y losa de techo de concreto armado.

Cuarto de equipo de facturación

En caso de ser necesario deberá construirse un cuarto especialmente para alojar los equipos de medición de facturación del consumo eléctrico. Este cuarto debe de contar con aire acondicionado e iluminación. La cimentación para este cuarto será con concreto armado con una resistencia mínima de f´c de 250 kg/cm2. Las paredes deben ser construidas de block, reforzados con castillos de concreto y losa de techo de concreto armado.

Acabado

El acabado del piso en la mayor parte de la subestación será a base de grava para ayudar en el drenaje del agua pluvial. Las cimentaciones de los equipos deberán de quedar por arriba del nivel de piso terminado.

Servicios

Sistema de fuerza

Toda la distribución de sistemas de fuerza debe de considerarse subterráneos, construidos por ductos a base de tubería corrugada de polietileno de alta densidad HDPE, encofrada con concreto de f´c 200 kg/cm2. Registros eléctricos prefabricados a base de concreto de una sola pieza, con tapas bajo norma CFE, todos los ductos que conecten con registros eléctricos deben de tener acabado fino y hermético. Cable de energía será de tipo monopolar con aislamiento adecuado para el tipo de tensión y servicio. Todos los ductos, una vez instalado el cable deberán de ser sellados en los extremos para evitar la entrada de objetos al interior. Las terminales de cables de energía deberán de ser acorde al tipo de conductor y al sitio de instalación.

Sistema de control

Todo el sistema de control será canalizado de manera independiente al sistema de fuerza, será por medio de ductos enterrados construidos a base de tubería corrugada de polietileno de alta densidad HDPE, encofrada en concreto de f´c de 200 kg/cm2. Registros eléctricos para baja tensión con tapa de las dimensiones requeridas, para la interconexión de los ductos, para áreas visibles o exteriores deberá de ser con tubería conduit de acero galvanizada en caliente, todos los accesorios de unión entre tuberías deberán de ser tipo industrial. El cable de control debe de ser tipo flexible de acuerdo con las características que indique el fabricante de los equipos principales a controlar.

Sistema de iluminación

La subestación contará con un sistema de iluminación el cual está en cumplimiento con la normatividad vigente aplicable, la iluminación será en todas las áreas de la subestación, tanto en exterior como en interior del cuarto. Preferentemente, luminarios con tecnología LED serán utilizadas, para el sistema de alumbrado, usando postes de altura adecuada para proporcionar niveles de iluminación óptimos de acuerdo con el área a iluminar.

Sistema de protección contra descargas atmosféricas

Un sistema de protección contra descargas atmosféricas será instalado, garantizando la protección a los equipos, instalaciones y personal operativo en la subestación eléctrica. Puntas aéreas serán colocadas en las partes más elevadas de las estructuras, conectados con cable tipo hilo de guarda e interconectados con los registros de tierras pertenecientes al sistema de pararrayos. Los registros serán construidos a base de tubo de concreto tipo albañal, varillas de tierras (electrodos) de acero con recubrimiento de cobre, intensificador de sistema de tierras tipo GEM, conectores mecánicos y conexiones exotérmicas.

Sistema de tierras físicas

El sistema de tierras físicas será instalado en toda el área de la subestación eléctrica, esto conforme a las memorias de cálculo correspondiente. La red principal del sistema de tierras será preferentemente con cable de cobre suave desnudo, incluido registros de sistema de tierras para interconexión y para toma de mediciones periódicas. Los registros serán

construidos a base de tubo de concreto tipo albañal, varillas de tierras (electrodos) de acero con recubrimiento de cobre, intensificador de sistema de tierras tipo GEM, conectores mecánicos y conexiones exotérmicas. Las tapas de los registros serán identificadas con señalamiento de sistema de tierras.

Sistemas de seguridad

Se instalarán sistemas de detección y alarma en el cuarto de tableros y en el cuarto de baterías, señalización y la instalación de equipos contra incendios serán distribuidos en todas las áreas de acuerdo con la normatividad vigente y al tipo de instalación.

Área de mantenimiento

En el arreglo de la subestación considera un área para el mantenimiento y maniobras operacionales, esta área deberá estar libre y contar con acceso libre de vehículos con canastillas tipo articuladas para uso en trabajos específicos.

Línea eléctrica principal 115 kV

La ubicación de la línea aérea en alta tensión es desde la subestación eléctrica de Guanaceví de CFE localizada en el municipio de Guanaceví, Durango. Para el inicio de la línea aérea será habilitada un área para la interconexión a la red de transmisión Nacional. RTN. Las coordenadas preliminares para el punto de inicio de la línea aérea son: 406850.8319 E, 2867720.08 N. Mientras que las coordenadas preliminares para el punto de remate de la línea aérea son: 403091.4767 E, 2868660.5098 N. La línea tendrá una longitud total aproximada de 5.6 km. En la imagen será indicada la trayectoria de la línea aérea en alta tensión, esta línea será instalada por la zona de Guanaceví.

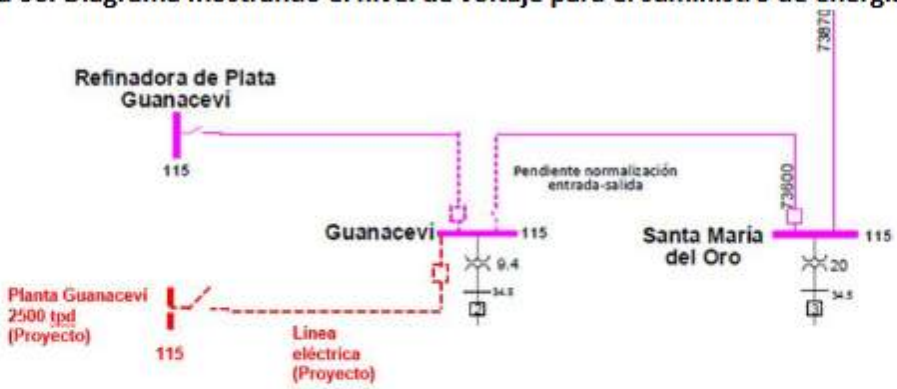
Figura 55. Imagen mostrando trayectoria de línea eléctrica de alta tensión.

Fuente: Ocampo Mining.

Nivel de voltaje

El nivel de voltaje considerado para el suministro eléctrico a la planta Guanaceví es en 115,000 volts. La conexión con la subestación Guanaceví de CFE está considera, por medio de un cuadro de maniobra para dicha conexión. Este cuadro de maniobra será construido bajo los lineamientos y resoluciones de CENACE, CFE y CRE.

Figura 56. Diagrama mostrando el nivel de voltaje para el suministro de energía.



Fuente: Ocampo Mining.

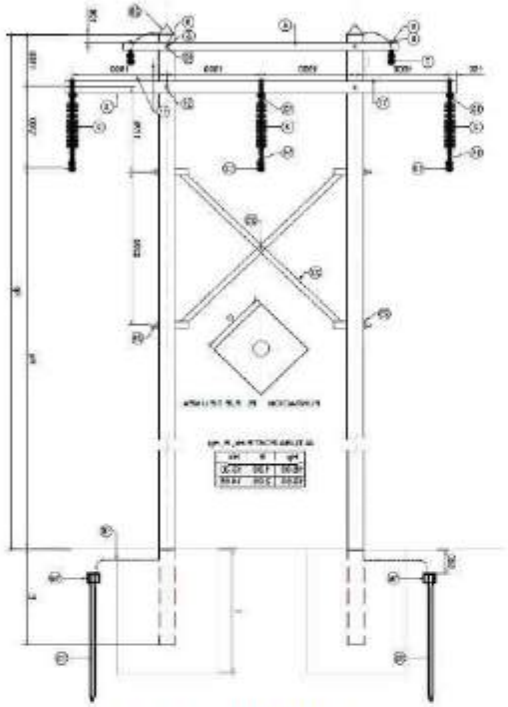
Construcción

Línea eléctrica

La construcción de la línea aérea en alta tensión será por medio de estructuras tipo "H" para soportes de los cables, donde los herrajes y aislamientos bene ser acorde al nivel de voltaje a utilizar. Los pozos para la instalación de los postes serán, utilizando herramienta manual o neumática en algunos casos. La profundidad del pozo es de 1.7 metros aproximadamente. Por medio de grúas hidráulicas articuladas, los postes serán colocados, alineándose de manera opcional y utilizando soportes tipo tripié para el izaje de los postes cuando la topografía del terreno impide el uso de vehículos. En el caso de esta línea será utilizada dos postes por cada estructura, instalando los herrajes de soporte y de venteo con la finalidad de dar firmeza a la estructura. Los aisladores serán colocados adecuados para el voltaje de 115 kV, dejando preparadas poleas para ayudar al tendido del cable de aluminio posteriormente. Una vez teniendo un cierto número de estructuras instaladas, utilizando porta carretes móviles, iniciara el tendido del cable, utilizando las poleas previamente preparadas en los aisladores de las estructuras y jalando el cable de aluminio con cuerdas, tensionado el cable, retirando las poleas y fijando el cable en cada uno de los aisladores. El mismo procedimiento será para la instalación de los hilos de guarda, con la diferencia que estos se colocan en la parte más alta de las estructuras. La línea será construida para un circuito trifásico utilizando cable de aluminio reforzado con alma de acero tipo ACSR. Dos hilos de guarda para la protección de las descargas atmosféricas utilizando cable de aluminio reforzado con alma de acero tipo ACSR. De manera alternada, las estructuras cuentan con conexión a tierras, conectándose conforme vayan instalando las estructuras. Antes de la

energización de la línea deben ejecutarse inspecciones físicas para corroborar la integridad de la instalación, evitando fallas al energizar y poner en riesgo a personal y equipos.

Figura 57. Diagrama de instalación de línea aérea en alta tensión.



Fuente: Ocampo Mining.

Punto de remate

En el punto final de la línea está considerada la construcción de subestación eléctrica principal de planta de Guanaceví 2,500 tpd, la cual transformara el voltaje de suministro, 115 kV a valores de voltaje acordes a los equipos a instalar. Esta subestación será construida dentro del polígono de Planta Guanaceví.

Accesos constructivos

En la mayor parte de la trayectoria de la línea de suministro eléctrico existen caminos y brechas que se utilizarán para el acceso de materiales a la zona de instalación. En caso de ser necesario se rehabilitarán estos caminos y brechas sin causar danos a la flora existen. En la siguiente Figura están indicados los caminos y brechas posiblemente a rehabilitar respetando los límites actuales y la flora local. La longitud de estos caminos es de un total de 820 metros aproximadamente.

Figura 58. Imagen mostrando trayectoria de línea eléctrica de alta tensión, así como caminos y brechas a rehabilitar.

Fuente: Ocampo Mining.

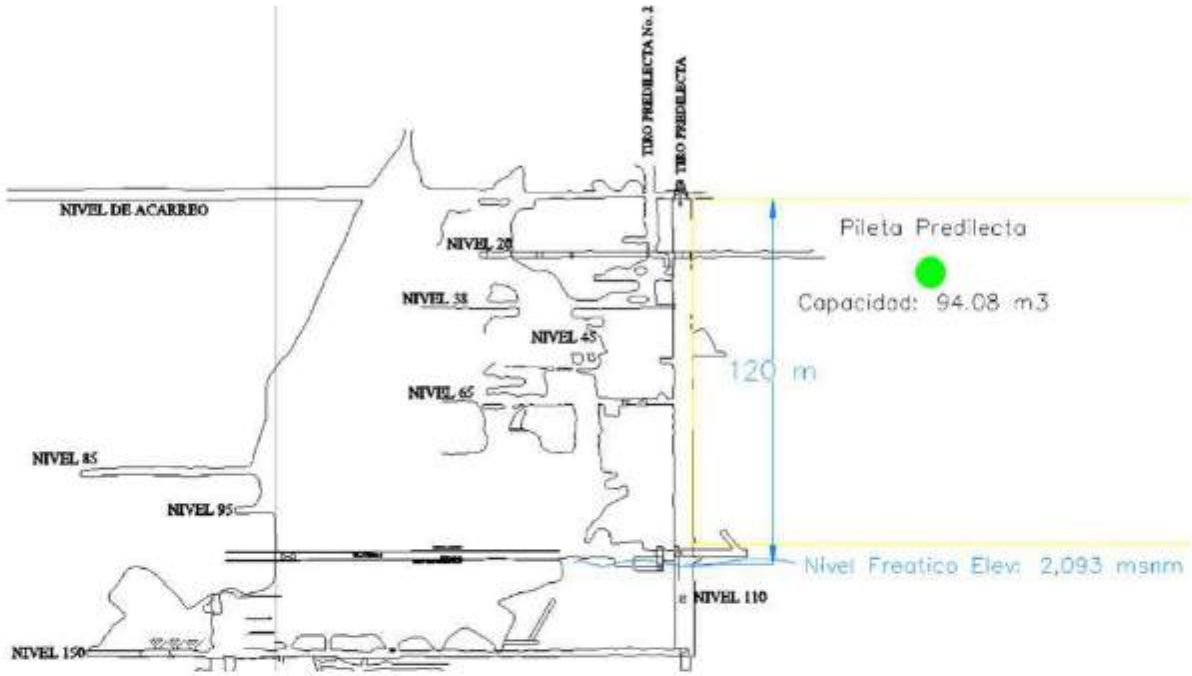
SUMINISTRO DE AGUA

A continuación, se indica de manera conceptual la construcción de las instalaciones de suministro de agua de laboreo.

Ubicación

La ubicación del sistema de bombeo se encontrará en la mina "La Predilecta" donde físicamente se encuentra un tiro de mina, el cual será utilizado para la extracción del agua mediante la instalación del sistema de bombeo y tuberías, el agua extraída se descargará en la pileta existente con dimensiones de 5.6 mLx 5.6 mA x 3.5 mh aproximadamente, ubicada a un costado del tiro, dicha pileta tiene la capacidad de almacenar 94.08 m3. De esta pileta se instalará un sistema de rebombeo con la capacidad suficiente para cubrir el gasto (flujo) y la potencia requerida para enviar el flujo hacia la pileta existente y/o los tanques de almacenamiento de agua proyectado s en la planta de procesamiento.

Figura 59. Nivel freático y las elevaciones en el tiro de mina Predilecta.

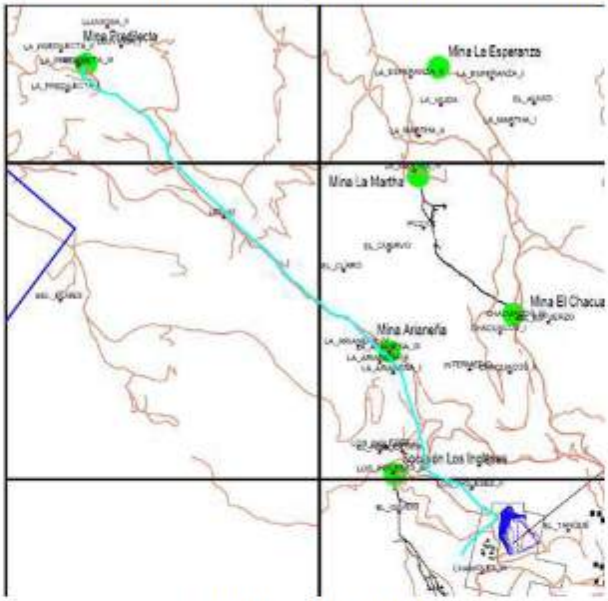


Fuente: Ocampo Mining.

Trayectoria

Se considera la trayectoria propuesta por departamento civil, donde el punto de inicio es la mina "La Predilecta" hasta la llegada a la planta de procesamiento. El emplazamiento de infraestructura de ser posible, se realizará sobre el derecho de vía de caminos ya construidos, con la finalidad de evitar la fragmentación de los ecosistemas presentes en el área y el cambio de uso de zonas agrícolas. Cabe mencionar que en la trayectoria ya existe una línea de agua ajena al proyecto y de la cual se desconoce al propietario. La línea tendrá una longitud total aproximada de 4.4 Km.

Figura 60. Trayectoria de la tubería de HDPE (línea color cyan).



Fuente: Ocampo Mining.

Construcción

Sistema de bombeo.

El sistema de bombeo considerado en el tiro de mina será los siguiente:

- Estructuras
- Equipo de bombeo y rebombeo
- Sistema eléctrico.
- Tuberías, válvulas y accesorios.

Estructuras

Las estructuras, que sirven de apoyo para la instalación del equipo de bombeo .

Equipo de bombeo

Equipos que permitirán la extracción del agua y a su vez el rebombeo hacia la planta de procesamiento.

Sistema eléctrico

Equipos que permiten la conexión, desconexión y protección de un circuito eléctrico en baja tensión para el sistema de bombeo y rebombeo.

Tuberías, válvulas y accesorios

Se utilizarán tuberías de acero al carbón y de polietileno (HDPE) del diámetro requerido para cumplir con el gasto, se considerarán las válvulas y accesorios adecuados para el correcto funcionamiento.

III.2.5. Etapa de operación y mantenimiento.

Esta etapa se refiere básicamente a la operación de las minas subterráneas y al proceso de producción de la planta de beneficio, tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo. Para lograr este objetivo se cuenta con varias fases que se describen a continuación.

Para la operación de la planta de beneficio, se consta de cuatro minas subterráneas separadas, las cuales están en la etapa de planificación de producción. Las cuatro áreas de la mina subterránea son: 1) Mina Santa Cruz, 2) Mina La Mexicana, 3) Mina Chamole y, 4) Mina Dos de Abril. El acceso a las minas Santa Cruz, La Mexicana y Dos de Abril, será por mina Santa Cruz propiedad de Endevour. Por otra parte, la mina Chamole tendrá su acceso independiente, debido a la lejanía con las otras operaciones.

Las minas subterráneas están diseñadas como operaciones mecanizadas con acceso por rampa. La tasa de producción de mineral oscila entre 794 tpd a 1,165 tpd (promedio de 1,031 tpd), que es inferior a la capacidad diseñada de 2,500 tpd. El mineral del subsuelo a la planta de beneficio será trasportado en camiones de 16 toneladas.

La base de diseño para la planta concentradora de minerales tendrá inicialmente una capacidad de 2,500 toneladas métricas secas por día (TMSPD) en el área de trituración – molienda, utilizando un proceso convencional de lixiviación dinámica y recuperación de Au/Ag por el método tradicional Merrill-Crowe para la producción de doré, con una vida útil de 18 años.

Los criterios nominales o de diseño son los siguientes:

- Capacidad Anual: Capacidad para 365 días calendario.
- Días Operativos: El número de días de operación de la planta es 340 (353) por año.

Se considera el siguiente consumo anual estimado de combustibles:

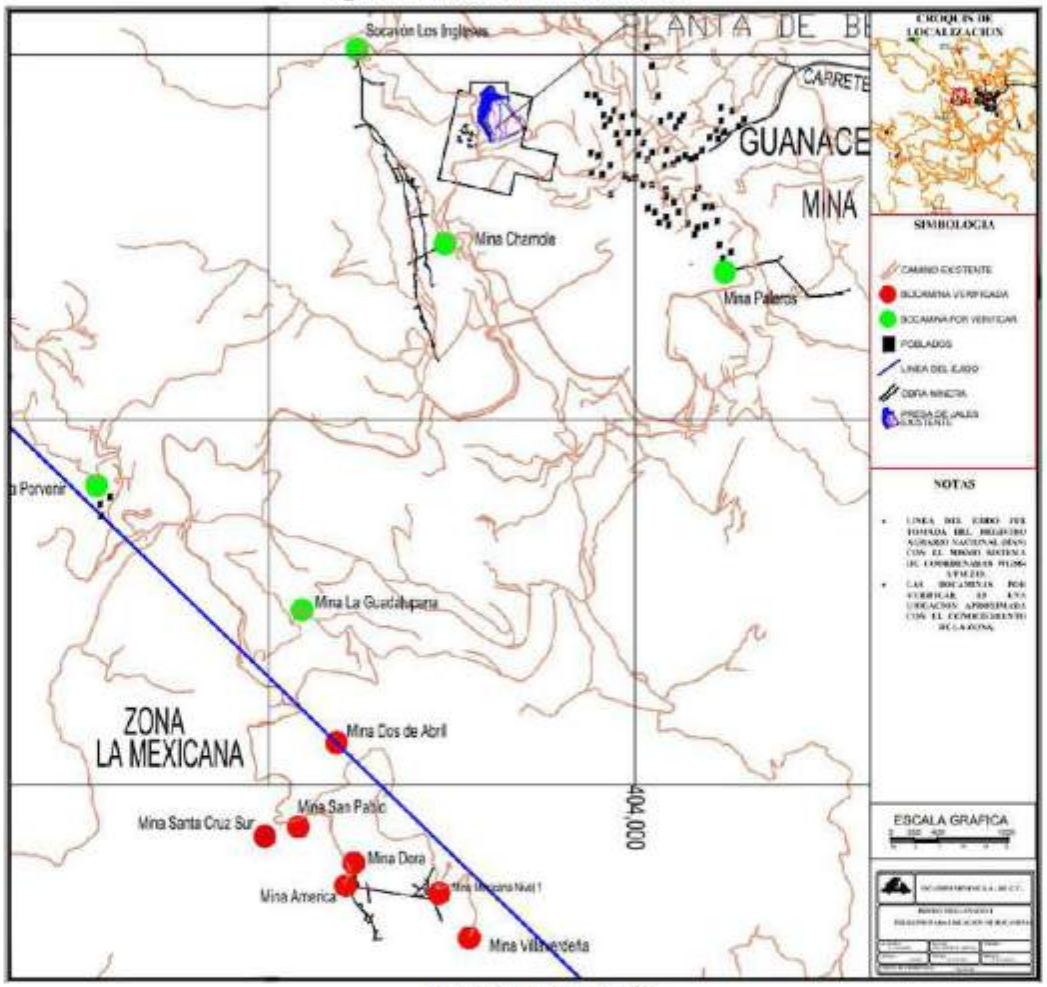
- Diésel – 5,582,102 litros.
- Gasolina – 127,068.61 litros.
- Gas LP – 192,825 litros

La operación de Guanaceví consta de cuatro minas subterráneas separadas, todas las cuales se encuentran en la etapa de planificación de producción. Las cuatro áreas de la mina subterránea son:

1. Mina Santa Cruz.
2. Mina La Mexicana.
3. Mina Chamole.
4. Mina Dos de Abril.

El acceso a las minas Santa Cruz, La Mexicana y Dos de Abril, será por la Mina Santacruz Sur de Endeavour, la Mina Chamole tendrá su acceso independiente, debido a la lejanía con las otras operaciones.

Figura 61. Acceso a las minas.

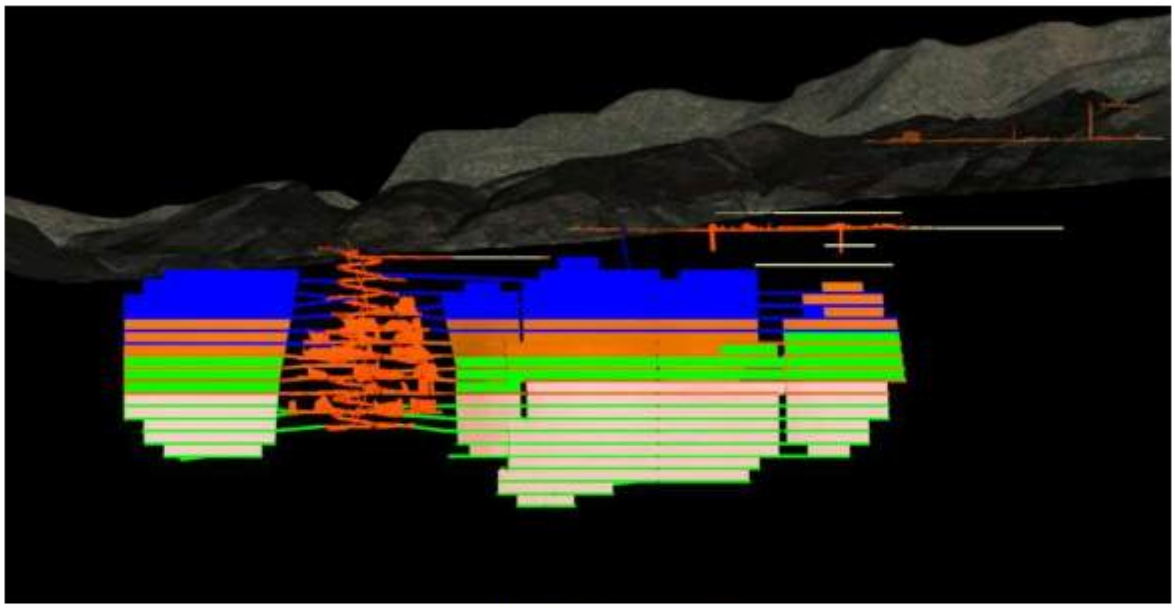


Fuente: Ocampo Mining.

El acceso por la mina Santa Cruz Sur de Endeavour, se toma como opción de entrada, debido a que facilita toda la preparación para acceder a los cuerpos mineralizados de Santa Cruz, Mexicana y Dos de Abril, debido a que es una mina que ya cuenta con toda la infraestructura requerida.

Esto ayudará a tener preparados los subniveles en un tiempo más corto, lo cual hará generar áreas de explotación de manera mas inmediata. Se presenta esquema de como sería el acceso por mina Santa Cruz Sur.

Figura 62. Acceso a Mina Santa Cruz Sur.



Fuente: Ocampo Mining.

Los cuerpos de mineral son vetas con longitudes de hasta 2700 metros, y anchos que van de 0.5 m hasta los 10 metros, y alcanza profundidades de 400 m.

El desarrollo de las minas se realizará mediante el desarrollo de rampas principales, con una sección de 4.0 x 4.5 m, de la cual se desprenderán los cruceros de acceso al cuerpo mineralizado los cuales tendrán una sección de 3.5 x 4.0 m. Todas estas obras se realizarán mediante un estricto control de barrenación y voladuras, lo que redunda en la seguridad durante la explotación, así como para su desarrollo, crecimiento y abandono.

El sistema de minado será tumbe por subniveles con Barrenación Larga, con subniveles de 12 m de altura.

Con la construcción y desarrollo de las obras y subniveles mencionados, se extraerá gradualmente el material, que se clasificará para determinar el sitio de disposición, el mineral se enviará a un circuito de trituración, para después de ahí, enviarse directamente al área de molinos para su proceso.

Siguiendo el procedimiento señalado, se pretende realizar la extracción de 3´100,000 de toneladas métricas de mineral, las cuales se enviarán a su proceso de beneficio correspondiente; el tepetate o material estéril que se encuentre, en un principio se enviará al área establecida para su almacenamiento, para después ser utilizado al interior de la mina para relleno de los rebajes.

Mina (Descripción del Proceso)

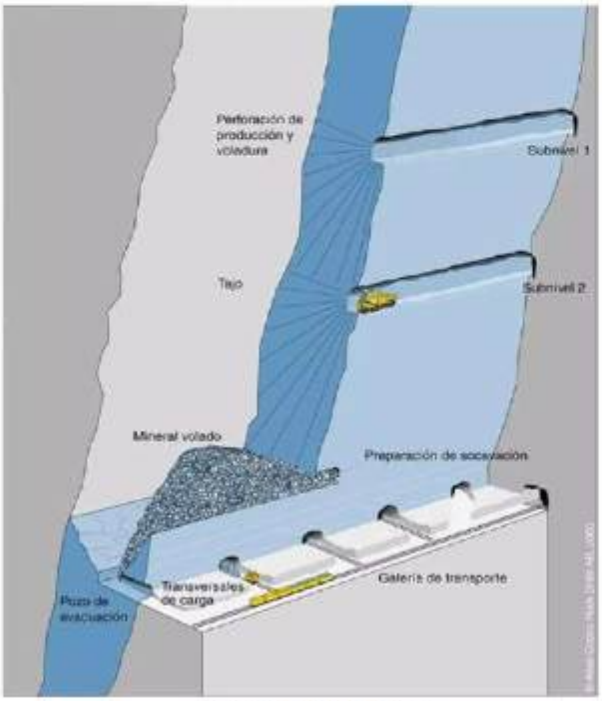
Este método de explotación consiste en dividir el yacimiento en varias secciones verticales, para dejar vacía a la unidad básica de explotación minera, llamada rebaje. El mineral que se recolecta del rebaje es acumulado en la parte baja, y a partir de allí se inicia la extracción aplicando diferentes técnicas, según la conveniencia del caso.

Las principales características de este método de explotación minera son las siguientes: Requiere de mucha precisión y exactitud en lo que concierne al diseño de las plantillas de barrenación.

Este método se aplica preferentemente en yacimientos de forma tabular verticales o subverticales. Es deseable que los bordes o contactos del cuerpo mineralizados sean regulares. También se puede aplicar en yacimientos masivos o mantos de gran potencia, subdividiendo el macizo mineralizado en rebajes separados por pilares, que luego se pueden recuperar. Tanto la roca mineralizada como la circundante deben presentar buenas condiciones de estabilidad; deben ser competentes o autosoportantes.

El tumbe por subniveles, es un método en el cual se excava el mineral por cortes verticales dejando el Rebaje vacío, por lo general de grandes dimensiones, particularmente en el sentido vertical. El mineral tumbado se recolecta en la parte de abajo del rebaje, desde donde se extrae según diferentes modalidades.

Figura 63. Sistema de minado.



Fuente: Ocampo Mining.

Barrenación

El equipo a utilizar, serán jumbos electrohidráulicos, equipo de barrenación larga y máquinas de perforación de pierna, el uso de cada equipo dependerá de la calidad del terreno y de las dimensiones de la obra.

Cargado de explosivo y voladura

En las áreas de trabajo, esta actividad se realizará con equipo mecanizado sobre neumáticos, dará servicio a los barrenos en las obras mineras. Los explosivos utilizados serán agente explosivo de alta y baja densidad como alto explosivo, noneles e iniciadores no eléctricos de retardo.

Amacice de techos

Esta actividad después de la voladura se realizará con martillo de baja presión de impacto, montado en la pluma del equipo sobre neumáticos. Para el resto de las obras se amacizará manualmente sobre la rezaga con barras de fibra de vidrio.

Rezagado

Esta operación se realizará con scoop-tram de varias capacidades (3 y 6 yardas cúbicas). La distancia máxima de acarreo es de 150 metros para vaciar en los Pozos de extracción.

Soporte y anclaje

Esta operación será realizada con equipo mecanizado para anclaje de techo con anclas de varilla corrugada o con tubos ranurado (split set), en aquellos lugares donde se requiera. También en donde se requiera, se utilizará concreto lanzado con resistencia de 250 kg/cm2 y espesor de 5 centímetros en el 8 % de área expuesta.

Desarrollos

- Un nivel base o nivel de producción, consiste en un túnel de transporte y áreas de cargado que permiten habilitar los puntos de extracción.
- Áreas de extracción de mineral. Se desarrolla un crucero de extracción desde el fondo del rebaje al túnel de acarreo.
- Niveles de Barrenación. La altura dependerá de la estructura del cuerpo mineralizado.
- Rampa de acceso a los subniveles de perforación, ubicada en el límite posterior del rebaje.
- Un contrapozo a partir de la cual se excava el corte inicial, que sirve de cara libre para las primeras voladuras de producción.

Arranque

Se realiza una barrenación en abanico, a partir de los subniveles dispuestos para esos fines. Se trata de barrenos largos (hasta unos 15 m) de 2 a 3 pulgadas de diámetro, perforados de preferencia con jumbos radiales electrohidráulicos y barras de extensión. Las operaciones

de barrenación y voladuras se pueden manejar en este caso en forma continua e independiente. Se puede barrenar con anticipación un gran número de abanicos, los que posteriormente se van detonando según los requerimientos del programa de producción.

Manejo del mineral

Se utilizan preferentemente equipos LHD (Cargadores de bajo perfil) para la extracción, carga y transporte del mineral hacia estaciones de traspaso, donde es cargado a carros o camiones para su transporte final a superficie. Estos camiones serán de bajo perfil de 30 toneladas y camion convención de 14 m3. El mineral será acarreado por la rampa principal hasta la trituración primaria y patios de mineral ubicados a un costado de las bocaminas.

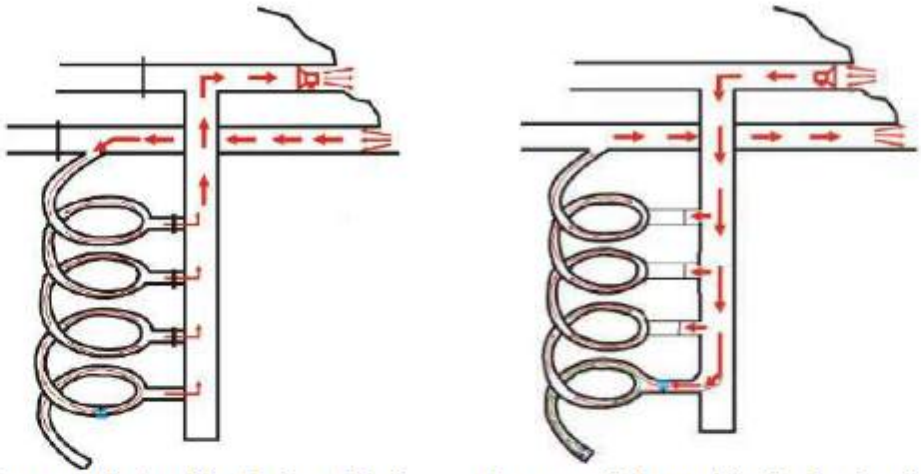
Ventilación

La utilización generalizada hoy en día de equipos diésel, para el manejo del mineral, exige disponer de una adecuada ventilación del Nivel de Producción. Para tal propósito, se utilizan los cruceros de acceso ubicados en los límites del rebaje, el aire es inyectado por uno de estos cruceros y luego de recorrer el nivel es extraído por la otra. Los subniveles de perforación se ventilan desviando parte del flujo de aire hacia los contrapozos o rampas de acceso a dichos subniveles.

El sistema de ventilación será mediante contrapozos de servicio a los que les denomina "robbins" que son ductos en la tierra con una profundidad variable de acuerdo a necesidades de los niveles y rampas que requieran ventilarse, pero que estarán en un rango de 100 a 500 mts y un diámetro de 2.4 m que conectan desde el interior de la mina hasta superficie impulsando aire fresco o bien aspirando el aire que se concentra en el medio ambiente laboral por las actividades propias de la explotación del mineral, siendo la ventilación vital para la seguridad y salud de los trabajadores; la ventilación es forzada con instrumentos, además se utilizaran contrapozos convencionales para mantener en algunas zonas una ventilación natural.

Los instrumentos son ventiladores verticales que realizan la función de aspiración o bien de impulsión de aire dependiendo de las necesidades de los frentes de trabajo del interior de mina para la explotación subterránea, los ventiladores operan con una capacidad de 50 a 528 hp controlados mediante un software que se regula dependiendo de la estación del año y principalmente de los niveles y frentes de trabajo, debido a que en invierno requieren de menor potencia y a diferencia del verano que se necesita tengan mayor capacidad y conforme se desciende en los niveles de la mina es mayor la temperatura y humedad. El aire fresco entra por el impulsor y lo conduce por el contrapozo de servicio y una vez que llega al interior de mina se envía en los torrentes principales con la ayuda de mangas que llegan a los torrentes secundarios que conectan directamente los frentes de trabajo donde el aire "topa" abatiendo la temperatura y la humedad, asimismo arrastra a los gases y partículas que son aspirados por el contrapozo que tiene el equipo aspirador. Del mismo modo la ventilación permite dar cumplimiento a la NOM-015-STPS-2001, Condiciones térmicas elevadas o abatidas condiciones de seguridad e higiene.

Figura 64. Ventilación.



Esquema de Succión de aire viciado **Esquema de Inyección de aire limpio**

Fuente: Ocampo Mining.

Tepetatera

Desde el punto de vista operativo se debe buscar un sitio o sitios que, con una topografía favorable para el volteo de material rocoso estéril, queden a una distancia mínima de acarreo.

En este sentido se combina el levantamiento topográfico detallado, con el análisis de tiempos y movimientos, considerando el trazo para caminos de acarreo, esto con el objeto de ubicar el sitio idóneo para depositar el material rocoso estéril.

Desde el punto de vista ambiental se marcó como objetivo el minimizar el impacto a zonas con alta densidad arbórea.

Es importante hacer énfasis en el hecho de que la explotación de mineral se efectuará considerando los criterios técnicos necesarios, basados principalmente en la mecánica de la roca, que permitirán reducir el volumen de material rocoso estéril procedente de la mina, por lo que se minimiza el volumen de material residual.

Es preciso indicar que, en el caso de la mina, se busca además utilizar la superficie mínima necesaria en la explotación, lo que también reduce el volumen resultante de material removido (tepetate).

La construcción de la tepetatera consistirá prácticamente con el depósito del material rocoso estéril, conformándola con una pendiente que evita el riesgo de deslizamiento, el diseño que se tiene considerado permitirá tener una pendiente general de 36°.

Este depósito de material estéril ocupará una superficie de 12.46 hectáreas. Cabe señalar que la conformación del terreno seleccionado facilita la estabilización del depósito, y la conformación el talud garantizando su estabilidad. Además, este mismo tepetate se utilizará para ir rellenando las obras mineras que se vayan generando, con el fin de dar estabilidad a la mina.

Depósito de Suelo Fértil

De las zonas donde se recuperó suelo fértil, se enviará este material a el área considerada para este fin, esta área cuenta con una superficie de 6.74 hectáreas.

La construcción de este almacén consistirá prácticamente con el depósito del material vegetal, conformándola con una pendiente que evita el riesgo de deslizamiento, el diseño que se tiene considerado permitirá tener una pendiente general de 36°.

Descripción general del proceso

La primera etapa en el proceso de explotación del mineral consiste en reducir los recortes de roca provenientes de la mina subterránea a tamaños manejables. Posteriormente, el material será enviado a la planta metalúrgica para la obtención de los lingotes de doré en la cual se llevarán a cabo los siguientes procesos:

- Trituración Primaria
- Trituración Secundaria, Terciaria y tolva de almacenamiento (Finos)
- Molienda y Clasificación
- Espesador Primario
- Lixiviación dinámica
- Lavado a contracorriente
- Planta de *Merril-Crowe* y fundición
- Procesamiento de jales
- Reactivos
- Servicios

La roca mineral debe ser obtenido mediante el desarrollo de operación subterránea aplicando métodos altamente eficientes de minado, con el objetivo de tener tasas de producción de roca en rangos de 2,500.00 TMSPD de mineral. El material del minado debe ser transportado por camiones de carga hasta llegar a tolvas de gruesos y pasar a la etapa de trituración para dar un fraccionamiento más a la roca mineral con el objetivo de: a) aumentar la superficie disponible de la roca mineral para que los reactivos químicos usados en el proceso de concentración de solución rica sean más rápida y eficiente y, b) liberar el mineral Ag-Au de la ganga o material inservible antes de la concentración o la separación. La práctica general en el tratamiento de minerales de Ag-Au es separar los contenidos de oro y plata del mineral mediante la acción del reactivo lixiviante Dezo.

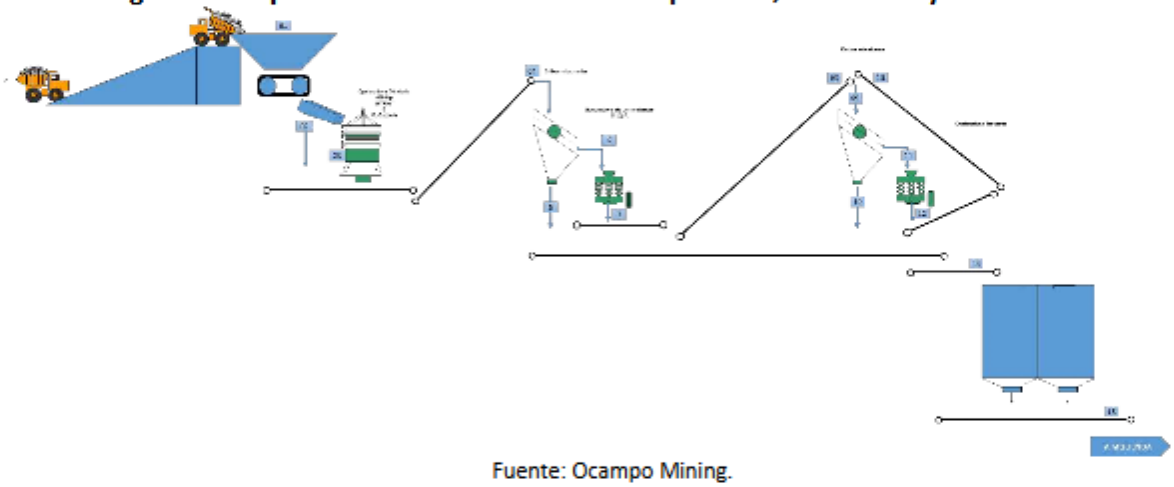
Fundamentos para el desarrollo de una planta de beneficio

Las plantas de beneficio agregan valor a la producción del sector minero, transfiriendo el mejor costo posible a los productores, ya sea mediante el procesamiento en plantas propias, cuando sean satisfechas las capacidades mínimas eficientes o en plantas de terceros, aprovechando las capacidades marginales.

Trituración

La trituración es la etapa de fraccionamiento de mineral grueso proveniente de la mina. El mineral de tamaño promedio de 50.80 cm (20 in) en diámetro será reducido a 9.52 mm (3/8 in) o menor en tamaño. El mecanismo para romper la roca generalmente involucra la compresión del mineral contra superficies rígidas, habitualmente es un proceso seco, llevado a cabo con relaciones de trituración menores a 6:1.

Figura 65. Esquema del circuito de trituración primaria, secundaria y terciaria.



Fuente: Ocampo Mining.

El mineral proveniente de la explotación del yacimiento interior mina es transportado por medio de carros mineros hasta una tolva. Posteriormente, el alimentador de placas AP-01 obtiene la carga necesaria de mineral para ser direccionada a la criba grizzly AV-01, clasificando el material por primera vez. El producto retenido es direccionado con la misma pendiente generada por la geometría de la criba grizzly AV-01 a la quebradora de cono primaria QCP-01 con el fin de realizar una reducción de tamaño aproximada de ≤ 7", el producto pasante obtenido de la criba grizzly y el material triturado de la quebradora de cono primaria deben ser descargados en el transportador de banda TB-01 que llevara el mineral triturado a la siguiente etapa de trituración secundaria.

El mineral transportado por medio de la banda TB-01 descargara en la banda TB-02, el cual, cuenta con un electroimán SE-01 para evitar que partes metálicas proveniente de las etapas del proceso sean introducidas a la quebradora secundaria con en el fin de evitar daños en la misma. La descarga de la quebradora secundaria QCS-01 es recolectada con el transportador

de banda TB-03 que de igual forma alimenta por medio de un chute tipo pantalón a las cribas vibratorias CV-02A y CV-02B con un tamaño de mineral de ≥3/8", para el control de peso en la alimentación al circuito de trituración será logrado por medio del pesómetro PES-01 instalado en el trasportador de banda TB-02. Dicho pesómetro estará ubicado posterior a la descarga de la quebradora de cono primaria, para evitar tomar lectura de la recirculación de la quebradora de cono QCS-02A/B.

El producto fino ≤3/8" de las cribas vibratorias es descargado al transportador de banda TB-04, el cual descarga el mineral al transportador TB-05. El producto mayor a los 3/8" es direccionado con el transportador de banda TB-03 a las quebradoras de cono ca-beza corta QCS-02A/B, con el fin reducir de tamaño el mineral retenido de las CV-02A y CV-02B y ser recirculado para su clasificación por medio del transportador de banda TB-06 a las dos cribas. El mineral alimentado a la quebradora QC-02A/B por el transportador de Banda TB-03 es inspeccionado con el electroimán SE-02 para eliminar metales provenientes de los equipos cercanos y evitar daños en la quebradora.

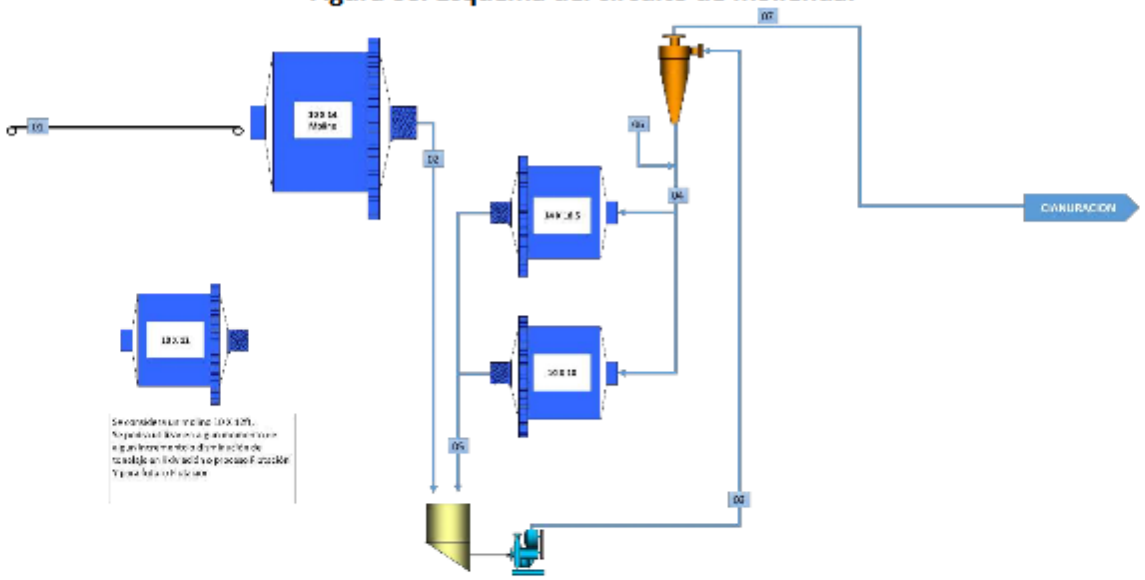
El transportador de banda TB-05 recolecta el producto fino de las cribas vibratorias CV-02A, CV-02B y alimenta la tolva de finos TO-01/02. Por lo tanto, el mineral del almacén de finos (mineral con dimensiones menores de 0.952 cm, 3/8") es descargado con los transportadores de banda TB-20/21 y alimentan transportador de banda TB-08, este equipo cuenta con un medidor de peso PES-02 con la finalidad de obtener un control en la alimentación al área de molienda. En la etapa de trituración secundaria, terciaria y cribado existe un sistema de supresión de polvos en puntos estratégicos para evitar la contaminación del ambiente con partículas finas producto de la trituración.

Molienda y Clasificación

La molienda es la etapa final de reducción, diseñada para reducir el tamaño de las rocas relativamente grandes a tamaños lo suficientemente finos para completar la liberación del mineral valioso o producir un área de superficie suficientemente grande para que sea posible realizar el tratamiento hidrometalúrgico de la siguiente etapa. En esta etapa, el tamaño de las rocas es reducido por una combinación de impacto y abrasión y puede ser llevado a cabo en forma húmeda. La operación es realizada en molinos giratorios cilíndricos que contienen una carga suelta de cuerpos moledores en forma de bolas de acero, o rocas duras. En estos molinos, los cuerpos moldeadores reducen las rocas alimentadas de un diámetro entre 15.80 a 0.50 cm a un tamaño entre 300 a 10 micras.

La alimentación de mineral es proveniente del área de trituración y cribado por medio del transportador de banda TB-08 con las siguientes características: Gravedad especifica de 2.71 ton/m3, porcentaje de solidos de 97.00% aproximadamente, tamaño de ≤ 3/8" y un tonelaje de alimentación de 2,500.00 TMSPD. El tiempo de operación considerado para esta área será de 24 horas.

Figura 66. Esquema del circuito de molienda.



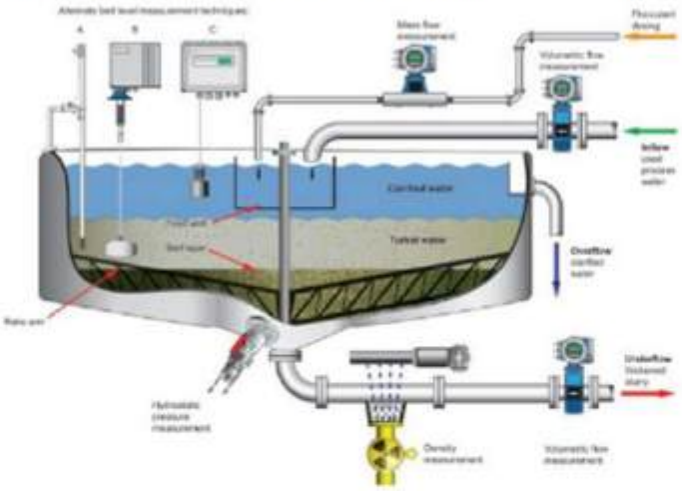
Fuente: Ocampo Mining.

La alimentación será directa al cajón de alimentación, donde se llevará a cabo un mezclado previo entre mineral seco proveniente de trituración y agua de proceso para alimentar al molino de bolas MB-01 con dimensiones 14.5'x10.5' con un porcentaje de solidos aproximado de 60%, sin modificar el balance de agua dentro del molino MB-01 para evitar problemas en la molienda. Esta corriente de agua anteriormente se consideraba directo a la alimentación del molino de bolas con la finalidad de obtener el porcentaje de solidos deseado en la descarga del molino de 60% considerando la C.C. (Carga Circulante) al Circuito, posterior a la alimentación se cuenta con una C.C. del 250%. El producto obtenido de la molienda es descargado al cajón de bombeo CB-01 y por medio de un sistema de bombeo P-01/02/03/04 debe ser alimentada a las dos baterías de hidrociclones HC-01/02 ubicadas en la parte superior, donde será realizada la separación de finos y gruesos en el overflow y underflow de los hidrociclones HC-01 y HC-02. El underflow recirculará a la alimentación de los molinos de bolas MB-02/03 considerados como C.C. y el overflow será descargado a las cribas CV-03/04 para la eliminación de basura, una vez limpia la solución será enviada a la siguiente etapa de espesamiento.

Espesamiento primario

En esta etapa del proceso incluirá espesador primario TE-01 para realizar la separación de sólido-líquido, donde los sólidos contenidos en la pulpa serán sedimentados en el fondo del cono, produciendo un rebose de solución clarificada y un lodo concentrado en la descarga o salida. La solución clarificada (sobreflujo) alimenta al tanque de sobreflujo TSE-01 y enviado al tanque de solución rica de la planta merril-crowe por medio de las bombas PU-07/08 y el lodo (bajo flujo) será enviado a la etapa de lixiviación dinámi-ca mediante las bombas PU-05/06.

Figura 67. Diagrama espesador (concentrados-jales).

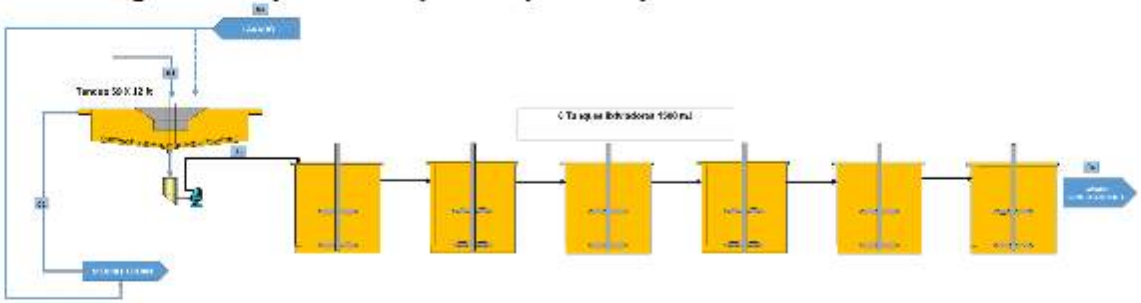


Fuente: Ocampo Mining.

Lixiviación dinámica

La lixiviación de los minerales es un proceso en el que un disolvente líquido pasa a través de un sólido para generar la disolución de uno o más de los componentes solubles del sólido. Esta planta contara 5 tanques agitadores TL-01-06 donde serán mezclados los componentes. Estos son generalmente de forma cilíndrica y pueden ser operados por lotes, con recirculación o de flujo continuo. La solución lixiviada será enviada por gravedad al Tanque TL-07, mediante las bombas PU-09/10 se enviará la solución a la etapa de lavado contracorriente (LCC).

Figura 68. Esquema de espesador primario y reactores de lixiviación dinámica.



Fuente: Ocampo Mining.

Lavado contra corriente

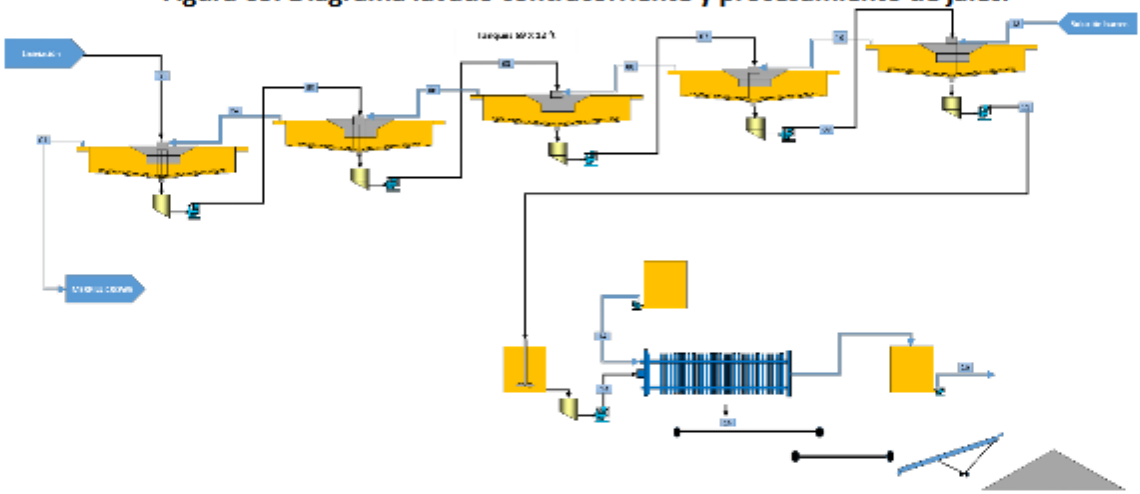
El sistema de lavado de pulpas se obtiene mediante el uso de espesadores en serie, se contará con 5 espesadores TE-02/03/04/05/06 para realizar la separación solido-liquido, donde se obtiene una solución rica que es enviada a la Planta de Merrill-Crowe mediante las bombas PU-19/20 y el lodo es enviado por bombeo PU-21/22 a la etapa de procesamiento

de Jales. El flujo de la pulpa y solución es en direcciones opuestas. En consecuencia, la pulpa se vuelve progresivamente más baja en contenido de oro soluble a medida que pasa a la descarga. Por el contrario, la solución añadida en el último espesador pasa hacia adelante, aumentando su concentración de oro.

Procesamiento de jales

El lodo obtenido en el espesador número 6 de la etapa de lavado contracorriente será enviado al procesamiento de jales, mediante el uso de filtros prensa PJF-01/02/03/04 y realizar la separación de sólido-liquido, donde el sólido corresponde a jales depositados en la presa de jales, usando bandas transportadoras TB-10-19 y, el líquido será enviado nuevamente al proceso de lavado contracorriente utilizando las bombas PU-50/51.

Figura 69. Diagrama lavado contracorriente y procesamiento de jales.



Fuente: Ocampo Mining.

Planta Merrill-Crowe

Clarificación

Esta operación será para eliminar los sólidos en suspensión a la solución rica producida durante el proceso de lixiviación dinámica para evitar que afecten adversamente la calidad de los precipitados que serán obtenidos en la operación siguiente. Para ello, la solución rica generada debe alimentarse utilizando las bombas PU-23/24 a un sistema de clarificación consistente de una combinación de tanque de solución rica TQ-01 y filtro clarificadores CL-01-04 para eliminar sólidos en suspensión, posteriormente, la solución es conducida a la desoxigenación.

Este proceso eliminará el oxígeno contenido en la solución rica clarificada con el objeto de maximizar la eficiencia de precipitación de los valores de oro y plata con polvo de zinc. Debido a que esta reacción requiere de condiciones reductoras, la solución rica deberá bombearse a una torre desoxigenadora TVA-01 conectada a una bomba de vacío PVA-01/02. La solución deberá introducirse por la parte superior de la torre y fluirá por gravedad a través de un emparrillado de material inerte en forma tal que rompa el caudal de solución y genere

gotas y partículas finas. El rompimiento del caudal facilitará y promoverá la liberación del oxígeno contenido en la solución rica, obteniéndose en el fondo de la torre una solución que beberá ser bombeada a la etapa de precipitación.

Precipitación

La solución rica desoxigenada será bombeada a alta presión hacia un difusor, con forma de venturi, donde debe inyectarse suspensión de zinc metálico en solución estéril. La mezcla del zinc finamente granulado y con alta área superficial debe contactase con la solución agitada en el interior del difusor, promoviendo reacción inmediata de precipitación, por desplazamiento iónico del oro y plata contenidos. La mezcla de solución y precipitado debe bombease utilizando las bombas PU-31/32 hacia un filtro prensa PF-01-04 donde serán separadas en fases líquida y sólida de la suspensión, además de concluirse el proceso de precipitación en dicha operación de filtración. Al entrar la suspensión al filtro prensa, choca contra las placas distribuyéndose en toda la superficie del material filtrante. En esta superficie debe retenerse las partículas de precipitado y las de polvo de zinc que no ha reaccionado para formar un depósito permeable y húmedo. La fase líquida de la suspensión pasa a través de este depósito o torta y del medio filtrante hasta salir como solución estéril que recircula a la operación de decantación. Los filtros prensa PF-01-04 trabajarán por ciclos que se balancearán con los periodos de entrega de precipitados a la etapa de fundición. El sólido producto de la filtración será descargado de las prensas del filtro mediante un proceso que incluirá el cierre de las entradas de solución, seguido de la inyección de aire comprimido para reducir la humedad y el desprendimiento del material filtrado por gravedad hasta los carros colectores de precipitado.

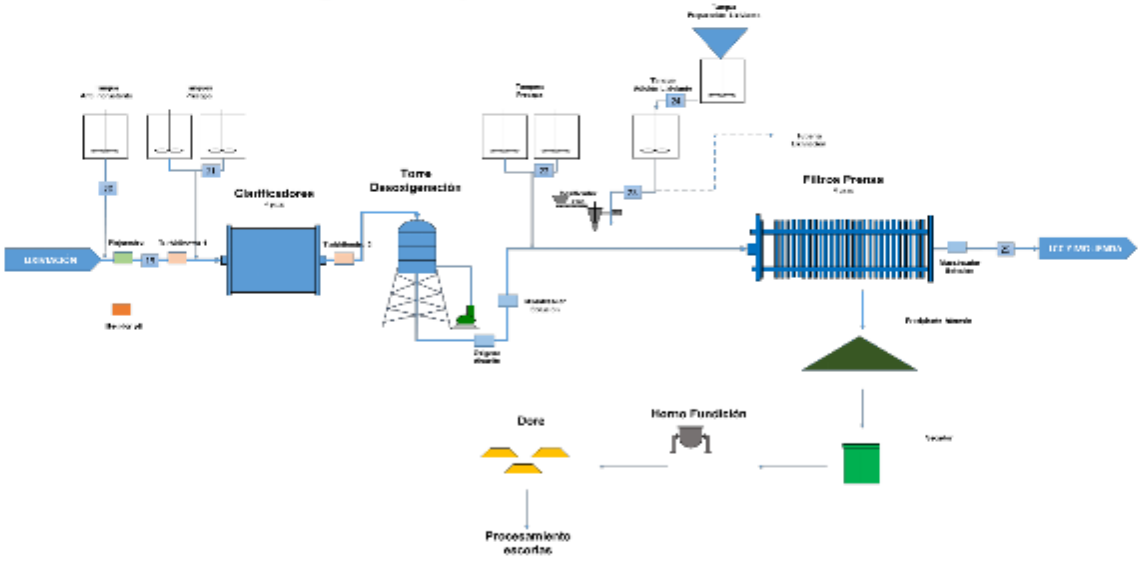
Fundición de precipitados Auro-Argentíferos

Por medio de esta operación debe separarse los metales preciosos (oro y plata) de las impurezas metálicas que, por su actividad electroquímica fueron desplazadas de la solución rica cuando esta fue sometida al proceso de precipitación con polvo de zinc. Estas impurezas metálicas están constituidas principalmente por plomo, cobre y fierro, así como por un remanente de zinc proveniente de la oxidación del polvo precipitante y de una reacción de reducción incompleta. Esta separación de los metales preciosos es lograda primeramente alimentando el precipitado a un horno de secado HS-01, seguido de calcinación con la finalidad de eliminar el contenido de humedad (estimada en orden del 40%). En esta etapa, también, componentes metálicos volátiles como óxidos de plomo y zinc serán eliminados con la finalidad de simplificar el proceso de fundición, alcanzando temperatura del orden de 100°C, en tanto que en la fase calcinación la temperatura será controlada hasta un máximo de 750°C con el objetivo de que el residuo alcance solamente una condición de sinterización incipiente. El producto final de la calcinación será descargado hacia un mezclador donde bebe adicionarse la carga de fundentes constituida por: arena sílica, bóraxanhidro, carbonato de sodio y nitrato de plomo. Dichos fundentes tendrán la finalidad de abatir la temperatura de fusión de los componentes del precipitado calcinado con lo que puede eliminarse las impurezas metálicas mediante una escoria líquida y fluida que contendrá dichas impurezas en forma de óxidos combinados como borosilicatos de bajo punto de

fusión, debido a que la escoria que contendrá las impurezas tendrá menor densidad que el metal líquido de interés. Esta debe ir a la parte superior de dicho metal líquido, para separar por decantación y/o por arrastre mediante rastrillo de la superficie del baño metálico. Durante esta etapa el baño metálico debe mantenerse a una temperatura de 1,100 y 1,200°C.

El ciclo de fundición tiene una duración aproximadamente de entre 2.5 y 3.0 horas. La fundición debe realizarse en un horno FUR-01 de crisol de grafito, por medio de gas L.P., para efectuar un óptimo control del proceso. La utilización de este tipo de horno minimiza la emisión de gases y vapores. Todas las emisiones provenientes de las operaciones de fundición serán bajo campana H-01 y ductos a un sistema colección de polvos y lavado de gases BH-01 donde serán captadas las partículas sólidas y los contaminantes gaseosos, cabe mencionar, que debe contarse con chimeneas que incluyan puertos para muestreo de emisiones de las extracciones. Las escorias serán trituradas y cribadas para recuperar gravilla de alta ley de la fundición, las cuales regresarán al horno de fundición. La escoria restante procesará en mesa concentradora MC-01 para recuperar partículas de doré y regresarlas a fundición. La escoria de restante o de baja ley será recolectada para su comercialización como subproducto.

Figura 70. Esquema Merrill-Crowe y fundición.



Fuente: Ocampo Mining.

Deposito de Jales Secos

Esta sección proporciona una descripción general del concepto de disposición de jales que se utilizará para el Proyecto Guanaceví. El concepto ha sido desarrollado específicamente para este proyecto con el fin de proporcionar un alto nivel de protección ambiental a la luz de la topografía y las consideraciones hidrológicas del sitio.

Destrucción y Filtrado de Jales

Después de la extracción de metales preciosos en el molino, los jales se lavarán durante el prensado inicial del filtro para recuperar las soluciones de agentes lixiviantes residuales. El prensado del filtro final reduce el contenido de humedad de la torta de filtración de jales a aproximadamente del 15 al 20 por ciento del peso seco del material del jal. Existe la posibilidad de considerar un agente destructor que será adicionado a la torta de filtración antes de enviarla al área de depósito de jales. Luego, el filtrado deshidratado se transportará al área donde será depositado el jal, se almacenará, se esparcirá y se compactará según sea necesario, y se dejará secar al aire.

Colocación de Jales (Depósito)

Los jales se colocarán en las áreas consideradas del Proyecto Guanaceví similar a un gran relleno de carretera en su condición deshidratada, los jales tendrán características similares a las de la arena húmeda y soportarán fácilmente equipos pesados cuando se esparzan y compacten en capas finas.

Cuando se compactan, los jales formarán un relleno estable que tendrá una permeabilidad relativamente baja y experimentará un asentamiento mínimo a largo plazo después de la operación y recuperación. Para brindar protección contra inundaciones en todo momento durante la deposición del sitio de jales, se colocarán porciones del jal para formar una berma de contención en el borde aguas abajo de los jales. El terraplén compactado aguas abajo se construirá a un ritmo que proporcione almacenamiento temporal de inundaciones en el área del depósito de jales aguas arriba (dependerá del depósito utilizado).

El terraplén constará de dos zonas: una zona aguas arriba (Zona 1) que se compactará al 90 por ciento de la densidad Proctor estándar y una zona aguas abajo (Zona 2) que se compactará al 95 por ciento de la densidad Proctor estándar en espesores de capa de aproximadamente 300 mm. La mayor densidad de la zona aguas abajo proporcionará estabilidad estructural para todo el terraplén. El volumen total del terraplén construido hasta la altura de de ciertos metros será de aproximadamente "x" millones de metros cúbicos. El área del depósito aguas arriba también se llenará con jales secos; sin embargo, el espesor de elevación se incrementará hasta el espesor máximo que soportará el equipo de movimiento de tierras durante la distribución del material transportado (probablemente de 600 mm a 800 mm). Los jales se esparcirán hasta el espesor deseado y se nivelará la superficie para drenar a las torres decantadoras con una escollera.

El equipo que se mueve a través de la superficie de los "jales secos" compactará las capas esparcidas. La superficie del depósito se nivelará para drenar aproximadamente a 1.0 por ciento de la pendiente final del terraplén para dirigir el agua de lluvia a una tubería decantadora en el lado sur del depósito.

El área de jales proporcionará control de sedimentos antes de decantar el agua de escorrentía pluvial al estanque de sedimentos. La tubería decantadora tendrá el tamaño

adecuado para drenar el área del depósito dentro de las 24 horas posteriores al evento de tormenta de 24 horas y 100 años (23,084 m3).

Para la recuperación final y el cierre del depósito de jales, se proporcionará un aliviadero en la esquina noreste del terraplén para mitigar el mantenimiento a largo plazo del tubo decantador y que será desmantelado para su cierre.

Tubería de Decantación

La precipitación directa sobre el depósito de jales y la escorrentía desde el área de captación de drenaje hasta el depósito de jales se almacenarán temporalmente en la superficie del depósito y se decantarán a través de una tubería debajo de la sección del terraplén de jales y compactado hasta el estanque de sedimentos. Se construirá progresivamente una serie de torres decantadoras verticales utilizando secciones de tubería de hormigón o acero prefabricado en incrementos de 1.5 m a medida que se eleva la superficie de los jales, de modo que el extremo abierto nunca esté a más de 750 mm por encima de la superficie. Cuando cada torre haya alcanzado una altura de 1.5 m se taponará y se pondrá en funcionamiento la siguiente torre decantadora cuesta arriba. Se necesitarán torres de decantación para el potencial total de eliminación de 10 toneladas de jales.

El volumen de escorrentía y precipitación directa dentro de la cuenca directa del depósito de jales durante un evento de 100 años es de aproximadamente 20,085 m3. Para la tubería decantadora será adecuado un tubo con un diámetro interior de 300 mm. Las torres decantadoras tendrán un diámetro interior mínimo de 400 mm. El tubo decantador también estará revestido de hormigón armado para soportar la presión de sobrecarga externa de los jales.

Drenaje Inferior

Se construirá un drenaje inferior de roca diseñado en el fondo del cañón, debajo del piso del depósito del terraplén de jales construido, y se descargará en el estanque de sedimentos antes de su descarga al entorno del arroyo local. El propósito del drenaje inferior es interceptar flujos cercanos a la superficie en el coluvión o lecho rocoso subyacente a los jales, que normalmente se descargan en el drenaje y los llevan más allá del pie del terraplén de jales. La eliminación de esta agua evitará la elevación debajo de los jales y minimizará la saturación de la base del depósito de jales. Se construirán drenajes dentro de los drenajes de depósitos más pequeños para recolectar y transportar el agua de manantial natural y la filtración residual a través de los jales. Estos drenajes tipo dedo se conectarán al drenaje principal de roca diseñado.

El drenaje de roca consistirá en un canal de 4 m de ancho excavado a 1,5 m de profundidad en el suelo del cañón. El canal excavado se revestirá con un geotextil no tejido y luego se rellenará con roca residual triturada o de río redondeada de 100 mm a 300 mm, hasta un espesor de 1,0 m.

A continuación, se colocará una capa de 300 mm de grava redondeada de 6 mm a 25 mm y se cubrirá con un geotextil no tejido. Posteriormente, se cubrirá el geotextil con una capa de 500 mm de arena lavada compactada (como alternativa).

Área de Sedimentación

Se construirá un área de sedimentación con enrocado aguas abajo del pie del terraplén de jales para eliminar los sólidos suspendidos de los flujos aguas arriba. La presa de sedimentación manejará los flujos combinados del tubo decantador de la presa de desviación, el drenaje inferior, la escorrentía superficial de la cara aguas abajo del terraplén de jales y la escorrentía superficial del terreno natural adyacente a la presa de sedimentación.

La presa de sedimentación consistirá en un terraplén de enrocado construido con roca o coluvión extraída localmente. El terraplén tendrá una altura aproximada de 10 m y tendrá pendientes de 2H:1V aguas arriba y aguas abajo. El talud aguas arriba se revestirá sobre un lecho de arena y se excavará un aliviadero en el lecho de roca o concreto.

Durante las estaciones de sequía (de octubre a mayo), la afluencia de todas las fuentes aguas arriba al depósito de sedimentos será mínima. Los flujos ocasionales provenientes de eventos de precipitación se almacenarán temporalmente en el depósito y se filtrarán a través de la presa de sedimentación y descargarán al lecho natural debajo de la presa. Los sedimentos del agua se depositarán en el depósito y serán filtrados por el textil o escollera. Normalmente el área estará vacía durante esos meses. El exceso de sedimento se puede eliminar durante la estación de sequía según sea necesario.

Durante la temporada de lluvias (de junio a septiembre), las entradas de todas las fuentes aumentarán. El depósito de sedimentación se llenará cuando el caudal de entrada exceda la conductividad hidráulica del filtro textil o escollera. Cuando el nivel del depósito alcanza el aliviadero, el exceso de flujo se cargará a través del aliviadero hasta el lecho natural debajo de la presa de sedimentos. El deposito proporcionará suficiente tiempo de retención para una reducción significativa de los sólidos suspendidos en eventos como la tormenta de 24 horas y "x" años. Los eventos más grandes serán encaminados a través del aliviadero sin una atenuación significativa de los sedimentos en el depósito de sedimentación; sin embargo, los depositos aguas arriba reducirán significativamente la carga de sedimentos a niveles inferiores a los existentes.

Caminos de Acceso y Acarreo

Se construirán y mantendrán caminos de acceso y acarreo a las diversas instalaciones dentro del área de depósito de jales. Los caminos de acceso suelen tener entre 6 y 7 m de ancho para el uso de vehículos y equipos pequeños. Las pendientes de diseño para estos caminos pueden ser tan pronunciadas como 15 por ciento para secciones cortas de camino. De ser necesario, los caminos de acarreo para el transporte de jales con camiones tendrán un ancho

de 20 m a 25 m y una pendiente máxima del 10 por ciento. Se construirán bermas de seguridad a lo largo del arcén exterior de todos los caminos de acceso y acarreo.

Capa de Cobertura de Recuperación

Se colocará una capa de material rocoso en la cara aguas abajo del terraplén de jales compactados a medida que se levante el terraplén. El propósito de esta capa es brindar protección contra la erosión a los jales y proporcionar un medio que sustentará la vegetación. La capa de cobertura será coluvión tomado prestado localmente y roca erosionada o roca residual no generadora de ácido (NAG) de la mina.

La capa de cobertura se colocará en un ancho horizontal de 6 m, ya sea en levantamientos horizontales o volcando en la parte superior y explanando el material pendiente abajo. No se requiere compactación para la capa de cobertura. La pendiente exterior de la capa de cobertura será aproximadamente paralela a la pendiente de los jales; sin embargo, ocasionalmente se construirán pequeños bancos para encaminar el escurrimiento de la pendiente. Cuando estén disponibles dentro del depósito de jales, los suelos superficiales se transportarán y esparcirán sobre la superficie exterior de la capa de cobertura para proporcionar un medio de crecimiento para la vegetación nativa.

Se colocará roca gruesa en el contacto de la capa de cobertura y la ladera natural para proporcionar el equivalente a un canal revestido de escollera para protección contra la erosión. El tamaño medio de la roca (D50) en esta zona debe superar los 500 mm.

III.2.6. Etapa de abandono del sitio.

Una vez que se llegue a la etapa final de vida útil del proyecto, se procederá a realizar las siguientes actividades:

PLAN CONCEPTUAL DE CIERRE Y RESTITUCIÓN DE MINA (PRCM)

En una Unidad Minera, la explotación y beneficio de minerales mantiene una amplia gama de operaciones unitarias, iniciando en los circuitos de trituración y clasificación, para posteriormente ser tratados mediante un proceso de lixiviación dinámica, transportando la solución preñada, producto de la lixiviación de los valores, mediante tuberías a la planta de recuperación diseñada para el proceso Merrill-Crowe a través del cual y con el uso de compuestos elaborados a partir de cinc (polvo de cinc), se precipitan y tratan para posteriormente obtener el producto final.

Por el tiempo de vida de la mina y los procesos ha desarrollar para la explotación y beneficio de minerales, se construyen y operan las instalaciones para proveer los servicios de agua, energía, combustibles, oficinas del personal, etc. Así mismo existen caminos de acceso, casetas de control, cercados perimetrales, almacenes y demás infraestructura necesaria para la operación.

Los conceptos de obra descritos, las actividades que se desarrollan y los terrenos ocupados por la Unidad Minera, establecen el marco general sobre el cual incidirán las actividades de restauración que comprende el Plan y son además el punto de partida para establecer los fundamentos que derivarán en acciones, que conlleven a la restitución del sito mediante la estabilización física y química de las estructuras, que por su naturaleza deberán ser residuales, la recuperación del uso original del suelo a través de medidas que permitan el restablecimiento de condiciones para la vida silvestre nativa y el retiro o demolición de la infraestructura susceptible de moverse o demolerse, para tener como resultado un cierre de mina ambientalmente aceptable.

Objetivos del PRCM

El Plan toma en cuenta tanto la rehabilitación sitio como consideraciones de naturaleza socioeconómica y debe formar parte integral del ciclo de vida del Recinto Minero, por ello se ha diseñado de modo que cumpla con los siguientes objetivos generales:

- Antes del cese de operaciones, planificar las acciones de rehabilitación previas al cierre, de aseguramiento durante el cierre y de monitoreo posterior al mismo.
- Una vez abandonado el sitio de la Unidad Minera, se deben asegurar las condiciones que garanticen que la salud y la seguridad públicas no se vean amenazadas;
- El uso del suelo posterior al cierre de la Unidad, debe ser apto para actividades diferentes a la minería, que genere beneficios sostenibles para los nuevos poseedores de los terrenos;
- Se minimicen los impactos socioeconómicos negativos y maximicen los beneficios socioeconómicos.

Objetivos particulares

Para lograr los objetivos, el PRCM contempla objetivos particulares cuyos resultados asegurarán el cumplimiento de los generales, estos objetivos particulares son:

- Eliminar la toxicidad de las estructuras y equipos en donde se manejan sustancias peligrosas y los efluentes puedan ser liberados al ambiente, cumpliendo los límites establecidos en la Normas Oficiales Mexicanas.
- Asegurar que las aguas superficiales y subterráneas no sean receptoras de impactos ambientales negativos significativos, provocados los residuos generados durante las actividades de explotación y beneficio de minerales.
- Asegurar que todas las estructuras que no es factible remover, permanezcan estables de tal modo que su fallo o un deterioro físico, no pongan en peligro la salud o seguridad pública o deterioren el estado de conservación de los elementos del sistema ambiental.
- Asegurar un hábitat favorable para el desarrollo de la vida silvestre del sitio y propiciar condiciones ambientales para el uso del suelo en actividades productivas iguales o mejores a las aptitudes originales de los suelos.

Especificaciones nacionales incorporadas para las acciones de restauración

Parte de las acciones de restauración que engloba el PRCM, se basan en especificaciones contenidas en Normas Oficiales Mexicanas de observancia obligatoria durante el cierre de obras, en particular aplicables a la presa de jales y el resto en especificaciones igualmente contenidas en Normas Oficiales Mexicanas, aunque obligatorias solo durante la operación, el Plan las convierten en esenciales y aunque no tienen que ver con la restauración previa al cierre, si se relacionan con el conocimiento en el tiempo del comportamiento geoquímico de los residuos y de no realizarse, dificultaría la ejecución eficiente de las acciones de restauración propuestas; tal es el caso, de la realización de muestreos y análisis periódicos representativos de los residuos mineros generados en la explotación y beneficio.

Las Normas Oficiales Mexicanas que en sus especificaciones establecen los procedimientos, métodos y lineamientos integrados en el PRCM son:

- NOM-141-SEMARNAT-2003, en lo concerniente al muestreo y caracterización del jal, los criterios de post-operación de las presas de jales y la evaluación de la conformidad de esta Norma, además de los procedimientos a seguir para definir la peligrosidad de los residuos mineros, incluyendo el método de la prueba de Balance Ácido-Base para residuos que contienen sulfuros de metales (Drenaje Ácido), procedimientos que se encuentran en los Anexos Normativos 1 y 5.
- NOM-157-SEMARNAT-2009, relativa al manejo integral de residuos mineros a través de la elaboración e implementación de Planes de Manejo de Residuos Mineros con base a la modalidad en que se deba desarrollar y presentar, al muestreo y caracterización de los residuos mineros como también a la evaluación de la conformidad (numerales 5.2, 5.3.1.5, 5.4 y 6 de esta Norma).
- NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales, debiendo cumplir el monitoreo del efluente de los con estos.

Los objetivos y las directivas señaladas en el Plan que se propone, considerando el estado y desarrollo actual de la Unidad, consideran acciones de estabilización, restauración y restitución, que deberán desarrollarse, garantizando que su implementación sea efectiva previo al cierre de la mina.

Considerando el fundamento citado, el PRCM que se prepara dirigido a la Unidad Minera debe integrar obras y actividades necesarias para:

- Conocer, antes de la fase de restauración previa al cierre, las características de peligrosidad de los residuos mineros consistentes en jales y tepetate, que quedarán en el sitio de la Unidad, para garantizar la efectividad de las acciones de prevención y control de la contaminación, por los efluentes que serán liberados;
- Estabilizar química y/o físicamente, las estructuras que forzosamente serán residuales en el sitio que ocupa la Unidad, en particular la mina subterránea, la presa de jales, las tepetateras, etc.;

- El retiro de las sustancias químicas utilizadas en los procesos de minado y beneficio, así como las usadas en los laboratorios y para servicios a la mina;
- El desmontaje y retiro de equipos e infraestructura, que por sus características puede seccionarse y transportarse fuera del sitio, a fin de revalorizar los residuos y la posible utilización de materiales y equipos;
- La demolición de la obra civil construida a base de concreto y mampostería, que por sus características no puede ser seccionada y reutilizadas,
- El manejo de residuos derivados de las actividades de estabilización, desmontaje y demolición;
- La restauración de los suelos alterados por la operación, mediante acciones de reposición de suelo fértil y reforestación, y
- El monitoreo post-cierre de las aguas, de la estabilidad de las estructuras residuales y de la sobrevivencia de las plantas producto de la reforestación, así como las acciones de mantenimiento.

Alcances del Plan

Es necesario la preparación y en su tiempo la ejecución del presente Plan, ello debido a que se planea un cierre progresivo.

El Plan incluye la estabilización química y física como la recuperación de suelos para la restauración y cierre de los depósitos de residuos del minado, caminos de acarreo y áreas industriales o de maniobras aledañas que se vieron modificadas por causa de instalaciones temporales o fijas por causas de las operaciones.

El plan de restauración de la mina (PRCM) incorpora los siguientes puntos:

- Conservación, acopio y utilización de suelo fértil para la restauración.
- Los taludes con pendientes superiores al 30% deberán ser renivelados para minimizar la erosión y el caudal de las escorrentías.
- Se deberá plantar vegetación autóctona para prevenir la erosión y propiciar el desarrollo auto sostenible de un ecosistema productivo en la zona restaurada.

El presente Plan asume que todas las instalaciones se someterán a una o varias de las siguientes actividades:

- Las actividades relativas a las etapas de post-operación, cierre y abandono deberán estar en conformidad de las disposiciones que se encuentran en los apartados y numerales de las Normas Oficiales Mexicanas NOM-141-SEMARNAT-2003 (Presa de Jales) y NOM-157-SEMARNAT-2009 (Residuos Mineros), que establecen respectivamente los requisitos de protección ambiental para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y post-operación de presas de jales (NOM-141), como los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros (NOM-157).

- Medidas de estabilidad física en los taludes, banquetas (bermas) y bancos con recuperación de suelos.
- Medidas de estabilidad física en los taludes, rampa de acceso y plantilla de vaciado de las tepetateras, con recuperación de suelos, nivelación y contorneo de taludes para pendientes seguras de 2H: 1V y bermas a cada 20 metros de altura, para fines de conservar taludes estables.
- Medidas de estabilidad física y recuperación de suelos en el talud expuesto de la cortina y vaso de la presa de jales y su camino de acceso, con nivelación y contorneo de taludes para pendientes seguras de 2H:1V y bermas a cada 20 metros de altura en caso necesario.
- Acopio y retiro del sitio minero de los equipos de proceso fijos y móviles utilizados durante las operaciones mineras (quebradoras, cribas vibratorias, molino de bolas, ciclones, bombas, tanques agitadores y espesadores, sistemas de bandas transportadoras, electroimanes, bombas centrífugas y verticales, mecanismos de agitadores y espesadores, compresores, clarificadores, filtros prensa, tanques desoxigenadores, etc.), además de toda la tubería de proceso, charolas de cables y ductos para proveer energía eléctrica.
- Desmantelamiento de los techos, muros, planchas, diques y cimientos de las naves industriales que alojan los diversos equipos en las plantas de lixiviación dinámica.
- Desmantelamiento de los almacenes de las sustancias químicas utilizadas en los procesos: reactivo Dezo, cal, desincrustante y floculante, efectuando medidas de estabilidad química, física y recuperación de suelos en los sitios que demanden de estas acciones.
- Acopio, seccionado y traslado de los equipos y maquinaria pesada de carga y acarreo utilizados durante las operaciones de explotación y acarreo, incluyendo vehículos de supervisión, camiones mineros tipo dumper, cargadores, palas mecánicas, máquinas perforadoras montadas sobre plataformas, trackdrills, pipas de apoyo para el riego, camiones orquesta para provisión de combustibles y lubricantes, etc.
- Desmantelamiento de estructuras, andamios, barandales, techos y soportes de acero o lámina galvanizada de las áreas de proceso.
- Demolición de tolvas de concreto, mampostería y gaviones, incluyendo cimentaciones, planchas de concreto armado y diques de las plantas de trituración.
- Desmontaje y retiro de las torres de estructuras que soportan los equipos de trituración y cribado, junto con los sistemas de bandas transportadoras, rodillos, contrapesos, poleas de cabeza, cola y tensoras, módulos de chapulines móviles, así como de tolvas de compensación, chutes, electroimanes, sistemas de transmisión, motores y reductores de las bandas transportadoras.
- Demolición y disposición final de cimientos civiles que sirven de soporte de los diversos equipos, tanques de proceso y de las naves industriales de las plantas de recuperación y trituración, así como de lixiviación dinámica y de la planta de recuperación.
- Retiro completo de tuberías, postes, líneas, luminarias, instalaciones eléctricas, CCM, transformadores, arrancadores, botoneras y tableros de control, así como las diversas subestaciones de potencia y derivación.

- Desmantelamiento y retiro de cercados tanto en la mina subterránea como en las áreas industriales y de servicios que se encuentran y abren a superficie, excepto en las bocaminas y contrapozos de ventilación donde se mantendrán cercados y avisos preventivos.
- Retiro de tubería, válvulas y accesorios metálicos y plásticos de agua, aire comprimido y conductores de energía de la mina subterránea.
- Demolición y clausura de polvorines, como de estaciones de servicio remanentes de la mina subterránea.
- Implementación de medidas para prevenir la erosión hídrica y eólica, garantizando la estabilidad física de tepetateras y presa de jales.
- Acciones para minimizar la ocurrencia del potencial de generación de drenaje ácido y movilidad de metales y metaloides presentes en los minerales.
- Acopio y retiro de la diversa cancelería, ventanas, equipos y ductos de aire acondicionado, así como los muebles de las diversas oficinas, técnicas y administrativas.
- Acopio y retiro de toda la estantería y mesas de trabajo presente tanto en almacenes, como en talleres y áreas de oficinas técnicas o en cuartos de control.
- Acopio y retiro de refacciones en resguardo del almacén, incluyendo tuberías metálicas o de materiales de HDPE, PVC, PE, PCPE, acero al carbón, galvanizada y/o inoxidable; incluyendo válvulas y accesorios hidráulicos, componentes mayores de equipos, llantas, remanentes nuevos de bandas transportadoras, carcazas e impulsores de bombas de proceso, mallas de cribas y equipos nuevos sin uso, filtros, lonas de filtros prensa, tuberías, planchas y perfiles de acero como los demás componentes o equipos que estén en condiciones de uso y/o venta en otras Unidades Mineras del mismo consorcio o de terceros interesados.
- Desmontaje y retiro de los componentes de cocinas, mesas y sillas de las áreas de comedores, incluyendo los diversos utensilios, estufas, tanques de gas LP, hornos, vasos, recipientes y vajillas plásticas que se utilizan en los servicios de atención del personal.
- Desmontaje y retiro de equipos de laboratorio y su diversa instrumentación, incluyendo tanques de gases, parrillas de ataque, campanas y extractores, muebles, estantería, materiales de vidrio y otros enseres (cisternas, tinacos, tuberías plásticas y metálicas, bombas y equipos de precisión como balanzas granatarias y microbalanzas) que se utilizan en las determinaciones analíticas, con demolición de las planchas de concreto, muros de tablaroca aparentes y de construcción a base de ladrillo o concreto vaciado.
- Acopio y traslado de las sustancias químicas, residuos peligrosos y reactivos remanentes tanto de los procesos industriales, de la planta de recuperación, en las áreas de fundición y refinación, como también del laboratorio, talleres de mantenimiento y en el almacén de residuos peligrosos, siguiendo las directrices y protocolos para el manejo y disposición final de estos conceptos a través de transportes y empresas de servicio autorizadas por la Secretaría.

- Estabilidad física y recuperación de suelos de los diferentes trazos de caminos de acarreo y comunicación de la Unidad Minera, con actividades de nivelación y revegetación.
- Estabilización química, demolición y recuperación de trampas de grasas y aceites en sitios de talleres, incluyendo tanques de almacenamiento de aceites lubricantes e hidráulicos.
- Desmantelamiento del almacén de residuos peligrosos con aplicación de medidas de estabilidad química, física y recuperación de suelos que sea necesario.
- Desmontaje y retiro de tanques de servicio (agua industrial, combustibles de diésel y gasolina), incluyendo demolición de planchas y diques de concreto, retiro de tuberías, válvulas, conexiones y accesorios hidráulicos
- Desmantelamiento y demolición de las casetas y plumas de control que se encuentran en los accesos de la Unidad Minera.
- Desmontaje y retiro de trailas móviles y componentes de servicio que sirven para oficinas, almacenes y servicios (equipos de aire acondicionado, conductores, luminarias y cajas de control eléctrico).
- Clausura y retiro de servicios sanitarios, sistemas de fosas, tuberías y registros de descargas de aguas residuales sanitarias domésticas, celebrando reuniones con la autoridad municipal para determinar la viabilidad del probable aprovechamiento de la planta de tratamiento de agua en el lugar que se acuerde.

Por las características del sitio de las operaciones tras el cierre de la empresa minera en lo que concierne a los sitios de la mina subterránea, la planta de lixiviación dinámica como las diversas áreas relativas a las presas de jales, además de la infraestructura de servicios; no permite la posibilidad de destinarla otro tipo de uso del suelo, por lo que el Plan considera el retiro y desmontaje total de toda la infraestructura, equipos, obras e instalaciones de servicios presentes en el lugar, incluyendo la planta de tratamiento de agua y otras facilidades que puedan utilizarse en otros lugares o asentamientos poblacionales.

Bajo esta consideración y debido a que la mayoría de los terrenos de la propiedad no será utilizada para alguna necesidad específica, en general se considera que la actividad más importante en la medida de lo posible consistirá en devolver a la zona y suelo del lugar los atributos ambientales similares a los originales.

Propuesta de cierre

Mina Subterránea

En el momento previo al cierre, las instalaciones de tuberías y conexiones de agua, aire comprimido y conductores eléctricos de los servicios que permanezcan al interior de la mina subterránea serán desmantelados y retirados.

Los equipos extractores de ventilación, estaciones de transformadores y cajas de conexiones eléctricas, serán retirados, mientras que los cercados y avisos de seguridad de la bocamina, contrapozos, túneles, y demás obras mineras, serán supervisados para garantizar la

delimitación y seguridad de cierre en las obras de riesgo, permaneciendo y dando mantenimiento en el futuro a todos los señalamientos y/o estructuras de cercados de los contrapozos que abren a superficie, por lo que será importante prever la contratación por dos años de una cuadrilla de trabajadores, quienes estarán a cargo de las revisiones y mantenimiento de cercos, letreros, etc.

En su caso, las infiltraciones naturales de agua superficial que se llegarán a reclamar hacia el interior de la mina serán analizadas para permitir el libre flujo en condiciones de equilibrio. La madera remanente al interior de la mina y los residuos de conductores, cajas de cartón del polvorín y oficina, serán objeto de limpieza y retiro, clausurando la entrada del túnel.

Las instalaciones superficiales serán desmanteladas y demolidas, restaurando y estabilizando el sitio.

Todos los puntos de ingreso u obras con salida a superficie serán tapados y/o asegurados mediante cercados y parrillas de acero resistentes que impidan riesgos de acceso o clausura de la ventilación, colocando avisos y señalamientos alusivos a la seguridad y estableciendo revisión y mantenimientos periódicos posteriores al cierre.

Tepetateras

Para estas áreas se llevarán a cabo actividades que incluirán en primera instancia la caracterización de los residuos conforme a los procedimientos de prueba de la NOM-157-SEMARNAT-2009 ya señalados en el apartado de estabilización física.

La valoración incluirá procedimientos para la toma de muestras representativas en las tepetateras, así como una valoración cualitativa de la calidad del agua de la zona bajo un programa de monitoreo, realizándose las pruebas y análisis por medio de laboratorios certificados por la EMA (Entidad Mexicana de Acreditación).

Dependiendo de las pruebas y resultados obtenidos, se tomarán las decisiones a que haya lugar para el control y estabilización química de los residuos mineros, o en su caso se pasará a las medidas de estabilización física.

Una vez que las obras cumplan con la estabilidad de taludes, bordes redondeados, plantilla reforestada y control de desvío ante eventos de escorrentía superficial (en función de los estudios recomendados en el apartado de estabilidad física). Las tepetateras deberán considerar taludes seguros y estables cercanos a pendientes de 2.5H:1V.

Durante la estabilización, las laderas expuestas serán contorneadas de forma irregular para que presenten un aspecto de inclinación natural en la medida de lo posible. En las laderas que superen los 30.48 metros (100 pies) de altura, se construirán bermas durante la etapa de estabilización física. Las cimas de las plantillas de vaciado serán escarificas para romper la compactación.

Donde sea necesario se colocará roca gruesa en laderas y cimas para crear terrenos con topografía variable y permitir la presencia de fauna y flora silvestres, reforestando el área de las obras.

El contorneado y la revegetación de dichas obras reducirán la filtración y el movimiento de agua en el interior de los depósitos, y en su lugar se esparcirá el agua por encima y hacia los alrededores.

Con base en estudio hidrológico de la zona, se podrían construir estructuras de control de sedimentos para limitar la escorrentía aguas abajo de las áreas afectadas. La escorrentía meteórica y la generación de lixiviados desde la parte inferior de los depósitos de agua se recolectará en dichas estructuras de control para prevenir la degradación potencial de los recursos aguas abajo de las obras.

Presa de Jales

En la presa se estuvieron disponiendo por tanto los residuos de jales provenientes de la lixiviación dinámica, debiendo proseguir a futuro con la caracterización de los jales a través de laboratorios certificados e incrementos de muestreos representativos tanto de pulpa de jal a la salida del proceso (alimentación del tanque espesador lavador) como de compósitos de muestras procedentes de los taludes de la cortina, con objeto de verificar que se sostiene la no peligrosidad del jal para el material todo uno y si la cortina contenedora reporta la presencia de jal y se deben contemplar medidas por este aspecto, siempre que se reporten resultados positivos bajo los métodos de prueba de la NOM-141-SEMARNAT-2003. Cabe señalar que la actividad de muestreos en los taludes de la cortina para generar un compósito, se realizaría por única vez y se puede llevar a cabo en el presente con el único objetivo que se busca verificar, no obstante que la planta de lixiviación dinámica se encuentre temporalmente fuera de operación.

En su caso en los apartados de estabilización física, química y de recuperación se han recomendado las medidas de cierre que se recomienda llevar a cabo, incluyendo las que tomarían si en el tiempo el jal resultara peligroso, aspecto que en su caso se incluiría en el Plan de Restauración y Cierre Final previo al cese de las operaciones que se presentaría ante la Secretaría.

No obstante el clima seco del lugar, otro aspecto de interés es la realización del estudio hidrológico que se recomendó en el apartado de las tepetateras, ya que es una herramienta que permite contemplar la toma de decisiones sobre las obras o controles que en su caso resulten necesarios para eliminar posibles eventos de deslaves, pérdida de taludes o de reclamo y desviación no controlada de escurrimientos de agua de meteórica.

Los elementos de la presa (cortina contenedora, vaso de almacenamiento obra de toma de agua decantada –chino-), son conceptos que durante la etapa de cierre incluirán medidas de

aseguramiento para el control de la erosión, estabilidad de taludes, así como el monitoreo y control de los escurrimientos.

No obstante el clima seco del lugar se recomienda establecer una curva de drenaje para el agua drenada de la presa a partir del momento en que cesen las operaciones, realizando un seguimiento durante las etapas de post-operación, cierre y post-cierre, para contar con indicadores y evaluar el momento en que es conveniente iniciar de las actividades de estabilización y recuperación de la presa, debiendo incluir en la curva de drenaje los análisis de elementos de control del flujo recuperado, tales como pH, metales pesados, para los fines del seguimiento y las medidas de control que sean necesario establecer en el Plan definitivo.

Los resultados estadísticos y analíticos de los piezómetros que se vinculan con la presa de jales y los monitoreos periódicos del agua recuperada bajo análisis de los parámetros de la norma que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales (NOM-001-SEMARNAT-1996), coadyuvarán en la identificación y seguimiento de las concentraciones finales resultantes y en el seguimiento de la curva de drenaje.

Los taludes limítrofes serán redondeados y la superficie se dejará en un estado que sea compatible en la medida de lo posible con la topografía del entorno.

Calidad del agua drenada de la Presa de Jales
Agua Superficial
Las medidas de estabilización física para la nivelación y conformación de los contornos de las áreas con taludes pronunciados en las tepetateras, en la presa de jales como en las plantillas y terraplenes creados para la construcción de las diferentes instalaciones de proceso e infraestructura de servicios, promoverán que los recursos hídricos no se vean afectados. El agua superficial resultante que fluya de la zona deberá ser de una calidad y caudal semejante a las del agua presente en la zona para las condiciones previas que se tenían antes de las actividades industriales y de explotación que se llevan a cabo en el lugar.

Para verificar este aspecto, se debe implementar el programa de monitoreo de aguas superficiales y subterráneas en la Unidad Minera, estableciendo puntos de monitoreo y tomando muestras "blanco" en zonas donde los impactos hacia el recurso hídrico aún no están presentes por causas de las propias operaciones, realizando un seguimiento estadístico y comparando los resultados para establecer indicadores que permitan inferir si se está presentando una correlación y vinculación entre el agua superficial natural y las actividades mineras.

<u>Edificios e Instalaciones Complementarias</u>
La promovente desmantelará y retirará toda la infraestructura presente en áreas relacionadas con las operaciones y predio de la Unidad Minera.

Aproximadamente dos años antes del cierre, la empresa realizará consultas y reuniones para determinar y acordar en conjunto con las autoridades del lugar si los habitantes querrán disponer de algún tipo de infraestructura o instalación que tenga un sentido social.

En caso de darse un cierre prematuro o no planeado de la mina, se asume igualmente que todas las instalaciones serán demolidas, retiradas y los cimientos utilizados en las mismas medidas de estabilización física del predio minero.

Edificios
Durante la etapa de cierre los cuerpos de oficinas serán desmantelados y demolidos, recuperando previamente el mobiliario y equipos para ser puestos en venta o transferidos a otras operaciones.

Los cimientos de hormigón, serán demolidos y, de ser viable, dispuestos dentro de la mina subterránea o en su defecto en los sitios que la autoridad correspondiente determine.

Una vez que las operaciones de demolición y recuperación se hayan completado, las áreas afectadas serán escarificadas y sujetas a las medidas de estabilidad física, recuperación de suelos y revegetación. En el presente Plan se contempla por tanto un desmantelamiento y demolición total de este tipo de infraestructuras de servicios de apoyo, mientras que las oficinas habilitadas en trailas móviles serán igualmente retiradas.

Líneas y estructuras de conducción eléctrica
La afectación de áreas debido a la construcción de líneas de transmisión eléctrica será revisada, aplicándose las medidas de restauración correspondientes que apliquen según el caso y de manera previa a la etapa de cierre.

De ser posible al término de las operaciones los transformadores, circuitos, postes, estructuras y cables de retenidas, los cables elevados y las cercas de las subestaciones eléctricas relacionadas a los procesos, serán desmanteladas y retiradas para transferirse a otros procesos, evaluando si la CFE puede utilizar parte de estos componentes en otras poblaciones o comunidades.

Descargas de aguas residuales
Cuando finalice su uso, un contratista retirará las líneas de tubería de aguas residuales, cancelando las descargas y sus registros previa estabilización con cal, mientras que la planta de tratamiento de aguas residuales será desmantelada y desmontada para su reutilización, previendo la posibilidad de establecer reuniones con las autoridades locales para su uso.

Desmantelamiento de áreas de almacenamiento y preparación de reactivos
Una vez que se retire cualquier inventario residual de reactivos, las instalaciones de almacenamiento serán estabilizadas conforme a cada sustancia química, prosiguiendo con el desmantelado del almacén y demolido de los cimientos.

Los equipos, tuberías y tanques de las áreas de preparación, serán sujetos a estabilización química antes de su desmontaje y desmantelamiento. Para la neutralización y lavado de estas áreas se utilizarán los flujos de estabilización química que serán utilizados también en la planta de lixiviación dinámica, por lo que las instalaciones relativas a la preparación y los equipos y tubería en contacto con las sustancias y sus soluciones, será descontaminadas y tratadas de manera integral.

Sustancias químicas y residuos peligrosos

Durante el cierre, cualquier inventario remanente de sustancias químicas o reactivos de los procesos y de las etapas de recuperación y fundición, incluyendo los reactivos utilizados en los laboratorios, explosivos u otros materiales de riesgo, serán retirados de la zona por un contratista y proveedores autorizados transfiriendo las sustancias susceptibles de uso a otras unidades del consorcio minero.

Los residuos peligrosos, tales como baterías, aceite usado y materiales impregnados con hidrocarburos (franelas, estopas, mangueras, etc.), serán manejados y tratados por contratistas autorizados siguiendo los protocolos que tiene vigentes la mina.

Los suelos contaminados con hidrocarburos serán manejados como residuos peligrosos y enviados a tratamiento o disposición final de conformidad con la Normatividad en la materia. Los materiales analíticos como estándares, compuestos sólidos y reactivos líquidos, serán retirados y reutilizados en otras operaciones o dispuestos para su venta a través de los propios proveedores.

Equipos de laboratorio

Durante el cierre, los equipos de laboratorios serán retirados de la zona al igual que los equipos industriales por medio de transporte y contratista autorizado, para fines de su reutilización en otras operaciones o dispuestos en venta.

MONITOREO Y MANTENIMIENTO POST-CIERRE

Después del cierre de la mina, se conservará una cuadrilla de trabajadores para realizar el mantenimiento a cercados, bermas, diques y obras de desvío, incluyendo avisos relativos a zonas de riesgo, inspeccionando la zona y llevando a cabo otras actividades de monitoreo necesarias para el periodo post-cierre, como es el seguimiento de la revegetación para asegurar la sobrevivencia y otros conceptos de monitoreo que es necesario realizar antes de que se presente la etapa de abandono.

La calidad del agua superficial y subterránea después del término de la explotación, será monitoreada de acuerdo con los requerimientos establecidos y que se comenzará a realizar dos años antes de que se llegue al término de las operaciones, con el fin de incluir las opiniones del personal de la operación y las recomendaciones que se deriven de estudios o análisis realizados por expertos.

En razón de que el agua es el elemento por cuya movilidad se puede mantener una eventual migración de contaminantes hacia el suelo, subsuelo y en su caso corrientes superficiales o subterráneas, se asumen los criterios de calidad del agua que pueda ser drenada o de contacto (con presas de jales y, tepetateras) establecidos por la Norma Oficial Mexicana aplicable los límites máximos permisibles en las descargas de aguas residuales (NOM-001-SEMARNAT-1996), realizando las actualizaciones o ajustes necesarios conforme se presenten nuevas disposiciones en la Normatividad Mexicana vigente en su momento.

Con respecto a las especies vegetales que serán plantadas durante las actividades de recuperación de suelos, el monitoreo se realizará anualmente, mediante sitios de muestreo elegidos de manera sistemática, pretendiendo tomar una muestra igual o mayor al 15% de la población. La meta de sobrevivencia se mantendrá en el 90%.

En relación a los taludes y laderas de las obras que requieren de estabilización física (tepetateras y presa de jales), se realizarán actividades de muestreo de manera anual durante dos años posteriores a la etapa de post-cierre, la cual conlleva el seguimiento de la calidad de los drenajes resultantes. Si se presentan índices importantes de erosión y/o deslizamientos en este tipo de obras, se colocarán bermas de materiales graduados (roca y piedra acomodada) sobre los pateos de los monolitos, previéndose que durante los dos primeros años el grado de erosión pueda ser relativamente significativo, hasta el punto en que se alcance una consolidación y compactación natural, con un equilibrio y sobrevivencia de las especies vegetales que hayan sido revegetadas.

III.2.7. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.

Generación de residuos sólidos:

Se estima que para la operación del Proyecto se tendrá una generación de:

- Residuos Sólidos Domésticos: generación de 36.95 toneladas al año aproximadamente.
- Residuos de Manejo Especial: 28.49 toneladas aproximadas al año.
- Residuos Peligrosos: se estima generar en la etapa de operación hasta 14.27 toneladas al año.

Los residuos sólidos urbanos que se generen serán principalmente domésticos. Se estima una generación de 3,079 kilogramos al mes. Para su manejo se contará con un almacén de residuos sólidos urbanos y se colocarán botes de 200 litros de capacidad, para posteriormente transportar los residuos de manera periódica a la cabecera municipal de Guanaceví, y luego ser trasladados a la estación de transferencia municipal.

En relación a los residuos de manejo especial, se generarán aproximadamente 2,374 kg de residuos al mes. Estos se colectarán para su posterior reciclaje.

En cuanto a residuos peligrosos, se estima una generación de 1,189 kg al mes. Para su manejo se tiene considerado la construcción de un almacén de residuos peligrosos, cuyas características se describen en el presente Estudio. Así mismo, se tiene considerada la construcción de un almacén y despacho de combustible, el cual alojará un tanque de almacenamiento, con fosa de derrames.

Es importante considerar que, de acuerdo a los resultados del análisis de peligrosidad de los jales de Guanaceví obtenidos en pruebas de laboratorio, se determina que los jales no son peligrosos por extracto PECT ni por potencial de generador de drenaje ácido.

Cabe señalar que para todos los residuos que se generen, se seguirán las directrices y protocolos para el manejo y disposición final según el tipo de residuo, y su disposición final se hará a través de transportes y empresas de servicio autorizadas por la Secretaría.

Generación de residuos líquidos:
La generación de residuos líquidos será la proveniente del uso de sanitarios, regaderas, lavamanos, tarjas, grifos, etc. Las aguas negras serán descargadas en la planta de tratamiento que será instalada en el recinto minero, la cual tendrá una capacidad para tratar un gasto de 2.5 lps, equivalente a descarga de 1080 personas.

Generación de emisiones a la atmósfera:
La generación de emisiones estará presente durante las diferentes etapas del proyecto, ya que serán generadas por la combustión de la maquinaria y equipo; dichas emisiones estarán compuestas por hidrocarburos no quemados, CO_2 y CO. Por ello, se tiene considerado realizar mantenimiento preventivo para evitar niveles de contaminantes superiores a los establecidos en la normatividad.

En cuanto a la emisión de partículas en suspensión, se cubrirá a los vehículos de acarreo con lona para evitar la dispersión de partículas, y en caso necesario se humedecerá la superficie por donde circule la maquinaria para evitar partículas suspendidas.

III.2.8. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos.

Dada la cercanía del proyecto a la cabecera municipal de Guanaceví, se cuenta con la infraestructura necesaria para el manejo y disposición adecuada de los residuos. En caso necesario, se contratará a una empresa especializada en el manejo de residuos a disponer, de acuerdo a la normatividad vigente y según lo dispongan las autoridades.

IV. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

El proyecto sometido a autorización es una actividad lícita permitida por la Constitución Política de nuestro país pues en su artículo 25 prevé que corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable y que mediante la competitividad se genere un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo.

Este ordenamiento dispone que "Bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente".

En este contexto puede sostenerse que el uso de los recursos productivos al alcance de los particulares es un derecho protegido por la constitución, cuya única limitante la constituye la modalidad que le puede ser impuesta por el interés público.

En el presente proyecto se cumple plenamente con esta condición, pues la modalidad impuesta la constituye precisamente la obligación de someter a autorización la realización de las actividades propuestas.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

El proyecto sometido a autorización cae en el supuesto que prevé el artículo 28 fracción VII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, toda vez que la realización de un cambio de uso de suelo es una actividad permitida, siempre y cuando se someta a la previa autorización de esa Secretaría.

En este contexto, en el marco de las garantías de libertad que prevé la Constitución Política de nuestro país, estas libertades solamente pueden limitarse en el caso de que se pretendan realizar actividades prohibidas por la propia Constitución o sus leyes reglamentarias.

El proyecto propuesto no violenta ningún ordenamiento legal, ni es una actividad prohibida por los ordenamientos legales en mención, pues constituye una actividad productiva lícita que producirá beneficios económicos directos e indirectos a la región.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

La actividad propuesta en la presente solicitud se encuentra prevista en los artículos 3° fracción I Ter y 5° Incisos L) fracción I y O) fracciones I y II del Reglamento de la Ley General

del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental como una actividad lícita, cuya realización debe sujetase a la autorización previa en materia de impacto ambiental.

En este sentido, el cambio de uso de suelo e instalación de obras para la explotación de minerales y sustancias reservadas a la federación, así como su infraestructura de apoyo, actualiza el supuesto contenido en el artículo 10 fracción II, en relación con lo dispuesto por el artículo 11 último párrafo del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, pues no encuadra en ninguna de las cuatro fracciones que señala el mismo precepto legal. En este contexto, la presente solicitud cumple cabalmente con todos y cada uno de los requisitos que se establecen en el artículo 12 del mismo ordenamiento.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

El cambio de uso de suelo es una actividad prevista y permitida por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Si bien es cierto, que esta actividad sólo puede ser autorizada por excepción cuando se cumple con las condiciones que se señalan en su artículo 93, también lo es que no es una actividad prohibida por dicho ordenamiento.

En el proyecto sujeto a autorización se cumple cabalmente con todos y cada uno de los requisitos legales que al efecto establece este precepto para su autorización.

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

El proyecto sometido a autorización se ajusta a lo señalado por el artículo 139 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, pues además de la solicitud planteada en materia de evaluación del impacto ambiental, también se procederá a la solicitud de autorización en materia de cambio de uso de suelo.

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

De acuerdo al POEGT, el área del proyecto se ubica en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 91, Meseta Chihuahuense Sur, Región Ecológica 9.17.

Escenario al 2033: Inestable.
Política Ambiental: Aprovechamiento sustentable.
Prioridad de Atención: Baja.

Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
Forestal	Minería - Preservación de Flora y Fauna	Agricultura - Ganadería - Poblacional	Pueblos Indígenas	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Elaboración propia.

ESTRATEGIAS SECTORIALES

Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio.

A) Preservación.

1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.
2. Recuperación de especies en riesgo.
3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.

B) Aprovechamiento sustentable.

4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.
5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.
6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.
7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.
8. Valoración de los servicios ambientales.

C) Protección de los recursos naturales.

12. Protección de los ecosistemas.
13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.

D) Restauración.

14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.

E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.

15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.

15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.

Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana.

E) Desarrollo social.

33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.

34. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de

recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.

35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.

36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.

37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.

38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.

40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.

41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.

Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

A) Marco Jurídico.

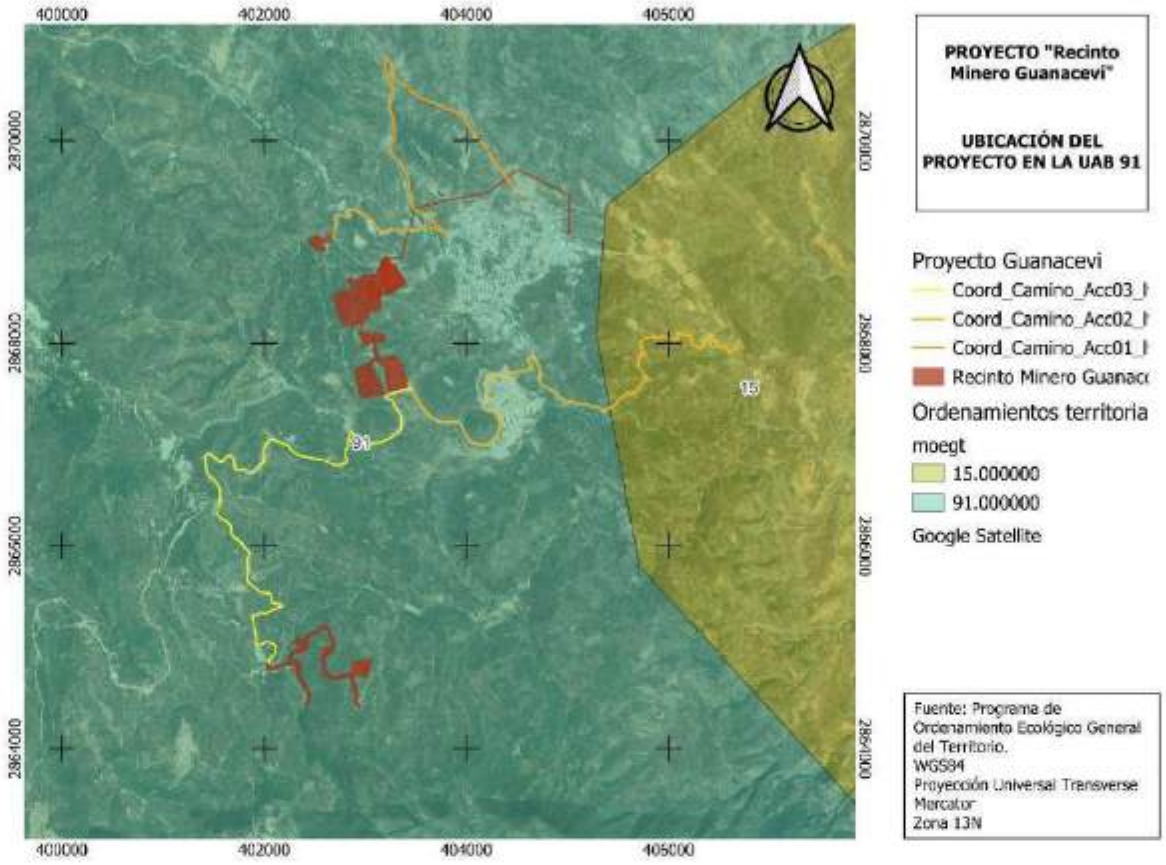
42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.

B) Planeación del Ordenamiento Territorial.

43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.

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.

Figura 71. Ubicación del proyecto en la UAB 91.



Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Elaboración propia.

Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Durango (2023-2028)

En el Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Durango se mencionan los siguientes Ejes – Temas para el Municipio de Guanaceví:

Eje Durango Solidario, Inclusivo y con Bienestar Social

1) Fin de la pobreza.
2) Hambre cero.
3) Salud y bienestar.
4) Educación de calidad.
5) Igualdad de género.
6) Agua limpia y saneamiento.
8) Trabajo decente y crecimiento económico.

11) Ciudades y comunidades sostenibles.
16) Paz, justicia e instituciones sólidas.

Eje Durango Competitivo, Próspero y de Oportunidades

1) Fin de la pobreza.
2) Hambre cero.
7) Energía asequible y no contaminante.
8) Trabajo decente y crecimiento económico.

Eje Durango Seguro, Respetuoso y en Paz

5) Igualdad de género.
11) Ciudades y comunidades sostenibles.
16) Paz, justicia e instituciones sólidas.

Eje Durango Sostenible, Ordenado y con Calidad de Vida

4) Educación de calidad.
6) Agua limpia y saneamiento.
7) Energía asequible y no contaminante.

Eje Durango Integrado, con Infraestructura y Servicios de Calidad

6) Agua limpia y saneamiento.
11) Ciudades y comunidades sostenibles.
16) Paz, justicia e instituciones sólidas.

Eje Gobierno Responsable, Comprometido y de Resultados

16) Paz, justicia e instituciones sólidas.

Plan Estratégico de Durango 2040

El proyecto, al estar en el Municipio de Guanaceví, se ubica en la Región Noroeste del Estado de Durango, según el Plan Estratégico de Durango 2040.

Figura 72. Ubicación del proyecto en la Región Noroeste del Estado de Durango.

Fuente: Información presentada durante la mesa de trabajo por la Dirección de Planeación de la Coordinación del Gabinete en el Estado de Durango 2021.

Fuente: Plan Estratégico de Durango 2040.

Para esta Región se tienen los siguientes Proyectos Propuestos para alcanzar la visión de la mesa de análisis estratégica de la Región Noroeste:

- Implementación del Plan Cero Rezago en materia de servicios básicos (agua entubada, drenaje y electrificación).
- Implementación de un programa regional de obras de captación de agua de lluvia para el uso doméstico y de consumo humano en las localidades dispersas de la zona serrana.
- Construcción y puesta en marcha de un centro de investigación interdisciplinario para el desarrollo regional del Noroeste.
- Construcción del eje carretero tipo A2: Santiago Papasquiaro-Culiacán-Gómez-Parral.

- Instalación de una planta de alimento ganadero que utilice los granos básicos de la región.
- Construcción y puesta en marcha de un centro de alto rendimiento deportivo.
- Ampliación de la carretera principal Durango-Tepehuanes.
- Creación de una red de prestadores de servicios de turismo.
- Construcción de dos Centros de Rehabilitación y Educación Especial (CREE) en el municipio de Santiago Papasquiaro y Tamazula.
- Programas de infraestructura educativa en la región Noroeste.
- Construcción de un Centro Cultural Regional.
- Construcción del Hospital Regional del Noroeste con Servicio de Especialidad.

Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango (2016)

El programa de ordenamiento ecológico del estado de Durango publicado en el periódico oficial del estado el día 15 de enero de 2009, se considera un documento de carácter indicativo y dirigido fundamentalmente a las entidades de gobierno con el propósito de generar políticas de uso bajo el principio de desarrollo sustentable, como se indica en el apartado de introducción visible en la página 2 de la publicación.

En este sentido, en el apartado de caracterización visible en la página 15 de la publicación reconoce como una de las 19 regiones minerales al municipio de Guanaceví, susceptible de aprovechamiento comercial de la minería como una de las actividades del sector secundario.

En este sentido, resulta importante destacar que el programa de ordenamiento ecológico en análisis no establece ninguna prohibición o restricción para la realización de las actividades planteadas en el presente estudio, lo cual se reitera con la publicación en el periódico oficial del estado el día 8 de septiembre de 2016 mediante el cual se actualizó el programa de ordenamiento ecológico del estado de Durango.

De acuerdo al POEED, el área del proyecto se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 56, Superficie de Gran Meseta 11.

Municipios que abarca:
Canelas; Guanaceví; Ocampo; Otáez; San Bernardo; Santiago Papasquiaro; Tepehuanes; Topia.

Impactos ambientales potenciales:
Vegetación susceptible de cambio: Bosque; Pastizal.

Aptitudes sectoriales:

- Conservación de la Biodiversidad: Alta: 3%; Media: 97%.
- Forestal Maderable: Alta: 6%; Media: 61%; Baja: 33%.

ESTRATEGIA ECOLÓGICA

- Política ambiental: Conservación.
- Usos a promover: Conservación de la Biodiversidad; Aprovechamiento Forestal Maderable
- Lineamiento ambiental: Se mantiene el desarrollo de actividades de aprovechamiento forestal maderable sustentable, manteniendo la cubierta de vegetación natural descrita en la UGA.
- Criterios de regulación ecológica: BIO01; FORM01; FORM02; FORM03; FORM04; FORM05; URB08.

CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA

CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD				
CLAVE	**CRITERIO DE REGULACIÓN**	**SUSTENTO TÉCNICO**	**FUNDAMENTACIÓN LEGAL**	**REGLA DE ASIGNACIÓN**
BIO01	Se deberán fomentar Programas interinstitucionales enfocados a la reintroducción de flora y fauna nativa en aquellas áreas donde hayan sido desplazadas o afectadas por actividades previas.	En un tiempo relativamente corto la vegetación de México ha sufrido extensas alteraciones antrópicas. Los programas de reforestación han hecho uso principalmente de especies de árboles exóticos mundialmente conocidos y algunas especies nativas biológicamente mal conocidas, lo que ha impedido que se tenga algún éxito en los propósitos de restauración ecológica. Los bosques de especies exóticas se transforman por lo general en "desiertos verdes" que no permiten la subsistencia de la gran mayoría de las especies locales de plantas y animales. A pesar de que en la gran mayoría de las superficies muy alteradas no lograremos ya recuperar lo que antes existía, es aún posible	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, artículo, 79 fracción I. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, artículo 33, fracción XI; 77; 86 y 131.	UGA con uso a promover de Conservación de la Biodiversidad y Política Ambiental de Protección y/o Restauración.

CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD				
CLAVE	**CRITERIO DE REGULACIÓN**	**SUSTENTO TÉCNICO**	**FUNDAMENTACIÓN LEGAL**	**REGLA DE ASIGNACIÓN**
		inducir el desarrollo de una vegetación protectora que permita conservar e incrementar la fertilidad del suelo y parte de la diversidad de plantas y animales. Un recurso fundamental para lograr lo anterior lo constituyen las especies vegetales herbáceas y leñosas nativas que tengan la potencialidad de crecer en zonas profundamente alteradas y que, con el tiempo, permitan la recuperación de la fertilidad del suelo, un microclima y un ciclo hidrológico similares a los originales y el restablecimiento de al menos parte de la flora y fauna nativa que aún sobrevive en algunos sitios (Vázquez Yanes, C., S/F).		

APROVECHAMIENTO FORESTAL MADERABLE				
CLAVE	**CRITERIO DE REGULACIÓN**	**SUSTENTO TÉCNICO**	**FUNDAMENTACIÓN LEGAL**	**REGLA DE ASIGNACIÓN**
FORM01	Los aprovechamientos forestales deberán buscar la permanencia de corredores faunísticos.	El beneficio tangible, en términos de servicios ambientales, que los corredores podrían proveer, por ejemplo, al proteger cabeceras de cuencas hidrográficas, bosques de galería que evitan la erosión fluvial, restitución de los stocks pesqueros, etc., y en general por ser un concepto que puede integrar el uso sostenible	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, artículo 80, Fracción I; VI; Ley General de Vida Silvestre, articulo 19 y 21.	UGA con uso a promover de Aprovechamiento Forestal Maderable.

APROVECHAMIENTO FORESTAL MADERABLE				
CLAVE	**CRITERIO DE REGULACIÓN**	**SUSTENTO TÉCNICO**	**FUNDAMENTACIÓN LEGAL**	**REGLA DE ASIGNACIÓN**
		de los recursos biológicos dentro del objetivo de mantener la conectividad o comunicabilidad entre fragmentos de un ecosistema o paisaje (Bennet, 2003).		
FORM02	Se deberán fomentar viveros en los que se propaguen las especies sujetas al aprovechamiento forestal.	La diversidad arbórea de México tiene entre sus componentes a un sinnúmero de especies de importancia forestal, entendiéndose esto último como poblaciones sujetas a un aprovechamiento y/o estudios que demuestran su importancia como reservas de genes con potencialidades actuales o futuras (Alba-Landa et al., 2008). La reproducción selectiva de especies forestales en vivero fomentará y promoverá un mejor aprovechamiento forestal al contar con disponibilidad de renuevos para la sustitución de los volúmenes que sean utilizados.	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, articulo, 132.	UGA con actividad forestal maderable y política de conservación; AFM a promover.
FORM03	Para el óptimo desarrollo de aprovechamientos forestales es necesario prevenir los incendios mediante la apertura de guardarrayas entre	Los incendios forestales constituyen uno de los principales agentes de perturbación de los ecosistemas del planeta, donde millones de hectáreas son afectadas cada año. La elevada presión	Ley de Desarrollo Forestal Sustentable, articulo 24, fracción II; 62, fracción XII; 112, fracción V y 124.	UGA con uso a promover de Aprovechamiento Forestal Maderable.

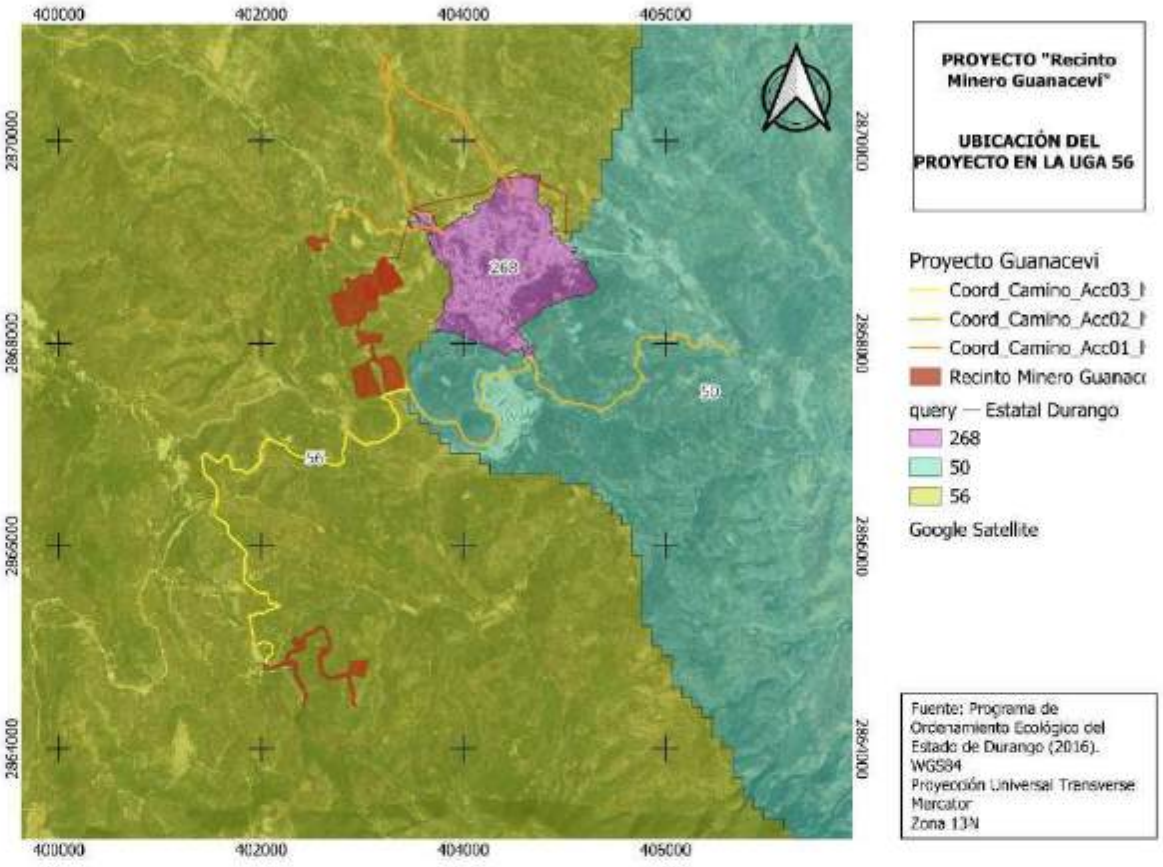
APROVECHAMIENTO FORESTAL MADERABLE				
CLAVE	**CRITERIO DE REGULACIÓN**	**SUSTENTO TÉCNICO**	**FUNDAMENTACIÓN LEGAL**	**REGLA DE ASIGNACIÓN**
	predios colindantes, limpieza y control de material combustible y la integración de brigadas preventivas.	de las actividades humanas y el calentamiento global están incrementando la frecuencia, intensidad y tamaño de estos incendios, con importantes consecuencias tanto para las comunidades naturales como para la sociedad en su conjunto (Pausas J.G, 2012).		
FORM04	En las zonas sujetas a aprovechamiento forestal se promoverá realizar labores de conservación de suelos.	Los suelos cumplen con diversas funciones que posibilitan la producción de alimentos, fibras y madera; mantienen la capacidad de retención de agua, regulan los gases de efecto invernadero y alojan una gran Biodiversidad, por lo que son esenciales para la sociedad (Blum et al.,2006, citado por Cotler, H., S. et al, 2015). Ante el contexto del cambio climático, el mantenimiento de estas funciones a través de prácticas de conservación, es cada vez más relevante, más aun cuando con ello se aumenta el secuestro de carbono y se propicia la adaptación de la sociedad y de los ecosistemas al cambio climático (Cotler, H., S. et al, 2015).	Ley de Desarrollo Forestal Sustentable, Artículo 55 y 62, fracción III. Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Durango, articulo, 12, fracción VII, XXXI; 46 y 72.	UGA con uso a promover de Aprovechamiento Forestal Maderable.
FORM05	En la apertura de caminos, durante los aprovechamientos	Las corrientes de agua son consideradas dentro de la normativa	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, articulo 7,	UGA con uso a promover de Aprovechamiento

APROVECHAMIENTO FORESTAL MADERABLE				
CLAVE	**CRITERIO DE REGULACIÓN**	**SUSTENTO TÉCNICO**	**FUNDAMENTACIÓN LEGAL**	**REGLA DE ASIGNACIÓN**
	forestales es necesario evitar la modificación u obstrucción de corrientes de aguas superficiales.	ambiental forestal como áreas de Protección forestal, por lo que se deberá considerar la no interrupción del flujo hídrico existente en las zonas que corresponda.	fracción II; Ley de Aguas Nacionales, artículo 119, fracción XIV.	Forestal Maderable.

URBANO				
CLAVE	**CRITERIO DE REGULACIÓN**	**SUSTENTO TÉCNICO**	**FUNDAMENTACIÓN LEGAL**	**REGLA DE ASIGNACIÓN**
URB08	Las localidades con poblaciones mayores a 1000 habitantes deberán contar con sistemas para el manejo y tratamiento de sus aguas residuales.	El tratamiento de las aguas residuales en México debe ser una de las principales estrategias para preservar la calidad del agua, mejorar la calidad de vida, proteger la salud pública y garantizar el desarrollo sustentable (Lahera Ramón, V., 2010).	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, artículo, 23 Fracción VII y IX; 120, Fracción II; 121; 122, Fracción I; 123; 124 y 133; Ley de Aguas Nacionales, artículo 29, Fracción XIV; 29, Bis Fracción II y III; 45; 46, Fracción V; 47; 47, Bis; 85 y 88 Bis 1; Ley de Gestión Ambiental Sustentable para el Estado de Durango, artículo 85, Fracción III y 86.	UGA con poblaciones mayores a 1000 habitantes.

Fuente: Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango, 2016.

Figura 73. Ubicación del proyecto en la UGA 56.



Fuente: Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango, 2016.

NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

Las normas oficiales mexicanas relacionadas con el proyecto se enlistan a continuación:

Para la protección de la flora y la fauna:

- NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo.

Para prevenir la contaminación del aire y control de ruido:

- NOM-041-SEMARNAT-2006, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes de escapes de vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

- NOM-045-SEMARNAT-2006, Protección ambiental – Vehículos en circulación que usan diesel como combustible – Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.
- NOM-080-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

Para prevenir la contaminación por la generación de residuos provenientes de la minería:

- NOM-141-SEMARNAT-2003, Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales.
- NOM-157-SEMARNAT-2009, Que establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros.

Para la protección del personal en la fuente de trabajo:

- NOM-002-STPS-2000, Condiciones de seguridad – Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.
- NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.
- NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.
- NOM-017-STPS-2001, Equipo de protección personal – Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.

V. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto.

V.1. Delimitación del área de estudio.

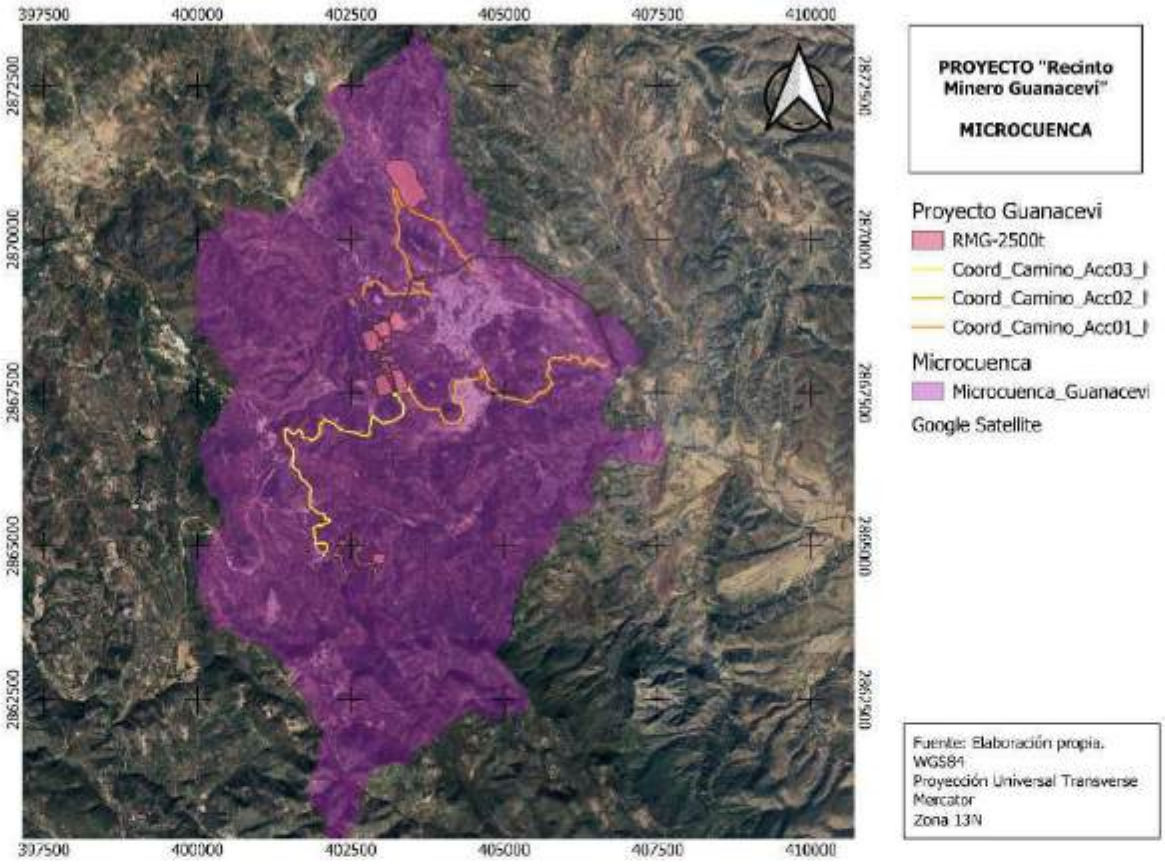
Si bien el significado de cuenca hidrográfica es de conocimiento público, es importante remarcar la necesidad de considerar la microcuenca (sistema ambiental) bajo un enfoque social, económico y operativo, además del enfoque territorial e hidrológico tradicionalmente utilizado. De esta manera, la microcuenca se define como una pequeña unidad geográfica donde vive una cantidad de familias que utiliza y maneja los recursos disponibles, principalmente suelo, agua y vegetación.

Cabe destacar que en la microcuenca ocurren interacciones indivisibles entre los aspectos económicos (relacionados a los bienes y servicios producidos en su área), sociales (asociados a los patrones de comportamiento de las poblaciones usuarias directas e indirectas de los recursos de la cuenca) y ambientales (vinculados al comportamiento o reacción de los recursos naturales frente a los dos aspectos anteriores). Por ello, la planificación del uso y manejo de los distintos recursos en la microcuenca debe considerar todas estas interacciones.

De esta manera, cuando se busca conciliar e integrar los objetivos de producción y protección de los recursos naturales, tomar la microcuenca como ámbito de planificación de las acciones resulta ser la mejor opción técnica y estratégica para introducir cambios en los sistemas de producción y el manejo de los temas ambientales.

Para el establecimiento del Sistema Ambiental del presente proyecto se utilizó el Sistema de ArcView 3.2 con apoyo de la capa de los arroyos del Estado de Durango. Una vez agregada la capa mencionada, se agregaron los polígonos del proyecto, y se procedió a realizar el delineado del área de estudio, cuya superficie total de la corresponde a 5,349.36 Ha. Ésta se presenta a continuación.

Figura 74. Sistema Ambiental.



Fuente: Elaboración propia.

V.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental.

V.2.1. Aspectos abióticos.

a) Clima.

Tipo de clima

De acuerdo al INEGI, el 40% del territorio de Durango presenta clima seco y semiseco, el 34% se encuentra clima templado subhúmedo, 14% presenta clima muy seco, el 11% cálido subhúmedo y en el restante 1% templado húmedo. La temperatura media anual es de 17°C. La temperatura promedio más alta es mayor a 31°C, se presenta en los meses de mayo y junio y la más baja, alrededor de 1.7°C, en el mes de enero. Las lluvias se presentan en verano, principalmente en los meses de julio y agosto la precipitación media del Estado es de 500 mm anuales.

Así mismo, el Municipio de Guanaceví presenta los siguientes tipos de clima: Semifrío subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (50.5%), templado subhúmedo con

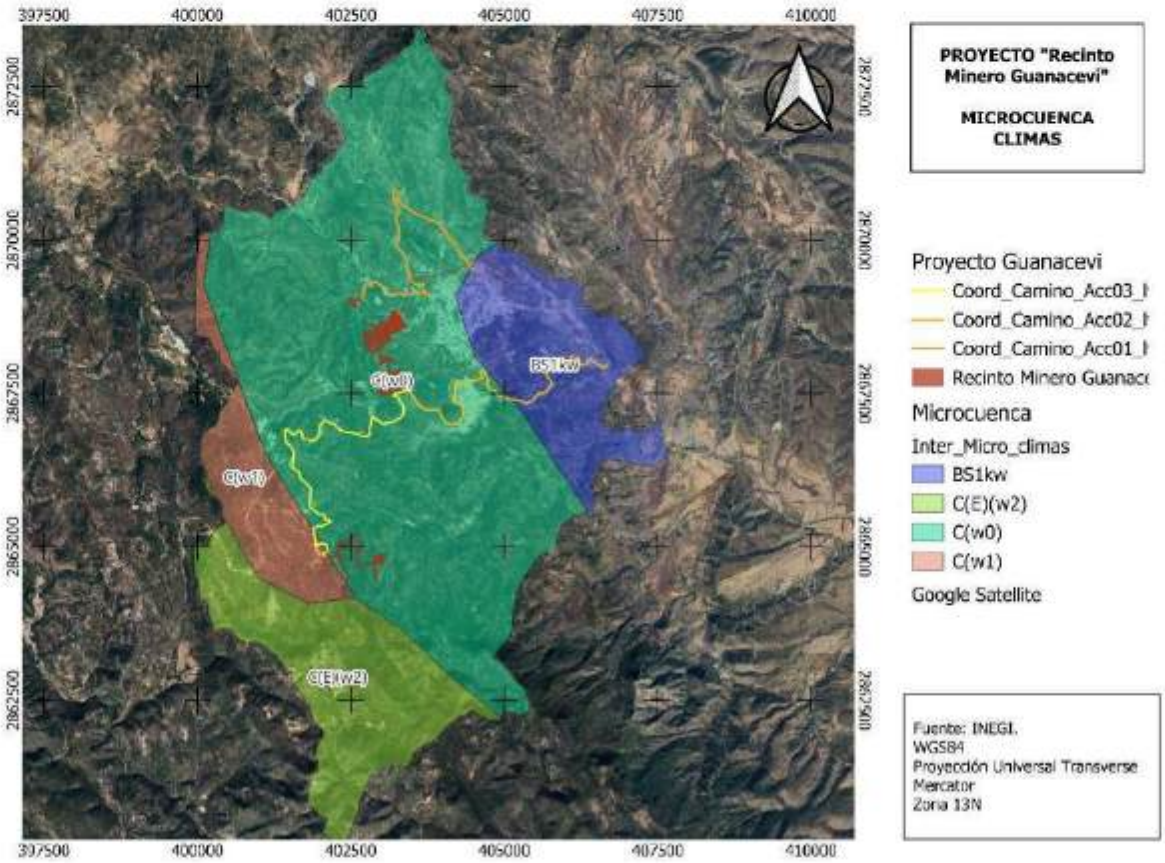
lluvias en verano, de menor humedad (22.22%), templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (12.82%), semiseco templado (9.83%), templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (3.82%), semifrío subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (0.72%) y semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (0.09%) (INEGI, 2010).

El área de estudio presenta 4 tipos de clima (de acuerdo a la clasificación de Köppen, modificado por Enriqueta García):

1) BS1kw, *clima semiseco templado con lluvias en verano con porcentaje de lluvia invernal de 5 a 10.2 mm.*
2) Cw(0), clima *templado subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad.*
3) Cw(1), clima *templado subhúmedo con lluvias en verano de humedad media.*
4) C(E)(w2), clima *semifrío subhúmedo con lluvias en verano de humedad alta.*

La distribución de los tipos de clima en el área de estudio se puede ver en la siguiente Figura.

Figura 75. Tipos de clima en el Sistema Ambiental.



Fuente: Carta de Unidades Climáticas, INEGI. Elaboración propia.

Con relación a los valores que nos permiten determinar las condiciones climáticas de la zona de estudio, se tomó como referencia la estación climatológica 10029 (Guanaceví), administrada por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), dependiente de la Comisión Nacional del Agua, por ser la más cercana al área del proyecto.

Tabla 11. Estación meteorológica Guanaceví.

Nombre	ID	Municipio	Coordenadas			Coordenadas UTM	
			Latitud	Longitud	Altitud	X	Y
Guanaceví	10029	Guanaceví	25.933	-105.952	2,099	404702.72	2868615.46

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, CONAGUA. Elaboración propia.

La temperatura máxima promedio de 1922 al 2018, en la Estación Guanaceví es de 23.4°C, mientras que la mínima promedio en el mismo período es de 6.5°C. Los datos tomados de la Estación 10029, se presentan a continuación.

Tabla 12. Temperaturas máximas en la Estación 10029.

Mes	Año Inicio	Año Fin	Núm. Años	Valor Máximo	Fecha Máxima	Se ha Repetido	Valor Mínimo	Fecha Mínima	Se ha Repetido	Valor Medio	Desv. Estándar
Ene	1923	2018	93	28.2	08/01/1935	No	-4	05/01/1947	No	17.5	3.9
Feb	1923	2018	92	30	27/02/1952	Sí	2	01/02/2012	No	19.3	3.8
Mar	1923	2018	91	32	28/03/1952	No	2	17/03/2014	No	22.1	3.6
Abr	1923	2018	92	35	30/04/1952	No	8	11/04/1978	No	25	3.2
May	1923	2018	93	39	08/05/1952	Sí	15	29/05/1931	Sí	27.9	3
Jun	1922	2018	92	39	07/06/1952	Sí	13.2	07/06/1975	No	29.4	3.2
Jul	1922	2018	93	37	27/07/2003	No	14	19/07/2013	No	26.5	3
Ago	1922	2018	93	38	03/08/2003	No	16	28/08/1944	No	25.9	2.8
Sep	1922	2018	93	33.5	15/09/1927	Sí	0	30/09/2014	No	24.6	3.3
Oct	1922	2018	93	31	02/10/1999	Sí	8	29/10/1980	Sí	23.5	3
Nov	1922	2018	92	29	01/11/1950	No	0	25/11/2014	No	21	3.6
Dic	1922	2018	91	29	04/12/1925	Sí	0	17/12/1925	Sí	17.7	3.8
			Promedio	**33.4**		**Promedio**	**6.2**		**Promedio**	**23.4**	

Fuente: Sistema Meteorológico Nacional, CONAGUA, Elaboración propia.

Tabla 13. Temperaturas mínimas en la Estación 10029.

Mes	Año Inicio	Año Fin	Núm. Años	Valor Máximo	Fecha Máxima	Se ha Repetido	Valor Mínimo	Fecha Mínima	Se ha Repetido	Valor Medio	Desv. Estándar
Ene	1923	2018	93	11	24/01/1976	No	-16	28/01/2016	No	-0.1	3.8
Feb	1923	2018	92	21	29/02/2012	No	-17	05/02/2011	No	1.4	3.6
Mar	1923	2018	91	13	29/03/1925	Sí	-13	10/03/2016	No	3.5	3.4
Abr	1923	2018	92	18	26/04/1976	No	-5	02/04/2016	Sí	6.4	3.3
May	1923	2018	93	18.5	22/05/1998	Sí	-4	01/05/2015	No	9.1	3.2
Jun	1922	2018	92	21	29/06/1969	No	0	12/06/2016	No	12.2	2.8
Jul	1922	2018	93	20	02/07/1928	No	4	24/07/2015	Sí	12.4	2.3
Ago	1922	2018	93	18	10/08/2016	No	3	04/08/1936	Sí	11.9	2.2
Sep	1922	2018	93	17	03/09/1999	No	0	26/09/2016	Sí	10.6	2.7
Oct	1922	2018	93	16	02/10/1925	No	-5	20/10/1967	No	7.1	3

Mes	Año Inicio	Año Fin	Núm. Años	Valor Máximo	Fecha Máxima	Se ha Repetido	Valor Mínimo	Fecha Mínima	Se ha Repetido	Valor Medio	Desv. Estándar
Nov	1922	2018	92	14	03/11/1974	No	-14	14/11/2018	No	3.2	3.5
Dic	1922	2018	91	11	30/12/1944	Sí	-15	28/12/2015	No	0.6	4
			Promedio	**16.5**		**Promedio**	**-6.8**		**Promedio**	**6.5**	

Fuente: Sistema Meteorológico Nacional, CONAGUA, Elaboración propia.

En cuanto a la precipitación pluvial, el Sistema Ambiental presenta un claro régimen de lluvias de verano, ya que las máximas precipitaciones ocurren durante los meses de junio a septiembre. Como se puede ver en la Tabla siguiente, la precipitación promedio anual es de 601.21 mm.

Los datos de precipitación se presentan a continuación.

Tabla 14. Precipitación mensual en la Estación 10029.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	MEDIA	MESES
1922						70.6	214.2	56.3	131.5	48.2	5.3	0	526.1	75.2	7
1923	6.3	0	18.4	0	2.2	94.8	93.5	225.5	157.8	33.6	75	134.2	841.3	70.1	12
1924	33	0	12.8	0	0	31.8	185.8	101.9	125.8	30.9	3	10.7	535.7	44.6	12
1925	0	0	11.2	0	0	131.3	122.9	188.7	86.1	50.2	1.7	113.8	705.9	58.8	12
1926	26.1	2	14	16.4	3.1	45.5	138.1	225.2	104.4	52.5	5.1	41	673.4	56.1	12
1927	0	15.2	6.2	3.6	29.9	119.1	132.6	227.8	147.7	43.3	0	94	819.4	68.3	12
1928	11.2	3.5	2.8	0	11.7	26.1	181.8	184.8	189.2	6.7	26.3	6.2	650.3	54.2	12
1929	2.8	0	0	6.8	0	2.9	147.2	110.4	73	23.2	4.4	4.2	374.9	31.2	12
1930	3.3	22.3	96.5	18.5	3.1	102.3	135.6	127.9	34.2	136.7	52.9	56.1	789.4	65.8	12
1931	90.7	71.1	0	5	46.5	33.5	146.1	151.8	55.9	19.1	7.6	13	640.3	53.4	12
1932	10	20	1.6	0.2	1	15.9	196.8	180.2	188	22.8	0	17.4	653.9	54.5	12
1933	3.6	18.8	1.6	1.9	11	131.6	120.5	181.8	141.8	49.4	1.3	0	663.3	55.3	12
1934	0	1.3	1	48.9	67.6	21.5	124.4	97.7	54.4	0	0	19.2	436	36.3	12
1935	32.6	16.9	1.4	0	3.7	77.5	132.1	113.2	139.8	16.4	0	24.1	557.7	46.5	12
1936	1	0	11.6	9.1	19.6	11.1	191	166.9	235.5	22.5	22.6	0.1	691	57.6	12
1937	0	0	0	0	0	20.1	129.2	72.7	210.2	3.6	2.6	52.1	490.5	40.9	12
1938	17	12	0	0	0	139.4	235.9	133.7	171.9	29.2	3.9	0	743	61.9	12
1939	21.4	0	0	0	7.1	91.8	127.3	199.1	49.2	89.1	22.3	89.2	696.5	58	12
1940	19.5	11.4	5.9	0.7	17.1	89	105.2	203.5	30.9	35.9	61.9	4	585	48.8	12
1941	2.2	5.6	8.4	13.2	6.9	61.2	129	148.9	216.1	39.9	8.1	53.3	692.8	57.7	12
1942	0	55.5	2	8	4.3	17.6	94	218.5	235.3	72.1	16.5	7.5	731.3	60.9	12
1943	10.1	2	0	0	6.5	197	207.4	73.9	242.3	55.3	9	59.4	862.9	71.9	12
1944	14.5	49.1	18.8	0	3.2	49.7	84.1	171.3	147.6	19.1	72.7	8.5	638.6	53.2	12
1945	14	1	1	0	9.1	9	179.3	66.8	25	102.8	1	2	411	34.3	12
1946	43.5	0	0	28.7	2.5	108	112.3	86	175	35.5	1.5	57.5	650.5	54.2	12
1947	52	8	13	0	30.1	65	162	257.7	122	24.1	8.2	63	805.1	67.1	12
1948	0.7	3	0	8	30	70.5	122.6	26.2	112	37.6	7.5	9	427.1	35.6	12
1949	38	8.5	0	0	18.5	35.4	141	74.5	195.5	37	0	54	602.4	50.2	12
1950	15.5	2.5	0	2	34.5	58	167.5	87	100.5	4	0	0	471.5	39.3	12
1951	23	0	10.5	0	0	23	116	58	64	18	8	51	371.5	31	12

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	MEDIA	MESES
1952	0	0	17	8.5	4	60	150	44.5	21.5	0	0	36	341.5	28.5	12
1953	0	7	0	0	6	35.7	84	91	89.1	23	0	12.5	348.3	29	12
1954	33	0	0	0	0	75.5	156	135.7	78	34.1	0		512.3	46.6	11
1955												0	0	0	1
1956	1.5	0	0	0.5	16.5	83.1	33.3	75	38.5	1	7	9	265.4	22.1	12
1957	11	5.5	30.5	0.5	9.7	3.5	88.5	77	41	40	0	2	309.2	25.8	12
1958	41	13	12.5	5	10	92	65	97	228.5	115	9.5	10	698.5	58.2	12
1959	4	6	0	0	0	28.5	90.9	111.6	35	21.6	0	12	309.6	25.8	12
1960	139.5	0	0	0	6	5	290	89.6	36.2	39.5	0	15.9	621.7	51.8	12
1961	30.6	0.6	0	12.4	1	73.5	130.6	112.1	78.3	24.8	17.7	5.3	486.9	40.6	12
1962	12.5	9	6	1.3	0	18.2	97.3	25.8	85.3	29.8	1.3	0.4	286.9	23.9	12
1963	4	6.6	0.7	2	10.9	49	85.1	155.5	105.6	26	3.2	82.8	531.4	44.3	12
1964	2	9.5	6.2	0	17.1	153.3	113.4	99.8	97.4	36	1	3.5	539.2	44.9	12
1965	4	9.3	15	5	0	5.7	38.7	55.9	110.5	13	5.3	66	328.4	27.4	12
1966	16.8	11.5	0	2.9	16.3	45.4	117.1	172.8	150.7	26	0.6	6	566.1	47.2	12
1967	5.5	5.5	0.9	0	11.5	156.6	76.4	159.3	96	16.8	3	42.7	574.2	47.9	12
1968	21.7	17.3	65	16.5	0	31.6	258.9	105.5	262.5	63.5	35	17	894.5	74.5	12
1969	5.5	15	0	0	0	1.4	115.8	71.3	63.2	33.3	27	42	374.5	31.2	12
1970	8	48	0	0	0	54.5	140.2	179.3	154.4	9.1	0	0	593.5	49.5	12
1971	3.2	0	0	6	4	69.5	93.8	177.6	26.9	97.5	0	27.3	505.8	42.2	12
1972	29.8	0	1.7	0	36.2	74	116.4	101.2	129.8	76.7	64	0	629.8	52.5	12
1973	6.2	46.8	0	0	18	43.2	179.8	277.1	91.7	26.6	0	9	698.4	58.2	12
1974	2.2	0	2.3	0	20.2	0.6	136.7	130.9	138.4	20.7	60.5	45.8	558.3	46.5	12
1975	4.3	5.5	0	0	4.6	30.1	190.1	209.2	27.7	9.5	7	13.5	501.5	41.8	12
1976	12	0	7	1.4	7.8	72.7	227	98.7	138.6	58.6	23.6	15.5	662.9	55.2	12
1977	36.6	0	2.8	0	4.9	105.3	123.5	116.9	46.8	11.7	1.8	0	450.3	37.5	12
1978	2	18.5	3.1	15.2	7.8	60.8	87.6	146.4	240.6	41.9	3	39	665.9	55.5	12
1979	55	23.5	6	16.9	21	98.5	94.4	257.4	33.8	0	18.5	6.9	631.9	52.7	12
1980	10	6.5	29	0	0	7.5	101.8	129.2	219.4	20.9	26.8	19.6	570.7	47.6	12
1981	44.1	2.5	48.5	36.1	0	101.5	79	308	221.3	198	2	13.5	1,054.50	87.9	12
1982	29.5	0	0	2	16.4	14.5	80.5	92	76	6	41.5	25	383.4	32	12
1983	45	5	34.5	0	9.7	31.8	44.3	142.5	57	41	20	10	440.8	36.7	12
1984	76	3	0	0	5.5	217	273.8	155.4	70.5	11.5	29	64.5	906.2	75.5	12
1985	71.4	4	0	35	3	84	104.5	98	76.4	32.5	2.5	0	511.3	42.6	12
1986	13	15	0	18	2	123.5	249.4	151.5	177	69	4	40	862.4	71.9	12
1987	2	6.4	0	16.5	29	24	266.5	144.5	99.5	5.5	0	62	655.9	54.7	12
1988	0	0	0	3	0	72.5	227.5	109.5	143	24.5	0	59.5	639.5	53.3	12
1989	0	2	4	0	2	15.5	75.5	280	87.5	11	67	53.5	598	49.8	12
1990	7	26.5	2	0	4.5	24.5	182	146.5	188.5	50	2	6.5	640	53.3	12
1991	32.5	24	0	0	3.5	22.5	267	172.7	178.5	46.5	40.5	79	866.7	72.2	12
1992	102	6.5	15.5	9	54.5	10.5	99	153	93.5	14	2.5	23	583	48.6	12
1993	11	3	0	0	15	71.5	148.5	28	179.5	11.5	36	0	504	42	12
1994	0	0	14.5	6	0	59.5	69.5	69.5	74.5	44	0	42.5	380	31.7	12
1995	0	0	0	0	0	32.5	141	61	116.6	0	0	16.3	367.4	30.6	12
1996				0	4	115.9	416.7	422.5	223.5	45.2	46.2	0	1,274.00	141.6	9
1997	20	26	124.1		124.1		634	322.5	247	199	85	5	1,786.70	178.7	10

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ACUM	MEDIA	MESES
1998	0	0		0	0	0	80	533	49	0	0	0	662	60.2	11
1999	0	0	2	0	0	112	591	42	11	0	8.5	0	766.5	63.9	12
2000	0	0	0.5	0	45.5	451.3	156	204	105	99	40	0	1,101.30	91.8	12
2001	3	0			11	40	284.5	175.5		2	0		516	64.5	8
2002	24	9	0	0	0	66.5	273.5	161.5	62.5	42	33.5	17	689.5	57.5	12
2003	13	55	0	0	4	122	134	124.4	128	51	16.5	9.5	657.4	54.8	12
2004	36.5	29	25	17.5	0	56	115	64.1	216		41	0	600.1	54.6	11
2005	3	0	0	0	5	157.5	157.5	198.5	83.5	76	0	0	681	56.8	12
2006	0	0	0	0	0	123	107	295	228	0			753	75.3	10
2007	32	1	0	0	3	68	151	79	145	47	17		543	49.4	11
2008	0	0	0	0	14.5	38	242	189.5	233	32.6			749.6	75	10
2009	8												8	8	1
2010												0	0	0	1
2011	0	0	0	0	0	2	135	243	35	2		0	417	37.9	11
2012	0	3	1	5.5	7.5	11	223.5	171.5	122	37	0	43	625	52.1	12
2013	4	0	0	1	2	11	126.5	154	172.5	0.5	86	17	574.5	47.9	12
2014	0.5	0	30	0	0	49	164	216.5	219	5	27.5	0	711.5	59.3	12
2015	49	42.5	76	9.5	4	161.5	121	26.5	63	84	4	0	641	53.4	12
2016	0	0	34	0	20	131	144	216	119	7	10	10	691	57.6	12
2017	0	0	17.5		0	8	186.5	181.5	126.5	45.5	0	22.5	588	53.5	11
2018	0	5.5	0	0.5	2	64.6	137	95	220	97	0	71	692.6	57.7	12
												Prom	**601.21**		

Fuente: Sistema Meteorológico Nacional, CONAGUA, Elaboración propia.

La temperatura promedio anual del poblado es de 15.3 °C, con una oscilación térmica de 12.6 °C entre el més más frío y el más cálido: la media de enero es de 8.5 °C y la de junio es de 21.1 °C.

Durante el estío, las temperaturas se mantienen cálidas durante el día y frescas durante la noche; fluctúan entre 28 °C y 12 °C. Las lluvias ocurren mayormente entre julio y septiembre con un promedio de 110-180 mm mensuales.

Fenómenos climatológicos

En el Sistema Ambiental no se presenta la canícula, la cual es una ola de calor en un período prolongado excesivamente cálido, que puede ser también excesivamente húmedo. El término depende de la temperatura considerada "normal" en la zona, así que una misma temperatura que en un clima cálido se considera normal puede considerarse una ola de calor en una zona con un clima más templado. Este tiempo cálido puede ser el normal a lo largo de un año, o puede ser un incremento anormal de temperaturas que tiene lugar una vez cada siglo.

Con respecto al viento, de mayo a octubre los vientos dominantes tienen dirección noreste con ligeras desviaciones hacia el oeste con una velocidad media de 3.5 m/seg. De noviembre

a abril soplan del suroeste con ráfagas en el mes de abril de 10 m/seg. Los vientos regionales soplan con dirección noreste.

b) Geología y geomorfología.

Características litológicas del área

La región de Durango se remonta a la Era Paleozoica, pues algunas rocas de su suelo corresponden a esa época, como la roca metamórfica.

En la región de la sierra, las rocas antiguas más representativas se originaron en la era mesozoica, hace 150 millones de años. Son una combinación de rocas ígneas extrusivas con rocas sedimentarias marinas. Este fenómeno dio origen a los yacimientos minerales de la región. Estas rocas cubren un espesor de 2 mil 500 metros de tobas ríolíticas, vitreas y cristalinas, de composición ácida, aportadas por una actividad ígnea extrusiva desarrollada en el terciario (34 a 27 millones de años).

Estas rocas se depositaron en gruesas capas horizontales; formaron una meseta de amplia distribución orientada de noroeste a sureste, que en el plioceno, hace 10 millones de años, fue inclinada al noroeste y deformada por fuerzas endógenas para configurar la Sierra Madre Occidental. Al ser deformada su masa rocosa sufrió fracturas y fallas, por lo que presenta el relieve de sierras altas, cañones profundos, mesas limitadas por cañadas y por depresiones intermontañas, sierras bajas y amplios valles.

Estudios geológicos en la región del Altiplano revelan que está constituido por rocas sedimentarias de la era mesozoica, con excepción del área de Santa Maria del Oro, donde afloran rocas metamórficas de la era paleozoica. Rocas con sedimentos continentales volcánicos, intercalados con andesitas y tobas riolíticas, son la base del subsuelo originado hace 160 millones de años.

Durante el jurásico medio estas rocas afloraron en Villa Juárez, San Pedro del Gallo y Sierra de Santo Domingo. Del jurásico superior se exponen en Indé calizas, limonitas y lutitas con restos fósiles de hojas y de cefalópodos. Su presencia evidencia una invasión del agua marina que continuó hasta fines del cretácico inferior. Esto originó calizas y calizas arcillosas.

En el cretácico superior el mar retrocedió y se originaron lutitas, lutitas calcáreas y areniscas. Al final del cretácico superior y principios del terciario inferior, hace 70 millones de años, se formaron las montañas plegadas de la Sierra Madre Oriental.

Durango tiene dos grandes regiones: la región de la sierra y la región del altiplano. La primera se ubica hacia el Poniente, formando parte de la Sierra Madre Occidental, donde hay bosques de clima templado y frío. El altiplano se caracteriza por su aridez y clima extremoso. El área de estudio se encuentra ubicada en la Provincia Sierra Madre Occidental, como todo el Municipio de Guanaceví.

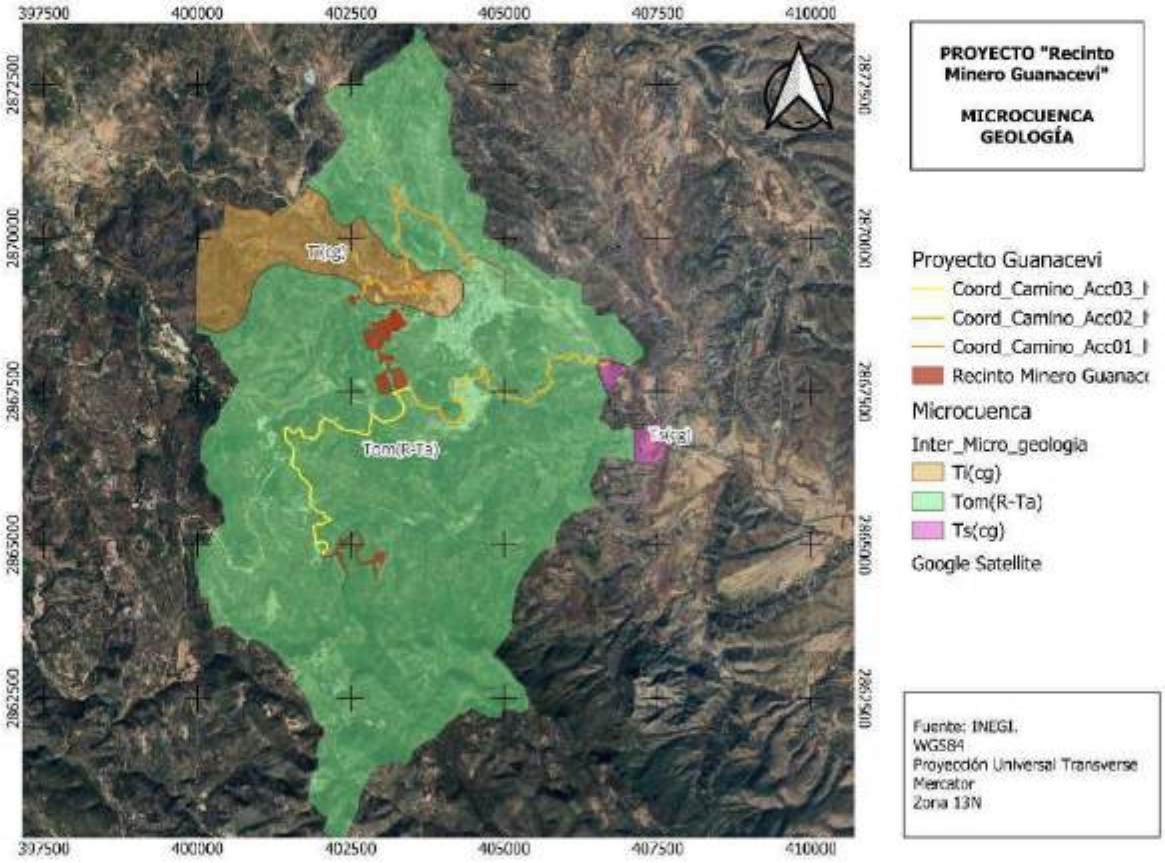
Las características geológicas del Sistema Ambiental se muestran a continuación.

Tabla 15. Características geológicas del Sistema Ambiental.

ERA	SISTEMA	CLASE	TIPO	CLAVE	ÁREA (ha)	%
Cenozoico	Terciario	Ígnea extrusiva	Riolita-Toba ácida	Tom(R-Ta)	4,829.97	90.3%
	Paleógeno	Sedimentaria	Conglomerado	Ti(cg)	475.60	8.9%
	Neógeno	Sedimentaria	Conglomerado	Ts(cg)	43.79	0.8%
				Suma	5,349.36	**100.0%**

Fuente: Conjunto de Datos Geológicos Vectoriales G1308, Serie I, INEGI, Elaboración propia.

Figura 76. Períodos geológicos en el Sistema Ambiental.



Fuente: Conjunto de Datos Geológicos Vectoriales G1308, Serie I, INEGI, Elaboración propia.

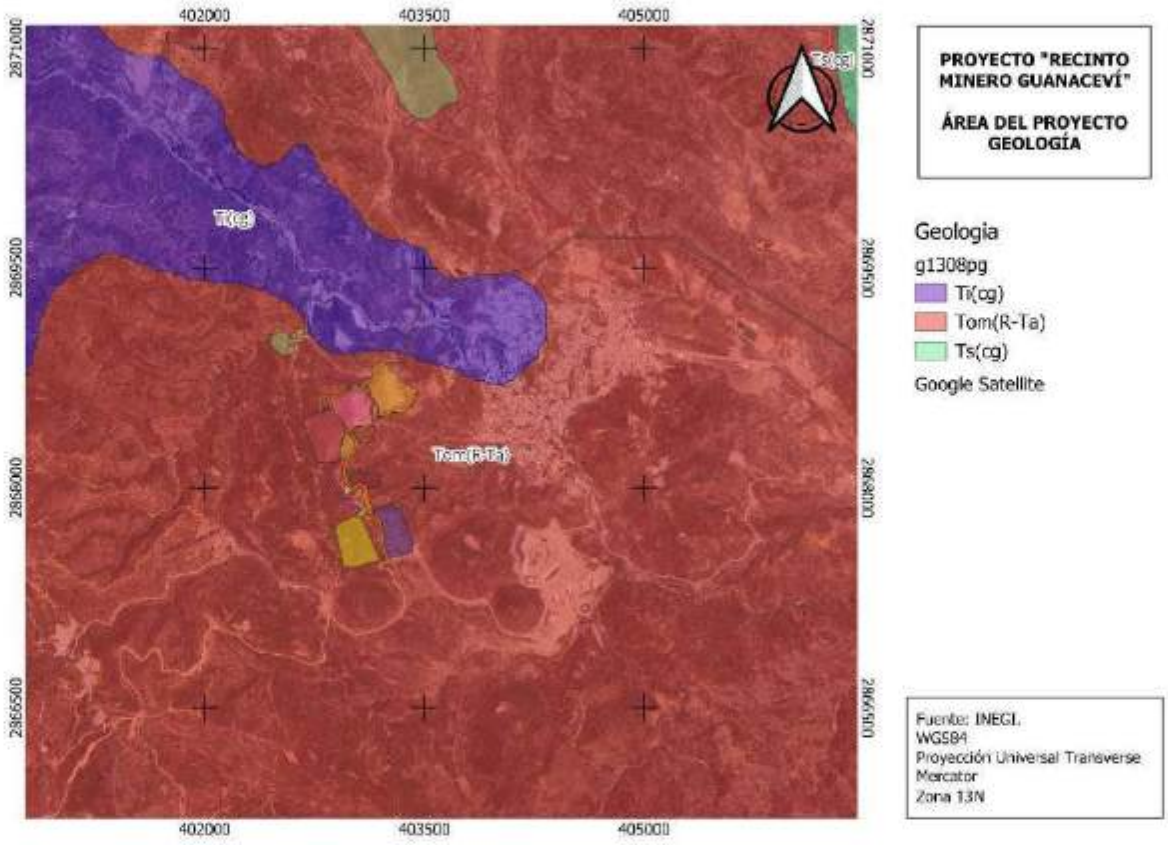
Con respecto a las características geológicas en la zona donde se desarrollará el proyecto, éstas se pueden ver a continuación.

Tabla 16. Características geológicas en las áreas del proyecto.

ERA	SISTEMA	CLASE	TIPO	CLAVE
Cenozoico	Terciario	Ígnea extrusiva	Riolita-Toba ácida	Tom(R-Ta)

Fuente: Conjunto de Datos Geológicos Vectoriales G1308pg, Serie I, INEGI, Elaboración propia.

Figura 77. Características geológicas de las áreas del proyecto.



Fuente: Conjunto de Datos Geológicos Vectoriales G1308pg, Serie I, INEGI, Elaboración propia.

Las rocas ígneas (Ignis-fuego) se originan a partir de material fundido en el interior de la corteza terrestre, el cual está sometido a temperatura y presión muy elevada. El material antes de solidificarse recibe el nombre genérico de MAGMA. Se forma a una profundidad de la superficie terrestre de entre 25 a 200 km. Cuando se habla del término extrusiva, se refiere a cuando el magma llega a la superficie terrestre y es derramado a través de fisuar o conductos (volcán), al enfriarse y solidificarse se forma este tipo de rocas.

La Toba (T) es una roca de origen explosivo, formada por material volcánico suelto o consolidado. Comprende fragmentos de diferente composición mineralógica y tamaños

menores de 4 mm. Por su parte, la Riolita (R) es una roca volcánica que consiste en cuarzo y feldespato alcalino en mayor proporción que la plagioclasa sódica.

Características geomorfológicas

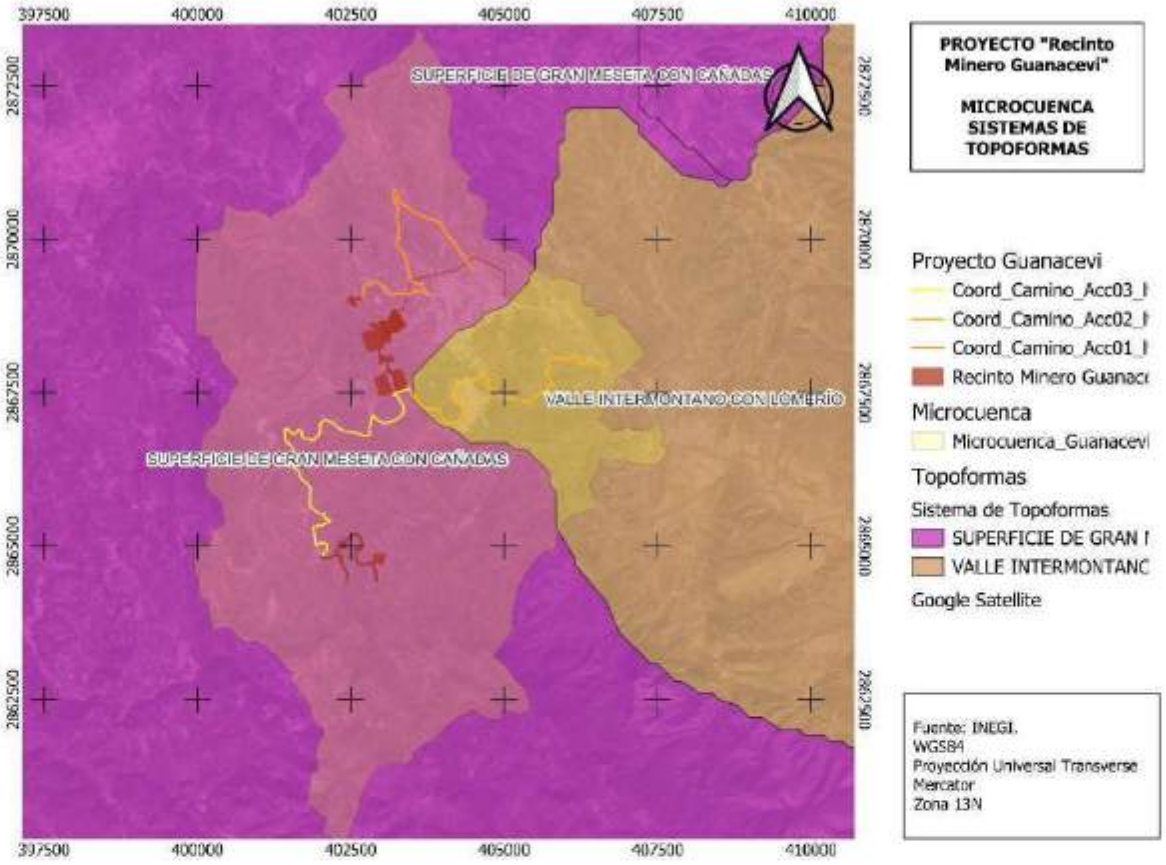
La superficie estatal forma parte de las provincias: Sierra Madre Occidental, Sierras y Llanuras del Norte, Sierra Madre Oriental y Mesa del Centro.

Hay dos zonas distintivas, la occidental representada por sierras, que se extienden en dirección noroeste-sureste y algunas donde se encuentra la mayor altitud que es cerro Gordo con 3328 metros sobre el nivel del mar (msnm), ambas están formadas principalmente por rocas ígneas extrusivas o volcánicas (se forman cuando el magma o roca derretida sale de las profundidades hacia la superficie de la Tierra) metamórficas (han sufrido cambios por la presión y altas temperaturas) e ígneas intrusivas (formadas debajo de la superficie de la Tierra). En el oriente existe una gran área de lomerío con valles y sierras formadas por rocas sedimentarias (se forman en las playas, los ríos y océanos o en donde se acumulen la arena y barro), en el nororiente hay una llanura con sierras y un pequeño campo de dunas (montañas de arena) cerca de Ceballos (INEGI, 2010).

El Sistema Ambiental se localiza en la subprovincia fisiográfica Gran Meseta y Cañadas Duranguenses, la cual se ubica en la porción centro oeste de la provincia, tiene una orientación noroeste-sureste y abarca desde las proximidades del cerro La Guásima en Sinaloa, el sur de Guadalupe y Calvo en Chihuahua y Guanaceví en Durango, hasta el sur de Cosalá en el primer Estado mencionado y de Jiménez del Teul en Zacatecas. Esta subprovincia es compartida por los Estados de Sinaloa, Chihuahua, Durango y Zacatecas. Su morfología de meseta, pese a la considerable disección por ríos encañonados, es bastante destacada, en ella hay gran dominancia de rocas volcánicas lávicas ácidas, con pocos afloramientos de rocas básicas e intermedias. La altitud general de las mesetas es de 2200 m, llegando a 2400 m en el parteaguas entre la vertiente del Pacífico y la interior, pero el sitio más elevado es mayor de 3000 m (INEGI, 2010).

El Sistema Ambiental, de acuerdo al Sistema de Topoformas del INEGI, presenta superficie de gran meseta con cañadas y valle intermontano con lomerío, como se puede observar en la siguiente Figura. La superficie de gran meseta con cañadas ocupa la mayor parte del Municipio de Guanaceví (82.67%), mientras que el valle intermontano con lomerío ocupa una menor parte (8.70%).

Figura 78. Sistemas de topoformas del Sistema Ambiental.



Fuente: Conjunto de Datos Vectoriales Fisiográficos, Sistemas de Topoformas, INEGI.
Elaboración propia.

El proyecto se localiza en la subprovincia fisiográfica Gran Meseta y Cañadas Duranguenses, la cual se ubica en la porción centro oeste de la provincia, tiene una orientación noroeste-sureste y abarca desde las proximidades del cerro La Guásima en Sinaloa, el sur de Guadalupe y Calvo en Chihuahua y Guanaceví en Durango, hasta el sur de Cosalá en el primer Estado mencionado y de Jiménez del Teul en Zacatecas.

Con un sistema de topoformas de superficie de gran meseta con cañadas, de manera general, en las áreas del proyecto se presentan elevaciones que van de los 2300 a los 2160 msnm, con algunas zonas que van desde los 2480 a los 2240 msnm.

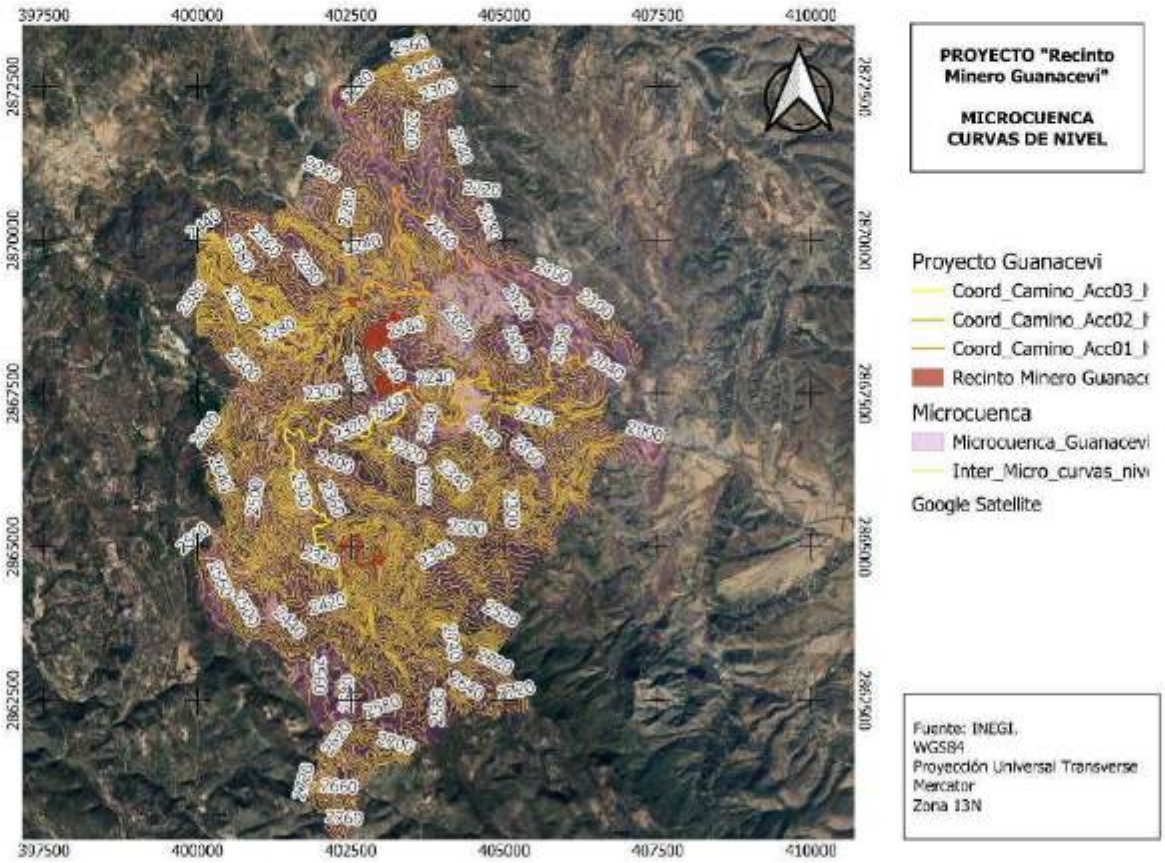
Características del relieve.

En las cartas topográficas el relieve se representa a través de curvas de nivel y se complementa mediante el sombreado del modelo digital delevación (MDE). Las curvas de

nivel son líneas que unen todos los puntos que tienen la misma altura sobre el nivel medio del mar; se trazan con una separación en altura determinada de antemano (equidistancia entre curvas de nivel). La equidistancia fijada para las curvas de nivel depende de la escala del mapa y de la pendiente del terreno: en la escala 1:50,000 las equidistancias usadas son de 10, 20 y 40 metros para terrenos planos, accidentados y muy escabrosos, respectivamente. Para la carta 1:250,000, se usan equidistancias de 20, 50 y 100 metros. Para auxiliar en la interpretación del relieve, se representa cada quinta curva de nivel con una línea más gruesa y además se le acota su valor de altura (curvas de nivel maestras o índices) (INEGI, 2005).

El Sistema Ambiental va de los casi 2000 msnm en el punto más bajo, a los 2800 msnm en su punto más alto. En la Figura que sigue se muestran las curvas de nivel, cada 20 metros, del área de estudio donde se ubica del proyecto.

Figura 79. Relieve del Sistema Ambiental.



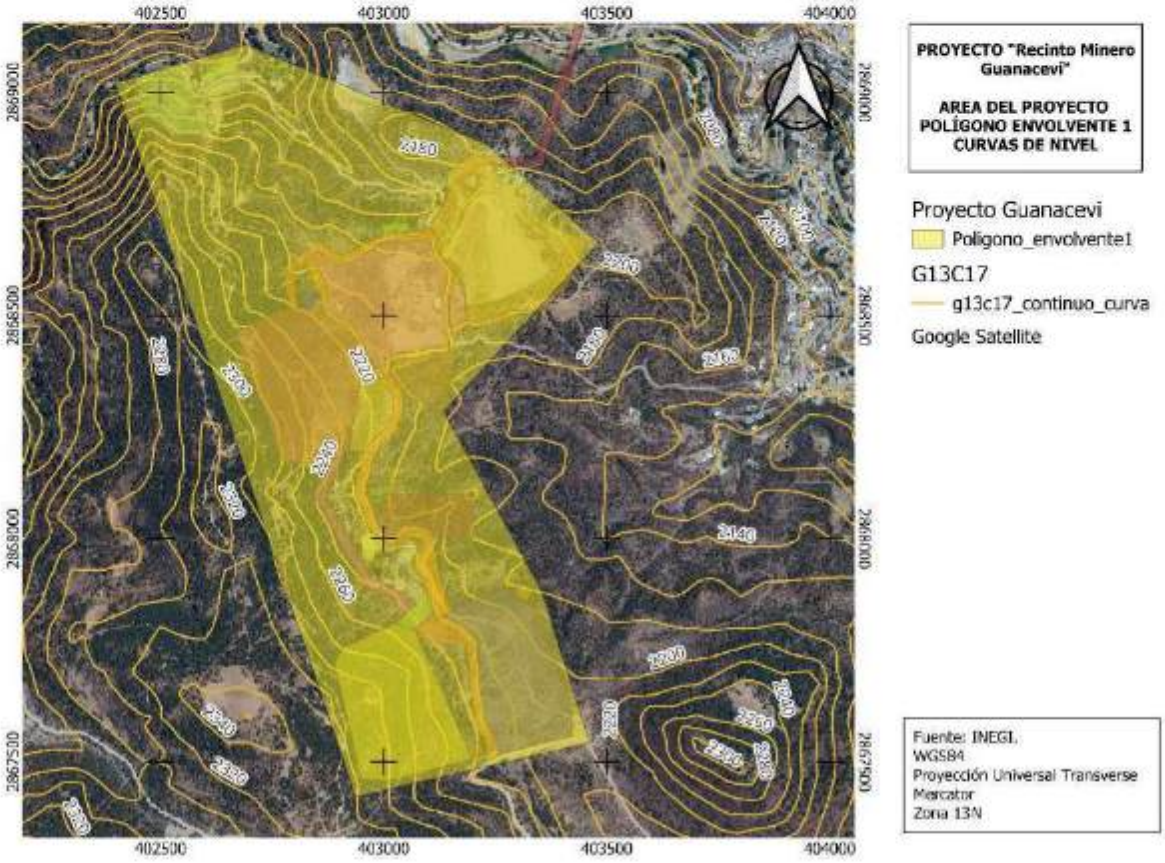
Fuente: Carta Topográfica - Curvas de nivel, G13C17, INEGI, Elaboración propia.

El proyecto se localiza en la subprovincia fisiográfica Gran Meseta y Cañadas Duranguenses, la cual se ubica en la porción centro oeste de la provincia, tiene una orientación noroeste-sureste y abarca desde las proximidades del cerro La Guásima en Sinaloa, el sur de Guadalupe y Calvo en Chihuahua y Guanaceví en Durango, hasta el sur de Cosalá en el primer Estado mencionado y de Jiménez del Teul en Zacatecas.

Con un sistema de topoformas de superficie de gran meseta con cañadas, de manera general, en las áreas del proyecto se presenta elevaciones que van de los 2300 a los 2160 msnm, con algunas zonas que van desde los 2480 a los 2240 msnm.

Para facilitar el análisis de las curvas de nivel y de la pendiente, se consideraron dos polígonos envolventes que incluyeran los diferentes polígonos donde se llevarán a cabo las actividades del proyecto, así como un área localizada al norte que será una tepetatera. En la siguientes Figuras se pueden observar las curvas de nivel de esas 3 zonas.

Figura 80. Relieve del área envolvente 1.

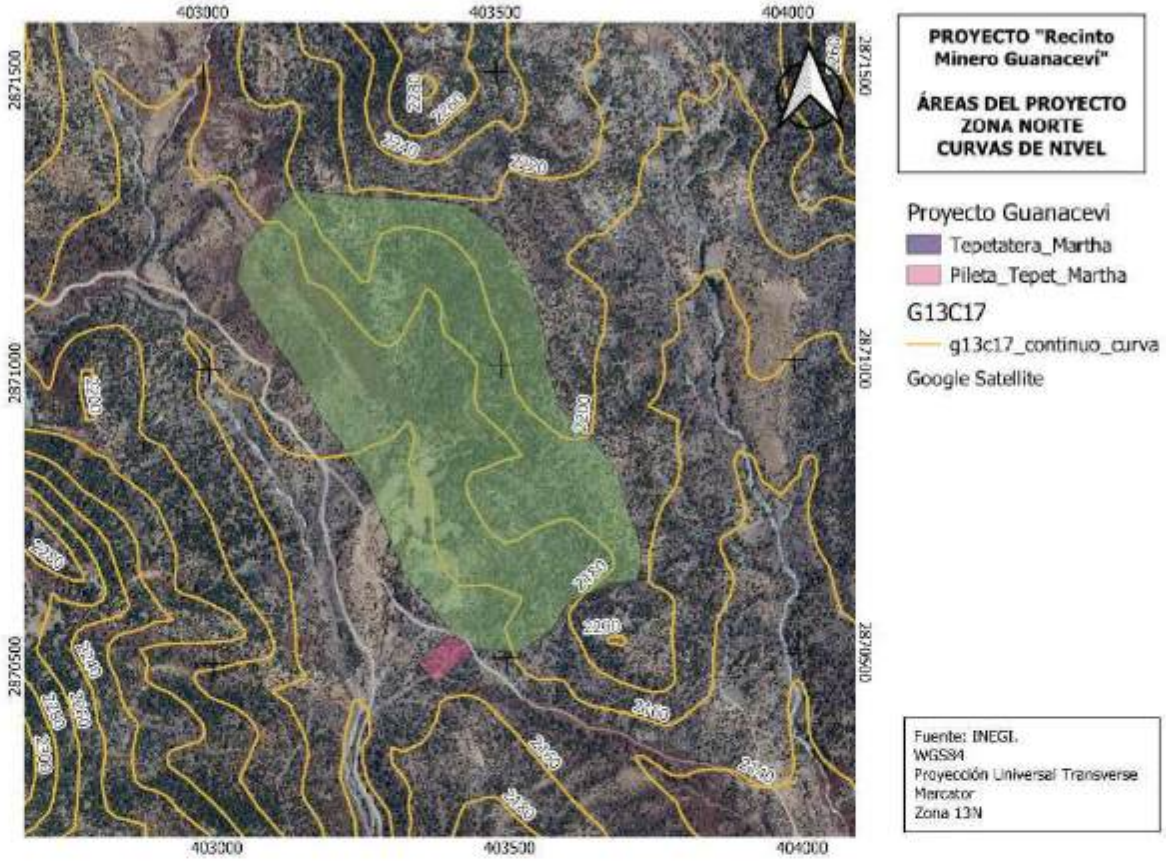


Fuente: Carta Topográfica - Curvas de nivel, G13C17, INEGI, Elaboración propia.

Figura 81. Relieve del área envolvente 2.

Fuente: Carta Topográfica - Curvas de nivel, G13C17, INEGI, Elaboración propia.

Figura 82. Relieve del área en zona norte.



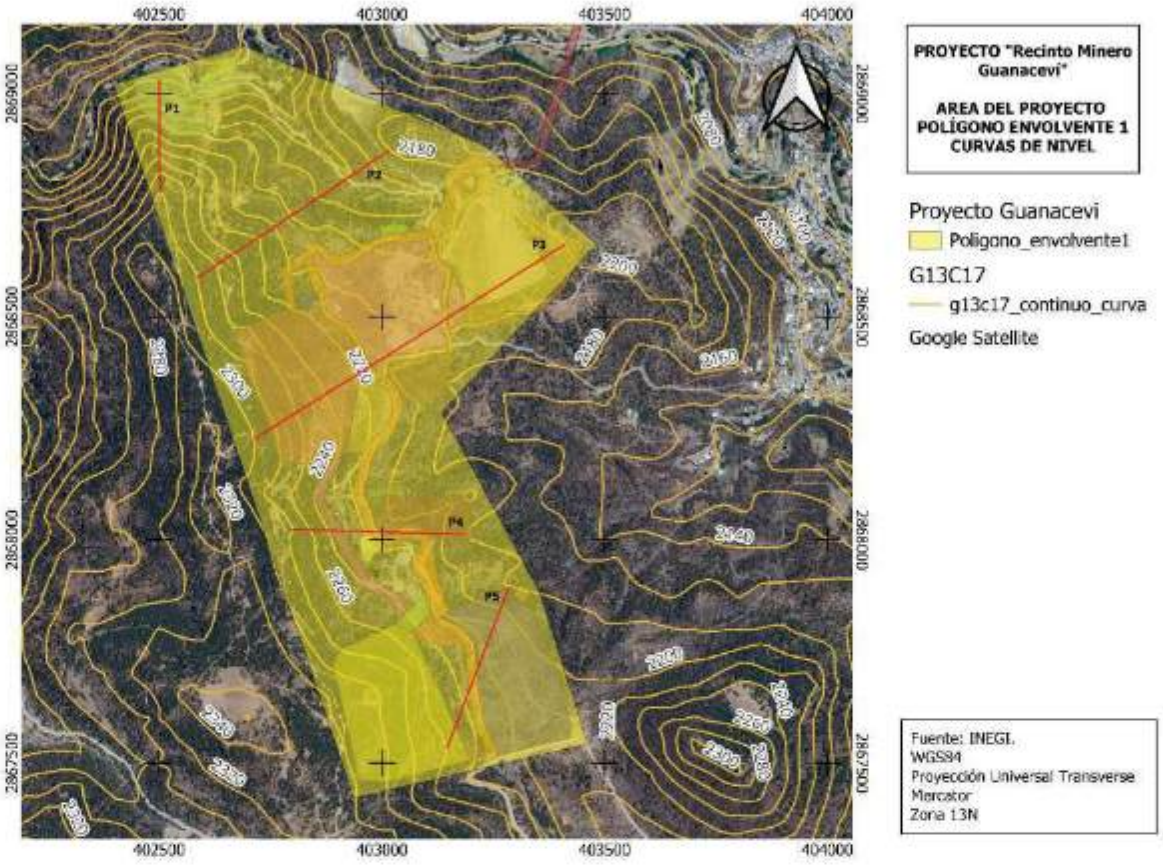
Fuente: Carta Topográfica - Curvas de nivel, G13C17, INEGI, Elaboración propia.

Para calcular la pendiente media de cada una de las superficies señaladas en las Figuras anteriores se aplicó la siguiente metodología.

En primer lugar, se establecieron diversas líneas desde el nivel delevación dentro del predio, de manera que se pudiera trazar una línea perpendicular a la curva de nivel y extenderla hacia el nivel mínimo o máximo delevación dentro de la misma zona del proyecto.

De esta manera, para el polígono envolvente 1 se establecieron 5 líneas en la zona, las cuales se muestran en la siguiente Figura.

Figura 83. Líneas consideradas para la estimación de la pendiente media en el polígono envolvente 1 (zona centro).



Fuente: Carta Topográfica Curvas de nivel, G13C17, INEGI, Elaboración propia.

Así, conociendo la diferencia delevación entre los extremos de cada línea y determinando su longitud, se obtuvieron las pendientes respectivas. Los resultados se presentan en la siguiente Tabla.

Tabla 17. Pendientes obtenidas en el polígono envolvente 1 (zona centro).

No. Pendiente	MSNV max	MSNV min	Longitud (m)	Elevación (m)	Pendiente (%)
1	2280	2120	250	160	64.0%
2	2280	2180	515	100	19.4%
3	2300	2200	818	100	12.2%
4	2280	2180	394	100	25.4%
5	2260	2180	382	80	20.9%

Fuente: Elaboración propia.

Con la determinación de las pendientes para las 5 líneas dentro del polígono envolvente 1, se procedió a realizar el análisis de frecuencias para determinar finalmente la Pendiente Media. Las pendientes de todas las líneas definidas se ordenaron de menor a mayor para agruparlas posteriormente en una cantidad de intervalos de clase (K), definido por la *Ley de Sturges*, para lo que se aplicó la siguiente fórmula:

$$K = 1+3.3*\log(n)$$

Dónde: n es el número de líneas de pendiente.

$$K = 1+3.3*\log(5)$$
$$K = 3.31$$

Como cada intervalo debe tener un tamaño, se utilizó la diferencia entre la pendiente máxima y mínima calculada para las líneas y se dividieron entre el número de Intervalos de clase.

$$C = (\text{Pendiente mayor} - \text{Pendiente menor}) / K$$
$$C = (64 - 12.2) / 3.31$$
$$C = 0.16$$

Con el resultado anterior se establecieron intervalos de pendientes, por lo que, para el primer intervalo, al valor de la menor pendiente calculada para las 5 líneas se le agregó el valor de C, definiéndose a partir de ésta los valores de cada intervalo sumándole el tamaño del Intervalo de clase. Igualmente, con los valores mínimo y máximo definido en cada intervalo, se realizó el conteo de cuántos de los puntos quedaban dentro de dicho intervalo, para llenar las filas en la Columna "Número de Ocurrencias". Finalmente, para la determinación de la Pendiente Media del área sujeta a cambio de uso de suelo, se obtuvo la pendiente media para cada intervalo, la cual se multiplicó por el número de ocurrencias en el intervalo respectivo, obteniendo así el número de ocurrencias por pendiente media y su total. Los resultados se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 18. Número de ocurrencias por Pendiente Media en el polígono envolvente 1 (zona centro).

Intervalo de Pendientes		Num. Ocurrencias (N)	Pendiente Media en el Intervalo Sm (%)	No. De Ocurrencias x Sm (%)
12.2%	27.9%	4	20.0%	80.1%
27.9%	43.5%	0	35.7%	0.0%
43.5%	59.2%	0	51.4%	0.0%
59.2%	74.9%	1	67.0%	67.0%
Totales		5		**147.2%**

Fuente: Elaboración propia.

De aquí, se tiene que la Pendiente Media del polígono envolvente 1 es:

Pendiente media = Sumatoria de No. de ocurrencias x Sm / No. de Ocurrencias
Pendiente media = 147.2% / 5 = **29.43%**

Por lo tanto, la pendiente media del polígono envolvente 1 es de 29.43%.

Para el cálculo de la pendiente en el polígono envonlvente 2 y de la superficie en la zona norte se utilizó la misma metodología aplicada para polígono envolvente 1.

Figura 84. Líneas consideradas para la estimación de la pendiente media en polígono envolvente 2 (zona sur).

Fuente: Carta Topográfica - Curvas de nivel, G13C17, INEGI, Elaboración propia.

Tabla 19. Pendientes obtenidas en el polígono envolvente 2 (zona sur).

No. Pendiente	MSNV max	MSNV min	Longitud (m)	Elevación (m)	Pendiente (%)
1	2420	2300	446	120	26.9%
2	2420	2320	517	100	19.3%
3	2460	2300	371	160	43.1%
4	2440	2360	152	80	52.6%

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de K:
K = 1+3.3*log(n) = 1+3.3*log(4) = 2.99

Cálculo de C:
C = (Pendiente mayor - Pendiente menor) / K = (52.6 – 19.3) / 2.99 = 0.11

Tabla 20. Número de ocurrencias por Pendiente Media en el polígono envolvente 2 (zona sur).

Intervalo de Pendientes		Num. Ocurrencias (N)	Pendiente Media en el Intervalo Sm (%)	No. De Ocurrencias x Sm (%)
19.3%	30.4%	2	24.9%	49.7%
30.4%	41.6%	0	36.0%	0.0%
41.6%	52.7%	1	47.2%	47.2%
Totales		**3**		**96.9%**

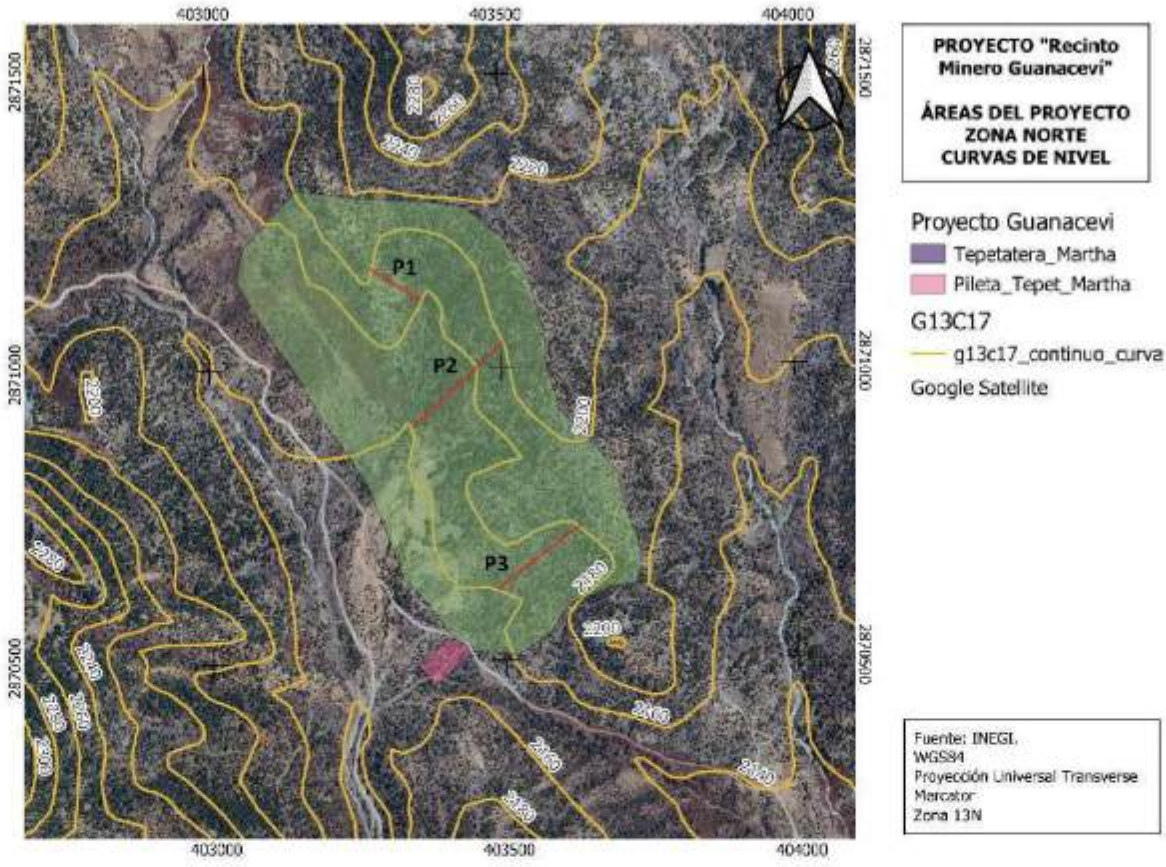
Fuente: Elaboración propia.

De aquí, se tiene que la Pendiente Media del polígono envolvente 2 es:

Pendiente media = Sumatoria de No. de ocurrencias x Sm / No. de Ocurrencias
Pendiente media = 96.9% / 3 = **32.31%**

Por lo tanto, la pendiente media en el polígono envolvente 2 es de 32.31%.

Figura 85. Líneas consideradas para la estimación de la pendiente media en la zona norte.



Fuente: Carta Topográfica - Curvas de nivel, G13C17, INEGI, Elaboración propia.

Tabla 21. Pendientes obtenidas en la zona norte.

No. Pendiente	MSNV max	MSNV min	Longitud (m)	Elevación (m)	Pendiente (%)
1	2200	2180	101	20	19.8%
2	2200	2160	208	40	19.2%
3	2180	2160	181	20	11.0%

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de K:

$K = 1+3.3*\log(n) = 1+3.3*\log(3) = 2.57$

Cálculo de C:

C = (Pendiente mayor - Pendiente menor) / K = (19.8 – 11.0) / 2.57 = 0.03

Tabla 22. Número de ocurrencias por Pendiente Media en la zona norte.

Intervalo de Pendientes		Num. Ocurrencias (N)	Pendiente Media en el Intervalo Sm (%)	No. De Ocurrencias x Sm (%)
11.0%	14.4%	1	12.7%	12.7%
14.4%	17.8%	0	16.1%	0.0%
17.8%	21.3%	2	19.5%	39.1%
Totales		**3**		**51.8%**

Fuente: Elaboración propia.

De aquí, se tiene que la Pendiente Media de la zona norte es:

Pendiente media = Sumatoria de No. de ocurrencias x Sm / No. de Ocurrencias

Pendiente media = 51.83% / 3 = **17.27%**

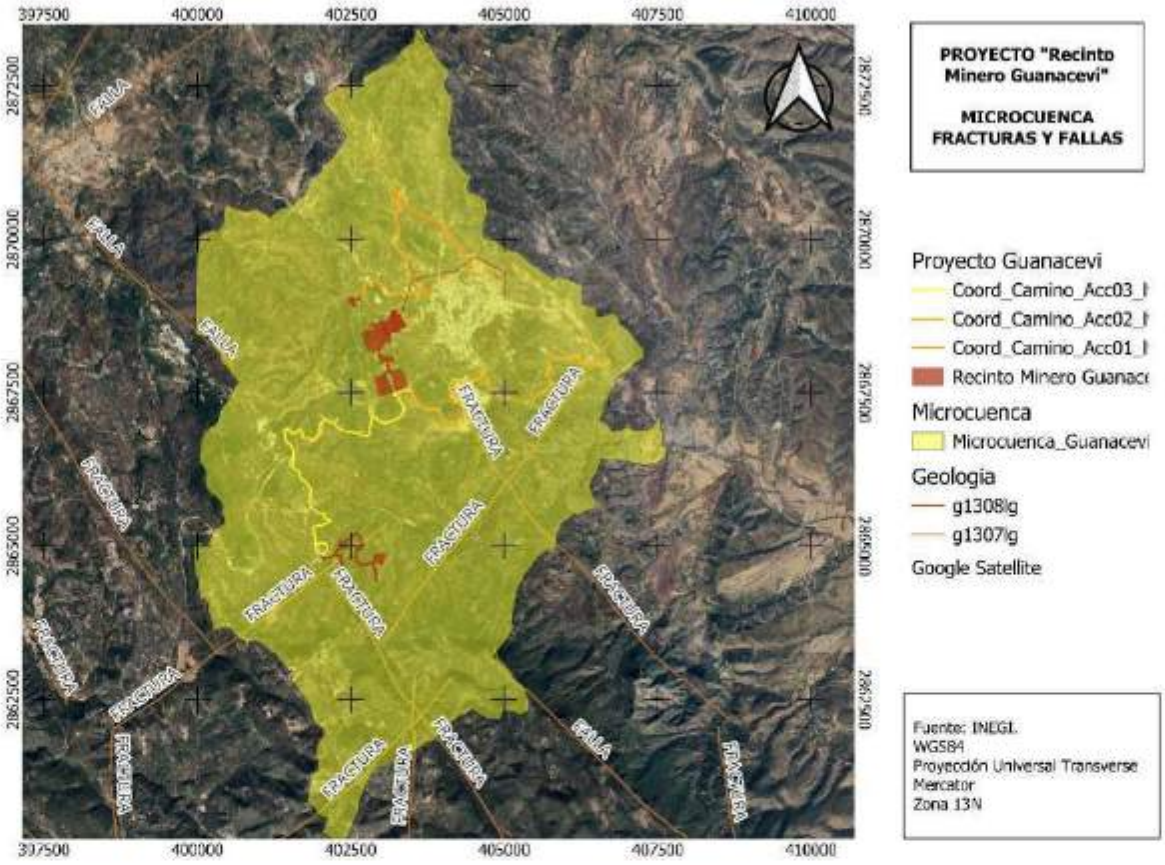
Por lo tanto, la pendiente media en la zona norte es de 17.27%.

Presencia de fallas y fracturamientos.

De acuerdo al Conjunto de Datos Geológicos Vectoriales G1308 del INEGI, en el área de estudio principalmente se presentan varias fracturas, lo que se puede observar en la Figura siguiente.

Cabe mencionar que la fractura se refiere una ruptura de la roca en la que no ha habido desplazamiento entre los bloques.

Figura 86. Fallas y fracturas en el Sistema Ambiental.



Fuente: Conjunto de Datos Geológicos Vectoriales G1308 y G1307, INEGI, Elaboración propia.

<u>Susceptibilidad de la zona (sismicidad, deslizamientos y derrumbes).</u>

De acuerdo al Servicio Sismológico Nacional, la mayor parte del Estado de Durango está ubicada en la zona A, en donde no se han registrado temblores en 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores. La otra proporción, que abarca a la capital, está en la zona B, que corresponde a una zona intermedia, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo; por ello no existe riesgo de deslizamientos y derrumbes.

Los sitios de las instalaciones de Guanacevi se encuentran en un área de baja sismicidad, pero se encuentran a 500 km de una fuente sísmica lineal bien definida que ha producido terremotos de hasta magnitud 5,3 en los últimos años. Es importante mencionar que esto se tiene considerado en la construcción y operación del proyecto.

De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos, el Municipio de Guanaceví presenta un peligro sísmico por incidencia Bajo. Esto se puede ver en la siguiente Figura.

Figura 87. Peligro sísmico por Incidencia.

Fuente: Altas Nacional de Riesgos (2021). CENAPRED.

c) Suelos.

El suelo es la capa más externa de la corteza terrestre y ocupa el 29% de la superficie terrestre. Está formado por capas de diferentes texturas que reciben el nombre de horizontes. Estos también se distinguen por su color y su consistencia. El suelo está formado por fragmentos de roca y por material orgánico con distintos grados de descomposición. La mayor riqueza de materia orgánica está en las capas externas. Cuanta más materia orgánica posean (humus) mejor será la calidad de los suelos, los suelos cumplen una doble función, como soporte de las raíces y como medio químico para su proceso alimenticio, del cual obtienen las sustancias nutritivas. Estos suelos de calidad se hallan por lo general en los valles y llanuras. Los suelos aluviales son los que están integrados por la acumulación de materia que llevan los ríos. En regiones con estación seca especialmente en las partes altas de la cuenca, los suelos son duros y de escasa fertilidad que pueden ser utilizados para la minería o para el pastoreo extensivo, como sucede en el área de estudio.

Según el Compendio de Información Geográfica del Municipio de Guanaceví, el suelo predominante es Leptosol (28.49%), Regosol (21.91%), Phaeozem (16.15%) y Luvisol (12.38%), abarcando casi el 80% del Municipio (INEGI, 2010).

De acuerdo al Conjunto Nacional de Datos Vectorial Edafológico Serie II del INEGI, los tipos de suelo que se encuentran en el área de estudio son los siguientes:

Tabla 23. Tipos de suelo en el Sistema Ambiental.

No.	1	2	3	4
CLAVE Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB)	UMhulep+ CMsklep/2R	RGsklep+ LPdysk/2R	CMeusk+ LVskhu/2R	RGhulep+ UMsklep/2
Primer Grupo de Suelo	Umbrisol (UM)	Regosol (RG)	Cambisol (CM)	Regosol (RG)
Calificador 1 del suelo. Adjetivos de Unidades	Húmico (hu)	Esquelético (sk)	Eutrico (eu)	Húmico (hu)
Calificador del grupo de suelo, propiedades del suelo	Epiléptico (lep)	Epiléptico (lep)	Esquelético (sk)	Epiléptico (lep)
Segundo grupo de suelo	Cambisol (CM)	Leptosol (LP)	Luvisol (LV)	Umbrisol (UM)
Calificador 2 del suelo. Adjetivos de Unidades	Esquelético (sk)	Districo (dy)	Esquelético (sk)	Esquelético (sk)
Segundo calificador del suelo, propiedades del suelo	Epiléptico (lep)	Esquelético (sk)	Húmico (hu)	Epiléptico (lep)
Tercer grupo de suelo	NO	NO	NO	NO
Calificador 3 del suelo. Adjetivos de Unidades	NO	NO	NO	NO
Tercer calificador del suelo, propiedades del suelo	NO	NO	NO	NO
Textura	Media (2)	Media (2)	Media (2)	Media (2)
Limitante Física Superficial (Frudica)	Pedregosa (R)	Pedregosa (R)	Pedregosa (R)	NO

Fuente: Conjunto Nacional de Datos Vectorial Edafológico G1308e, Serie II, INEGI, Elaboración propia.

La distribución de los tipos de suelo en el Sistema Ambiental se da de la siguiente manera:

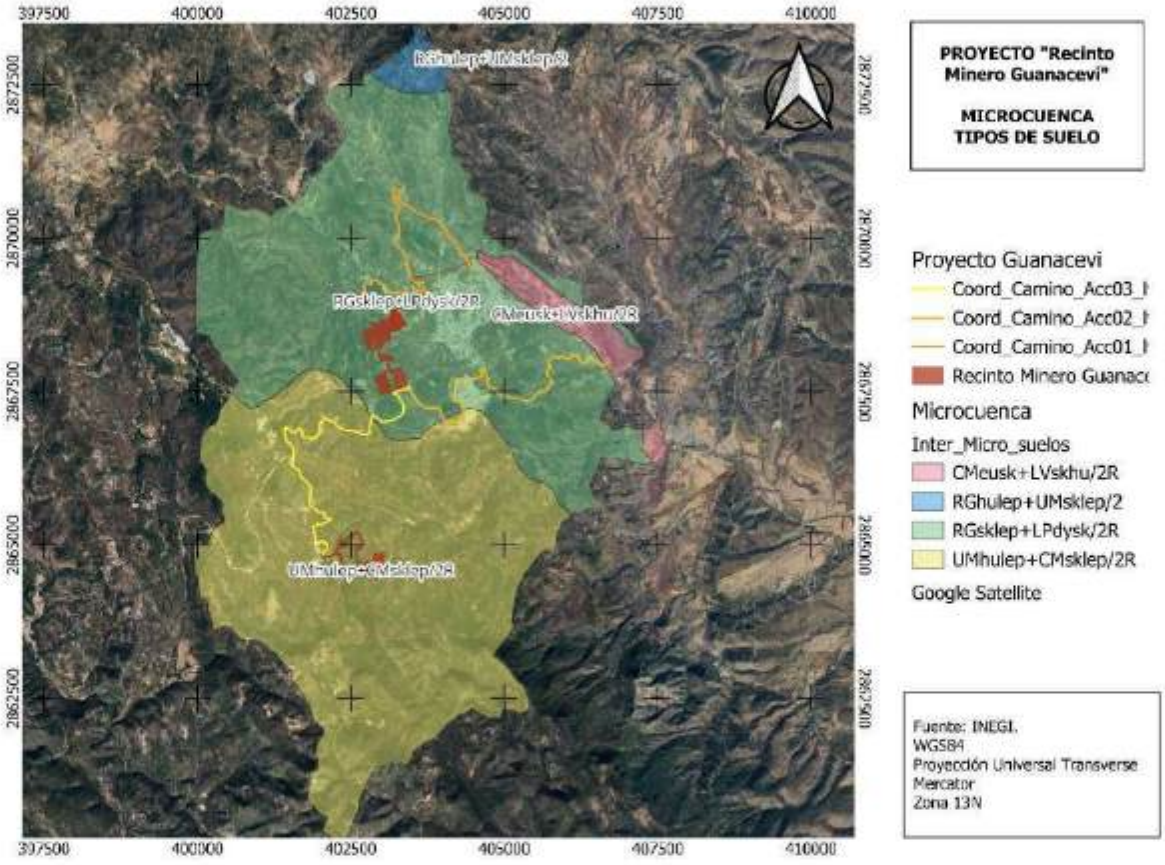
Tabla 24. Superficie por tipo de suelo en el Sistema Ambiental.

CLAVE Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB)	Área (ha)	%
UMhulep+CMsklep/2R	2,651.61	50%
RGsklep+LPdysk/2R	2,464.38	46%
CMeusk+LVskhu/2R	160.18	3%

CLAVE Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB)	Área (ha)	%
RGhulep+UMsklep/2	73.19	1%
Total	**5,349.36**	100%

Fuente: Conjunto Nacional de Datos Vectorial Edafológico G1308e, Serie II, INEGI, Elaboración propia.

Figura 88. Tipos de suelo en el Sistema Ambiental.



Fuente: Conjunto Nacional de Datos Vectorial Edafológico G1308e, Serie II, INEGI, Elaboración propia.

De manera general, los suelos del Primer Grupo tienen las siguientes características:

<u>Umbrisol</u>

Los Umbrisoles acomodan suelos en los cuales se ha acumulado materia orgánica dentro del suelo superficial mineral (en la mayoría de los casos con baja saturación con bases) hasta el punto en que afecta significativamente el comportamiento y la utilización del suelo. Los Umbrisoles son la contraparte lógica de los suelos con horizonte mólico y alta saturación con bases en todo su espesor (Chernozems, Kastanozems y Phaeozems).

Descripción resumida de Umbrisoles

- *Connotación*: Suelos con suelo superficial oscuro; del latín umbra, sombra.
- *Material parental*: Material meteorizado de rocas silíceas.
- *Ambiente*: Climas húmedos; comunes en regiones montañosas con poco o sin déficit de humedad, principalmente en áreas frescas, pero incluyendo montañas tropicales y subtropicales.
- *Desarrollo del perfil*: Horizonte superficial úmbrico (raramente: Mólico) pardo oscuro, en muchos casos sobre un horizonte subsuperficial cámbico con baja saturación con bases.

Manejo y uso de Umbrisoles

Muchos Umbrisoles están bajo vegetación natural o casi natural. La predominancia de tierras en pendiente y condiciones climáticas húmedas y frescas restringen la utilización de muchos Umbrisoles al pastoreo extensivo. El manejo se centra en la introducción de pastos mejorados y corrección del pH del suelo por encalado. Muchos Umbrisoles son susceptibles a la erosión. Plantar cultivos perennes y terrazas de banco o en contorno ofrecen posibilidades para agricultura permanente en pendientes más suaves. Donde las condiciones son apropiadas pueden producirse cultivos rentables, e.g. cereales y cultivos de raíces en Estados Unidos de Norteamérica, Europa y Sudamérica, o te y cinchona en el sur de Asia (Indonesia). El café de altura en Umbrisoles demanda altos insumos de manejo para alcanzar los estrictos requerimientos de nutrientes. En Nueva Zelandia, los Umbrisoles han sido transformados en suelos muy productivos, usados para cría intensiva de ovejas y ganadería lechera, y producción de cultivos rentables.

Regosol

Los Regosoles forman un grupo remanente taxonómico que contiene todos los suelos que no pudieron acomodarse en alguno de los otros GSR. En la práctica, los Regosoles son suelos minerales muy débilmente desarrollados en materiales no consolidados que no tienen un horizonte mólico o úmbrico, no son muy someros ni muy ricos en gravas (*Leptosoles*), arenosos (*Arenosoles*) o con materiales *flúvicos* (*Fluvisoles*). Los Regosoles están extendidos en tierras erosionadas, particularmente en áreas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos.

Descripción resumida de Regosoles

- *Connotación*: Suelos débilmente desarrollados en material no consolidado; del griego rhegos, manta.
- *Material parental*: material no consoliddo de grano fino.
- *Ambiente*: Todas las zonas climáticas sin permafrost y todas las alturas. Los Regosoles son particularmente comunes en áreas áridas (incluyendo el trópico seco) y en regiones montañosas.

- *Desarrollo del perfil*: Sin horizontes de diagnóstico. El desarrollo del perfil es mínimo como consecuencia de edad joven y/o lenta formación del suelo, e.g. debido a la aridez.

Manejo y uso de Regosoles

Los Regosoles en áreas de desierto tienen mínimo significado agrícola. Los Regosoles con 500– 1 000 mm/año de lluvia necesitan riego para una producción satisfactoria de cultivos. La baja capacidad de retención de humedad de estos suelos obliga a aplicaciones frecuentes de agua de riego; el riego por goteo o chorritos resuelve el problema, pero raramente es económico. Cuando la lluvia excede 750 mm/año, todo el perfil es llevado a su capacidad de retención de agua al principio de la estación húmeda; la mejora de las prácticas de cultivo de secano puede ser una mejor inversión que la instalación de facilidades de riego costosas. Muchos Regosoles se usan para pastoreo extensivo. Los Regosoles en depósitos coluviales en la franja de loess del norte de Europa y Norteamérica están principalmente cultivados; se siembran granos pequeños, remolacha azucarera y árboles frutales. Los Regosoles en regiones montañosas son delicados y es mejor dejarlos bajo bosque.

Cambisol

Los Cambisoles combinan suelos con formación de por lo menos un horizonte subsuperficial incipiente. La transformación del material parental es evidente por la formación de estructura y decoloración principalmente parduzca, incrmento en el porcentaje de arcilla, y/o remoción de carbonatos. Otros sistemas de clasificación de suelos se refieren a muchos Cambisoles como: Braunerden (Alemania), Sols bruns (Francia), Brown soils/Brown Forest soils (antiguos sistemas norteamericanos), o Burozems (Federación Rusa). FAO acuñó el nombre Cambisoles, adoptado por Brasil (Cambissolos); la Taxonomía de Suelos de los Estados Unidos clasifica a la mayoría de estos suelos como Inceptisoles.

Descripción resumida de Cambisoles

- *Connotación*: Suelos con por lo menos un principio de diferenciación de horizontes en el subsuelo evidentes por cambios en la estructura, color, contenido de arcilla o contenido de carbonato; del italiano cambiare, cambiar.
- *Material parental*: Materiales de textura media a fina derivados de un amplio rango de rocas.
- *Ambiente*: Terrenos llanos a montañosos en todos los climas; amplio rango de tipo de vegetación.
- *Desarrollo del perfil*: Los Cambisoles se caracterizan por meteorización ligera a moderada del material parental y por ausencia de cantidades apreciables de arcilla iluvial, materia orgánica, compuestos de Al y/o Fe. Los Cambisols también abarcan suelos que no cumplen una o más características de diagnóstico de otros GSR, incluyendo los altamente meteorizados.

Manejo y uso de Cambisoles

Los Cambisoles generalmente constituyen buenas tierras agrícolas y se usan intensivamente. Los Cambisoles con alta saturación con bases en la zona templada están entre los suelos más productivos de la tierra. Los Cambisoles más ácidos, aunque menos fértiles, se usan para agricultura mixta y como tierras de pastoreo y forestales. Los Cambisoles en pendientes escarpadas es mejor conservarlos bajo bosque; esto es particularmente válido para los Cambisoles de zonas montañosas.

Los Cambisoles en planicies aluviales bajo riego en la zona seca se usan intensivamente para producción de cultivos alimenticios y aceiteros. Los Cambisoles en terrenos ondulados o con colinas (principalmente coluviales) se cultivan con una variedad de cultivos anuales y perennes o se usan como tierras de pastoreo.

Los Cambisoles en los trópicos húmedos son típicamente pobres en nutrientes, pero todavía son más ricos que los Acrisols o Ferralsoles asociados y tienen una mayor CIC. Los Cambisoles con influencia del agua freática en planicies aluviales son suelos altamente productivos para arroz inundado (paddy soils).

Frudica (Limitante física superficial) se refiere a características del suelo definido de acuerdo con la presencia y abundancia de grava, piedra o capas fuertemente cementadas, en más del 30% del área, que impiden o limitan el uso agrícola del suelo. Se presentan a profundidades variables, siempre menores a 100 cm. El dominio de valores es: Pedregosa (R) y Gravosa (r).

De acuerdo al Conjunto Nacional de Datos Vectorial Edafológico Serie II del INEGI, la parte central del proyecto y la zona norte se ubican en el tipo de suelo Regosol, mientras que la parte sur en Umbrisol, y la parte destinada a la línea de transmisión eléctrica 115 se ubica en tipo de suelo Cambisol.

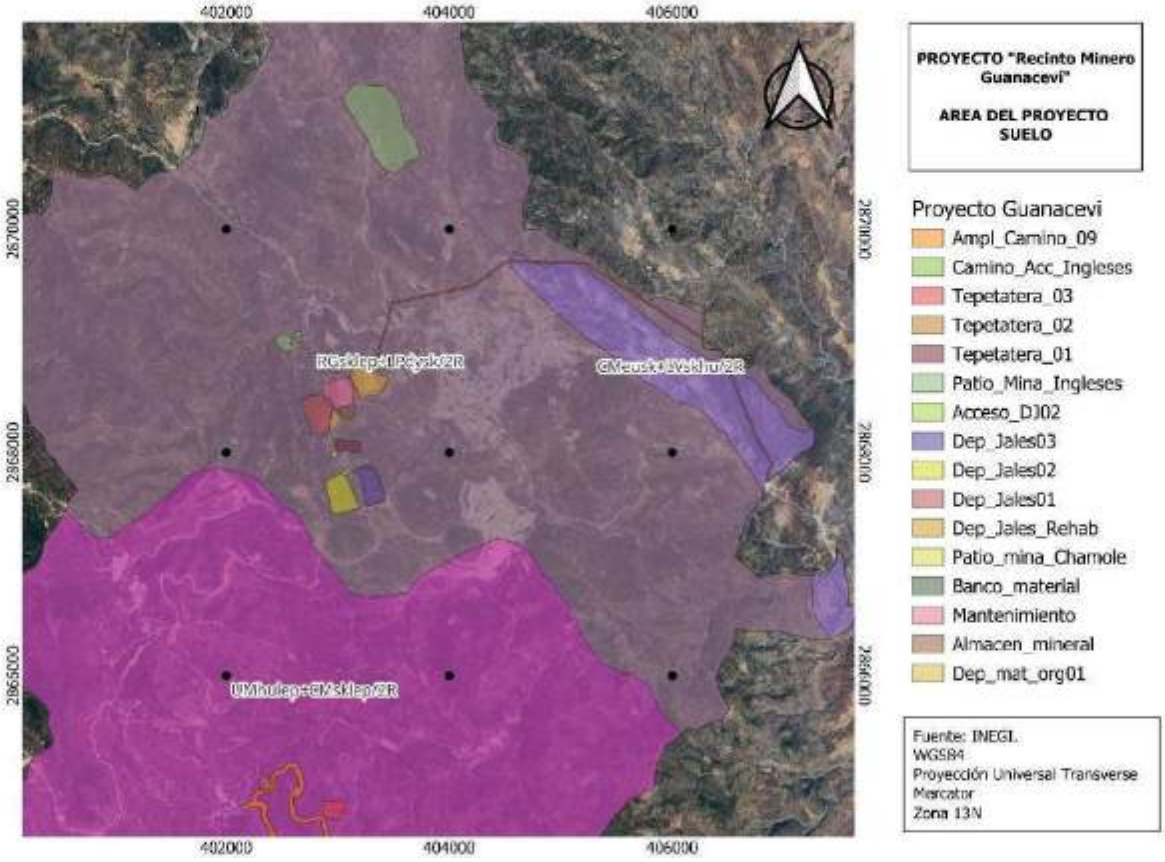
Tabla 25. Tipos de suelo en las áreas del proyecto.

No.	1	2	3
CLAVE Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB)	RGsklep+ LPdysk/2R	UMhulep+ CMsklep/2R	CMeusk+ LVskhu/2R
Primer Grupo de Suelo	Regosol (RG)	Umbrisol (UM)	Cambisol (CM)
Calificador 1 del suelo. Adjetivos de Unidades	Esquelético (sk)	Húmico (hu)	Eutrico (eu)
Calificador del grupo de suelo, propiedades del suelo	Epiléptico (lep)	Epiléptico (lep)	Esquelético (sk)
Segundo grupo de suelo	Leptosol (LP)	Cambisol (CM)	Luvisol (LV)
Calificador 2 del suelo. Adjetivos de Unidades	Districo (dy)	Esquelético (sk)	Esquelético (sk)
Segundo calificador del suelo, propiedades del suelo	Esquelético (sk)	Epiléptico (lep)	Húmico (hu)

No.	1	2	3
Tercer grupo de suelo	NO	NO	NO
Calificador 3 del suelo. Adjetivos de Unidades	NO	NO	NO
Tercer calificador del suelo, propiedades del suelo	NO	NO	NO
Textura	Media (2)	Media (2)	Media (2)
Limitante Física Superficial (Frudica)	Pedregosa (R)	Pedregosa (R)	Pedregosa (R)

Fuente: Conjunto Nacional de Datos Vectorial Edafológico, Serie II, INEGI, Elaboración propia.

Figura 89. Tipo de suelo presente en las áreas del proyecto.



Fuente: Conjunto Nacional de Datos Vectorial Edafológico, Serie II, INEGI, Elaboración propia.

El suelo Regosol, del griego *reghos*: manto, cobija o capa de material suelto que cubre a la roca. Suelos ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. En México constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión (19.2%). Muchas

veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad.

El tipo de suelo Umbrisol, del latín *umbra*: sombra. Son suelos con una cubierta oscura y presentan una capa superficial suave de color oscuro, rica en materia orgánica, pero bajo contenido de bases intercambiables. Se trata de suelos minerales cuya formación es condicionada por el clima (regiones templadas y subhúmedas). Su uso es principalmente forestal o pastoral extensivo. Bajo un manejo adecuado, los umbrisoles pueden sembrarse para el crecimiento de plantas comerciales, tales como cereales, tubérculos, té y café.

Los cambisoles (del latín *cambiare*: cambiar), literalmente se refiere a suelo que cambia. Estos suelos son jóvenes, poco desarrollados y se pueden encontrar en cualquier tipo de vegetación o clima excepto en los de zonas áridas. Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con terrones que presentan vestigios del tipo de roca subyacente y que además puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso. También pertenecen a esta unidad algunos suelos muy delgados que están colocados directamente encima de un tepetate. Son muy abundantes, se destinan a muchos usos y sus rendimientos son variables pues dependen del clima donde se encuentre el suelo. Son de moderada a alta susceptibilidad a la erosión.

Estado de conservación del suelo.
De acuerdo a los datos del INEGI, la forma y grado de erosión en las áreas del proyecto es HL2+HS2 y HC2+HL2, los cuales se describen a continuación.

HL2+HS2

- *Dominante*: *Erosión hídrica de forma laminar con grado moderado (HL2).* Pérdida parcial del suelo con alguna de las siguientes evidencias: remontantes discontinuos con altura promedio menor a 10 cm, presencia de pequeños montículos, algunos surcos aislados incluso con cárcavas dispersas, escasos afloramientos de roca o cementación, manchones de vegetación, canalillos y compactación de suelo.
- *Secundario*: *Erosión hídrica por surcos con grado moderado (HS2).* Cuando el promedio de la profundidad y ancho de los surcos es entre 15 y 30 cm. Su forma es alineada coincidiendo con el patrón de drenaje, eventualmente confluyen en la parte más baja. La distribución aproximada en el área entre un surco y otro es de 30 - 50 m.

HC2+HL2

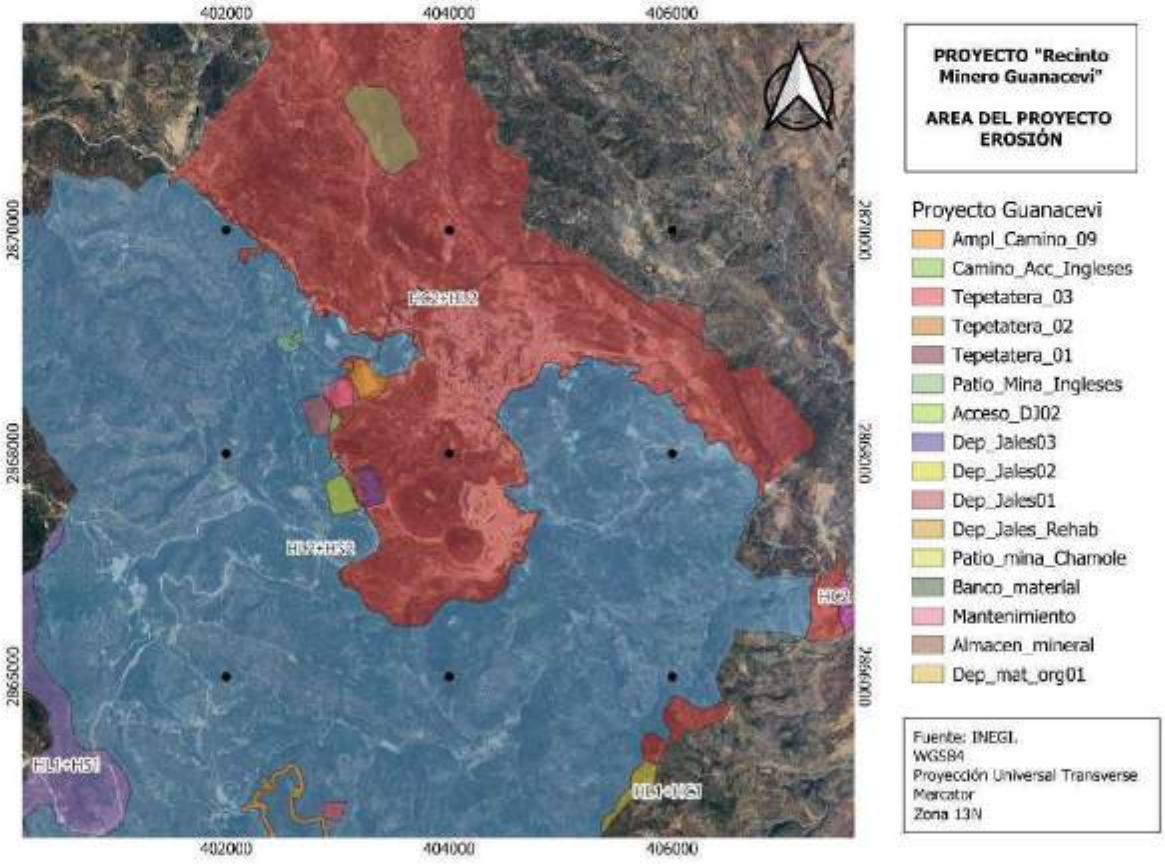
- *Dominante*: *Erosión hídrica por cárcavas con grado moderado (HC2).* Cuando el promedio de profundidad o ancho de las cárcavas está entre 100 y 200 cm. Pueden presentarse estructuras en forma de pedestales con una separación aproximada

entre una cárcava y otra de 30 a 50 m. Su forma es alineada coincidiendo con el patrón de drenaje, comúnmente aparecen en la parte más baja de la geoforma.

- *Secundario*: *Erosión Hídrica de forma laminar con grado moderado (HL2).* Pérdida parcial del suelo con alguna de las siguientes evidencias: remontantes discontinuos con altura promedio menor a 10 cm, presencia de pequeños montículos, algunos surcos aislados incluso con cárcavas dispersas, escasos afl oramientos de roca o cementación, manchones de vegetación, canalillos y compactación de suelo.

La distribución de las formas y grados de erosión en el predio del proyecto se muestra en la siguiente Figura.

Figura 90. Erosión de suelo en las áreas del proyecto.



Fuente: Erosión de Suelo, Serie I, INEGI. Elaboración propia.

Conservación de suelo

Al existir un cambio de uso del suelo, invariablemente la fragilidad en un terreno forestal se incrementará generando una disminución en la cobertura vegetal. Por ello, es importante

identificar y respetar aquellas especies vegetales que por su naturaleza ayuden a disminuir la fragilidad del terreno.

El estado de degradación en que se encuentran los suelos de uso agropecuario y forestal, se estima por medio de las pérdidas de suelo que ocurren en los terrenos. De este modo es posible determinar si el uso que se está a los suelos dando es el correcto. Cuando la tasa de erosión es mayor que la tasa de formación del suelo, es señal de que el manejo esta originando su degradación y se hace necesario realizar prácticas y obras de conservación del suelo y de esa forma contribuir al desarrollo sostenible de los recursos naturales (SAGARPA).

Para calcular la pérdida de suelo en las áreas del proyecto se utilizó la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), modelo que puede estimar en campo, la erosión actual y potencial de los suelos:

$$E = R\ K\ LS\ C\ P$$

Donde:
E = Erosión del suelo (ton/ha año)
R = Erosividad de la lluvia (MJ/ha*mm/hr)
K = Erosionabilidad del suelo [t/ha MJ*ha/mm*hr]
LS = Longitud y grado de pendiente [adimensional]
C = Factor de vegetación [adimensional]
P = Factor de prácticas mecánicas [adimensional]

Erosividad de la lluvia (Factor R)

La estimación de R se puede realizar conociendo la energía cinética de la lluvia y la velocidad de caída de las gotas de lluvia. Sin embargo, este procedimiento es complicado cuando no se cuenta con datos de intensidad de la lluvia; por esta razón se buscó correlacionar los datos de precipitación anual con los valores de R estimados en el país utilizando la información de intensidad de la lluvia disponible (Cortés y Figueroa, 1991). Las ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia en la República Mexicana se muestran en la siguiente Tabla.

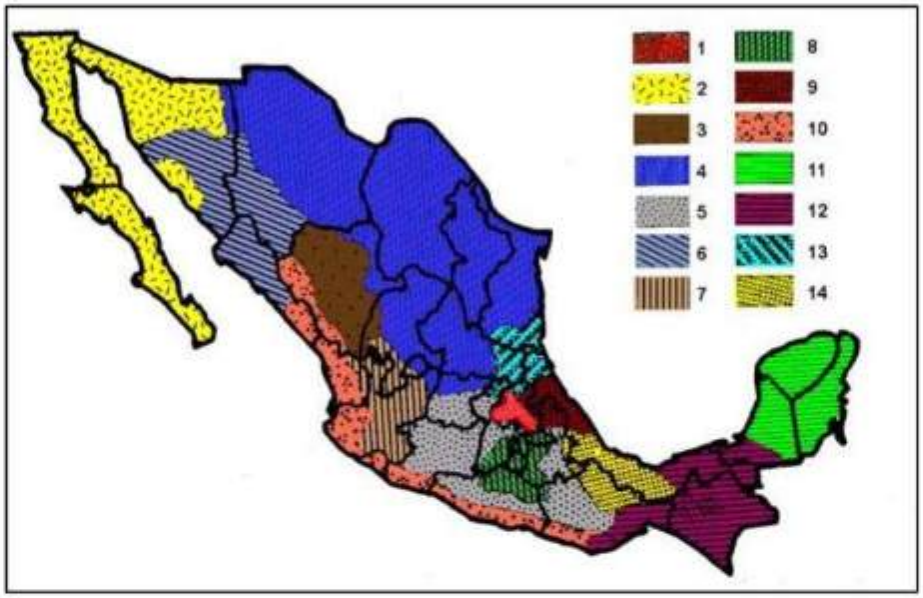
Tabla 26. Ecuaciones para estimar la Erosividad de la lluvia "R" en la República Mexicana.

Región	Ecuación	R^2
I	$R = 1.2078P + 0.002276P^2$	0.92
II	$R = 3.4555P + 0.006470P^2$	0.93
III	$R = 3.6752P - 0.001720P^2$	0.94
IV	$R = 2.8559P + 0.002983P^2$	0.92
V	$R = 3.4880P - 0.00088P^2$	0.94
VI	$R = 6.6847P + 0.001680P^2$	0.9
VII	$R = -0.0334P + 0.006661P^2$	0.98
VIII	$R = 1.9967P + 0.003270P^2$	0.98
IX	$R = 7.0458P - 0.002096P^2$	0.97
X	$R = 6.8938P + 0.000442P^2$	0.95

Región	Ecuación	R^2
XI	$R = 3.7745P + 0.004540P^2$	0.98
XII	$R = 2.4619P + 0.006067P^2$	0.96
XIII	$R = 10.7427P - 0.00108P^2$	0.97
XIV	$R = 1.5005P + 0.002640P^2$	0.95

Fuente: SAGARPA, 2011.

Figura 91. Mapa de Regiones con igual Erosividad en la República Mexicana.



Fuente: SAGARPA, 2011.

De acuerdo a la Figura anterior, el proyecto está ubicado en la Zona III, por lo que la fórmula para determinar la Erosividad "R", según la Tabla anterior, es:

$$\mathbf{R = 3.6752P-0.001720P^2}$$

R = Índice medio de Erosividad anual [MJ/ha*mm/hr]
P = Precipitación media anual

Dado que la precipitación media anual en las áreas del proyecto es de 601.21 mm, el valor de R es:

$$R = 3.6752\ (601.21) - 0.00172\ (601.21)^2 = 2{,}209.57 - 621.70$$

$$\mathbf{R = 1{,}587.87\ Mj/ha\ mm/hr}$$

Erosionabilidad del suelo (Factor K)

La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende del tamaño de las partículas del suelo, del contenido de materia orgánica, de la estructura del suelo, texturas, capacidad de infiltración y de la permeabilidad. Es importante destacar que a medida que el valor de "K" aumenta se incrementa la susceptibilidad del suelo a erosionarse.

Para este caso, se determinaron los valores de K, tomando como referencia los valores de la Tabla siguiente, de acuerdo a la clasificación de la FAO.

Tabla 27. Valores de "K" en función de unidad y textura del suelo.

Unidades y subunidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	**Nombre**	**Gruesa**	**Media**	**Fina**
A	Acrisol	0.026	0.040	0.013
Af	Acrisol férrico	0.013	0.020	0.007
Ag	Acrisol gléyico	0.026	0.030	0.013
Ah	Acrisol húmico	0.013	0.020	0.007
Ao	Acrisol órtico	0.026	0.040	0.013
Ap	Acrisol plíntico	0.053	0.079	0.026
B	Cambisol	0.026	0.040	0.013
B (c,d,e,k)	Cambisol crómico, dístrico, éutrico, cálcico	0.026	0.040	0.013
Bf	Cambisol férrico	0.013	0.020	0.007
Bg	Cambisol gléyico	0.026	0.040	0.013
Bh	Cambisol húmico	0.013	0.020	0.007
Bk	Cambisol cálcico	0.026	0.040	0.013
B (v,x)	Cambisol (vértico, xérico)	0.053	0.079	0.026
C (h,k,l)	Chernozem (háplico, cálcico y lúvico)	0.013	0.020	0.007
D (d,g,e)	Podzoluvisol (dístrico,gléyico,éutrico)	0.053	0.079	0.026
E	Rendzina	0.013	0.020	0.007
F(a,h,p,o)	Ferrasol (ácrico, húmico, plíntico, ócrico)	0.013	0.020	0.007
G	Gleysol	0.026	0.040	0.013
Gc	Gleysol calcárico	0.013	0.020	0.007
G (d,e)	Gleysol dístrico éutrico	0.026	0.040	0.013
G(h,m)	Gleysol húmico, mólico	0.013	0.020	0.007
G(p,x)	Gleysol plíntico, gélico)	0.053	0.079	0.026
Gv	Gleysol vértico	0.053	0.079	0.026
H(c,g,h,l)	Feozem calcárico, gléyico, háplico, lúvico)	0.013	0.020	0.007
I	Litosol	0.013	0.020	0.007
J	Fluvisol	0.026	0.040	0.013
Jc	Fluvisol calcárico	0.013	0.020	0.007
Jd	Fluvisol dístrico	0.026	0.040	0.013
Je	Fluvisol eútrico	0.026	0.040	0.013
Jt	Fluvisol tiónico	0.053	0.079	0.026
Jp	Fluvisol plíntico	0.053	0.079	0.026
K (h,k,l)	Kastañosem (húmico, cálcico y lúvico)	0.026	0.040	0.013
L	Luvisol	0.026	0.040	0.013
La	Luvisol álbico	0.053	0.079	0.026
Lc	Luvisol crómico	0.026	0.040	0.013
Lf	Luvisol férrico	0.013	0.020	0.007

Unidades y subunidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Gruesa	Media	Fina
Lg	Luvisol gléyico	0.026	0.040	0.013
Lk	Luvisol cálcico	0.026	0.040	0.013
Lo	Luvisol órtico	0.026	0.040	0.013
Lp	Luvisol plíntico	0.053	0.079	0.026
Lv	Luvisol vértico	0.053	0.079	0.026
M (a,g)	Greysem (ácrico, gléyico)	0.026	0.040	0.013
N (d,e,h)	Nitosol (dístrico, éutrico, húmico)	0.013	0.020	0.007
O (d,e,x)	Histosol (dístrico, éutrico, gélico)	0.013	0.020	0.007
P	Podzol	0.053	0.079	0.026
Pf	Podzol férrico	0.053	0.079	0.026
Pg	Podzol gléyico	0.053	0.079	0.026
Ph	Podzol húmico	0.026	0.040	0.013
Po	Podzol órtico	0.053	0.079	0.026
Pp	Podzol plácico	0.053	0.079	0.026
Q (a,c,f,l)	Arenosol (álbico, cámbico, ferrálico,lúvico)	0.013	0.020	0.007
R	Regosol	0.026	0.040	0.013
Re	Regosol éutrico	0.026	0.040	0.013
Rc	Regosol calcárico	0.013	0.020	0.007
Rd	Regosol dístrico	0.026	0.040	0.013
Rx	Regosol gélico	0.053	0.079	0.026
S	Solonetz	0.053	0.079	0.026
Sg	Solonetz gléyico	0.053	0.079	0.026
Sm	Solonetz mólico	0.026	0.040	0.013
So	Solonetz órtico	0.053	0.079	0.026
T	Andosol	0.026	0.040	0.013
Th	Andosol húmico	0.013	0.020	0.007
Tm	Andosol mólico	0.013	0.020	0.007
To	Andosol ócrico	0.026	0.040	0.013
Tv	Andosol vítrico	0.026	0.040	0.013
U	Ranker	0.013	0.020	0.007
V(c,p)	Vertisol (crómico, pélico)	0.053	0.079	0.026
W	Planosol	0.053	0.079	0.026
Wd	Planosol dístrico	0.053	0.079	0.026
We	Planosol éutrico	0.053	0.079	0.026
Wh	Planosol húmico	0.026	0.040	0.013
Wm	Planosol mólico	0.026	0.040	0.013
Wx	Planosol gélico	0.053	0.079	0.026
X(k,h,l,g)	Xerosol (cálcico, háplico, lúvico, gypsico)	0.053	0.079	0.026
Y(h,k,l,g,t)	Yermosol (háplico, cálcico, lúvico, gípsico,takírico)	0.053	0.079	0.026
Z	Solonchak	0.053	0.040	0.013
Zg	Solonchak gléyico	0.026	0.040	0.013
Zm	Solonchak mólico	0.013	0.020	0.007

Unidades y subunidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Gruesa	Media	Fina
Zo	Solonchak órtico	0.026	0.040	0.013
Zt	Solonchak takírico	0.053	0.079	0.026

Fuente: FAO. Modificado de Figueroa et al. (1991).

La Erosionabilidad del suelo (Factor K) con base en esta metodología corresponde al valor de 0.040, debido a que en las áreas del proyecto se presenta en su mayoría suelo Regosol esquelético con textura media.

K = 0.040 t/ha MJ*ha/mm*hr

Factor de longitud y grado de pendiente (LS)

Los efectos de la longitud y el gradiente de la pendiente se representan como "LS". Este factor considera la longitud y el grado de pendiente.

Dado que se tienen tres zonas en las que se realizará el proyecto, para el cálculo de LS se obtuvo el promedio de las 3 pendientes calculadas con anterioridad para la zona centro, zona sur y zona norte del proyecto, así como el promedio de las longitudes medias. Esto se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla 28. Cálculo de la pendiente y longitud media para LS.

Zona del proyecto	Pendiente	Longitud media
Polígono Envolvente 1 (zona centro)	29.43%	436.53
Polígono Envolvente 2 (zona sur)	32.31%	337.68
Tepetatera Marth (zona norte)	17.27%	156.08
Promedio	**26.34%**	**310.10**

Fuente: Elaboración propia.

Para calcular LS (el factor de grado y longitud de la pendiente) se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$LS = (\lambda)^{m}/22\ (0.065 + 0.045S + 0.0065S^{2})$$

Donde:
LS = Factor de grado y longitud de la pendiente
λ = Longitud de la pendiente (metros)
S = Pendiente media del terreno
m = Parámetro cuyo valor es 0.5

Con el valor de longitud media de las pendientes en la zona del proyecto (310.10 m), la pendiente promedio del terreno (26.34%) y m de 0.5, el valor de LS resulta como sigue:

$$LS = (310.10)^{0.5} /22 \times (0.065 + 0.045\ (26.34) + 0.0065\ (26.34)^2)$$

LS = 4.609

Factor de vegetación (C)

El factor de protección de la vegetación (C) se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote con un cultivo de interés y las pérdidas de suelo de un lote desnudo. Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo el valor de C se reduce y puede alcanzar valores similares a 0, por ejemplo, cuando existe una selva con una cobertura vegetal alta. De acuerdo a la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Chile, los valores de C que se reportan para praderas permanentes, terrenos baldíos y bosques pastoreados (adaptado de Tabla 10 del manual USLE de Wischmeier y Smith (1978), con correcciones por USDA-ARS) se presentan en la siguiente Tabla.

Tabla 29. Valores de "C" para estimar pérdidas de suelo.

Cobertura aérea Tipo y altura	% Cobertura aérea	Cubierta superficial en contacto con el terreno % de suelo cubierto						
		Tipo	0	20	40	60	80	95+
No apreciable		G	0,45	0,20	0,10	0,042	0,012	0,003
		W	0,45	0,24	0,15	0,091	0,043	0,011
Herbáceas, pastos largos o matorral con altura media de caída de gotas menor a 0,90 metros	25	G	0,36	0,17	0,09	0,038	0,013	0,003
		W	0,36	0,20	0,13	0,083	0,041	0,011
	50	G	0,26	0,13	0,07	0,035	0,012	0,003
		W	0,26	0,16	0,11	0,076	0,039	0,011
	75	G	0,17	0,10	0,06	0,032	0,011	0,003
		W	0,17	0,12	0,09	0,068	0,038	0,011
Arbustos o matorrales, con altura media de caída de gotas de 1,95 metros	25	G	0,40	0,18	0,09	0,04	0,013	0,003
		W	0,40	0,22	0,14	0,087	0,042	0,011
	50	G	0,34	0,16	0,08	0,038	0,012	0,003
		W	0,34	0,19	0,13	0,082	0,041	0,011
	75	G	0,28	0,14	0,08	0,036	0,012	0,003
		W	0,28	0,17	0,12	0,078	0,040	0,011
Árboles, pero sin apreciable cubierta arbustiva o de matorral. Altura media de caída de gotas de 4 metros	25	G	0,42	0,19	0,10	0,041	0,013	0,003
		W	0,42	0,23	0,14	0,089	0,042	0,011
	50	G	0,39	0,18	0,09	0,040	0,013	0,003
		W	0,39	0,21	0,14	0,087	0,042	0,011
	75	G	0,36	0,17	0,09	0,039	0,013	0,003
		W	0,36	0,20	0,13	0,084	0,042	0,011

G = Cubierta superficial está compuesta por pasto o material en descomposición.

W = la cubierta superficial está compuesta de herbáceas con poca cobertura radicular o residuos no descompuestos.

Fuente: Universidad De Chile, Facultad De Ciencias Forestales, Departamento De Silvicultura, 2008.

Para el cálculo de la erosión específicamente en las áreas del proyecto, se consideró un valor de **C = 0.14**, tomando en cuenta la vegetación, la cobertura aérea y el porcentaje de cubierta superficial en contacto con el terreno.

Factor de prácticas de conservación del suelo "P"

Como última alternativa para reducir la erosión de los suelos se tiene el uso de las prácticas de conservación de suelos para no alcanzar las pérdidas de suelo máximas permisibles. El factor P se estima comparando las pérdidas de suelo de un lote con prácticas de conservación y un lote desnudo y el valor que se obtiene varía de 0 a 1. Si el valor de P es cercano a 0, entonces hay una gran eficiencia en la obra o práctica seleccionada y si el valor es cercano a 1, entonces la eficiencia de la obra es muy baja para reducir la erosión. Los valores de P que se utilizan para diferentes prácticas y obras como el surcado al contorno, surcos con desnivel, surcos perpendiculares a la pendiente, fajas al contorno, terrazas de formación sucesiva construidas en terrenos de diferentes pendientes y las terrazas de banco, se presentan en la Tabla siguiente.

Tabla 30. Factor "P" utilizado para diferentes prácticas y obras de conservación del suelo y agua.

Práctica	Valor de P
Surcado al contorno	0.75-0.90
Surcos rectos	0.80-0.95
Franjas al contorno	0.60-0.80
Terrazas (2-7% de pendiente)	0.5
Terrazas (7-13% de pendiente)	0.6
Terrazas (mayor de 13%)	0.8
Terrazas de Banco	0.1
Terrazas de Banco en contrapendiente	0.05

Fuente: SAGARPA, 2011.

Para este estudio, el valor de P utilizado fue la unidad debido a que actualmente no se utilizan prácticas de conservación de suelos en el área del proyecto.

Con la sustitución de todos los valores en la fórmula EUPS se tiene que la pérdida de suelo con cobertura forestal es:

$$E_{Proy} = R\ K\ LS\ C\ P = 1{,}587.87 \times 0.040 \times 4.61 \times 0.14 \times 1$$

$$\mathbf{E_{Proy} = 40.98\ Ton/ha\ año}$$

Para la superficie total que se tiene considerada para reforestación, sin medidas de mitigación, que corresponde a 65.87 ha, su erosión actual es la misma que el área del proyecto, es decir, 40.98 Ton/ha año.

Con esta ecuación se estima la *erosión actual,* ya que incluye la protección del suelo que le ofrece la cubierta vegetal y la resistencia que oponen las prácticas mecánicas para reducir la erosión.

Así, se llegó a los siguientes resultados de erosión actual:

Tabla 31. Erosión actual de suelo.

Erosión Actual	Superficie (ha)	Erosión Actual (ton/ha/año)	Erosión actual total (ton/año)
Área del proyecto	103.60	40.98	4,245.78
Área CUSTF	92.66	40.98	3,797.45
Área Reforestación	65.87	40.98	2,699.46

Fuente: Elaboración propia.

La situación del predio con respecto a la erosión de suelos, según los cálculos realizados, en el área sujeta a cambio de uso de suelo (CUSTF) actualmente se tiene una erosión de 40.98 ton/ha/año. Dado que la superficie sujeta a cambio de uso de suelo corresponde a 92.66 ha, entonces tenemos que la erosión en esta superficie es de 3,797.45 ton/año (Escenario 0). En el caso de la zona a reforestar conforme se vaya avanzando en el proyecto, se tiene una erosón actual de 40.98 ton/ha/año; tomando en cuenta que la superficie es de 65.87 ha, la erosión total por año es de 2,699.46 ton/año.

Estimación de la Erosión Potencial

La erosión potencial indica la posible pérdida de suelo si no existe cobertura del suelo (suelo desnudo) y no se tienen prácticas de conservación del suelo y del agua. Ésta se estima con la misma ecuación, quitando el factor de la vegetación C y el factor de prácticas de conservación del suelo o método de control de erosión P. Por lo tanto, la fórmula para la erosión potencial es:

$$\mathbf{E_p = R\ K\ LS}$$

Al sustituir la fórmula con los valores calculados, se tiene que:

$$E_{P\text{-}Proy} = 1{,}587.87 \times 0.040 \times 4.61 = \mathbf{292.74\ ton/ha\ año}$$

$$E_{P\text{-}Refor} = 1{,}587.87 \times 0.040 \times 4.61 = \mathbf{292.74\ ton/ha\ año}$$

Para la superficie total que se tiene considerada para reforestación, aplicando medidas de mitigación, que corresponde a 65.87 ha, el cálculo es el siguiente:

$$E_{Refor} = R\ K\ LS\ C\ P = 1{,}587.87 \times 0.040 \times 4.61 \times 0.083 \times 0.8$$

$$\mathbf{E_{Refor} = 19.44\ Ton/ha\ año}$$

Tabla 32. Erosión potencial de suelo por Escenario.

Erosión Potencial	Escenario	Superficie (ha)	Erosión Potencial (ton/ha/año)	Erosión Potencial total (ton/año)
Área del proyecto	1	103.60	292.74	30,326.98
Área total - Refor	2	37.73	292.74	11,045.10
Área CUSTF	1	92.66	292.74	27,124.63
Área CUSTF - Refor	2	26.79	292.74	7,842.75
Área Reforestación	1	65.87	292.74	19,281.89
Área Reforestación c/medidas	2	65.87	19.44	1,280.32

Fuente: Elaboración propia.

Con el fin de disminuir la erosión en las zonas aledañas al proyecto, se llevará a cabo la reubicación de especies, en la que se replantarán aquellas especies de difícil regeneración y/o de importancia en la región, que se encuentren dentro del área sujeta al cambio de uso de suelo, considerando rescatar un promedio del 5% para las especies de pino y junípero, incluyendo elementos arbóreos y arbustivos mientras que para los agaves será el 30%, y las cactáceas será del 100% de los ejemplares.

Además, se llevará a cabo la reforestación de diferentes áreas sujetas a CUSTF y se implementarán medidas de mitigación en esta zona, mismas que también permitirán que se tenga una mayor inflitración de agua al subsuelo. Por una parte, en dicha zona se llevará a cabo la reubicación de especies según el *Programa de Rescate y Reubicación de Especies de Flora* que se presenta en este mismo estudio, y por otro, se tiene considerado instalar tuberías de decantación en las áreas de reforestación para conducir el agua fuera de las superficies de los depósitos de jal y tepetateras, para su posterior descarga al entorno del arroyo local, de manera que sean inflitrada en áreas aledañas.

d) Hidrología superficial y subterránea.

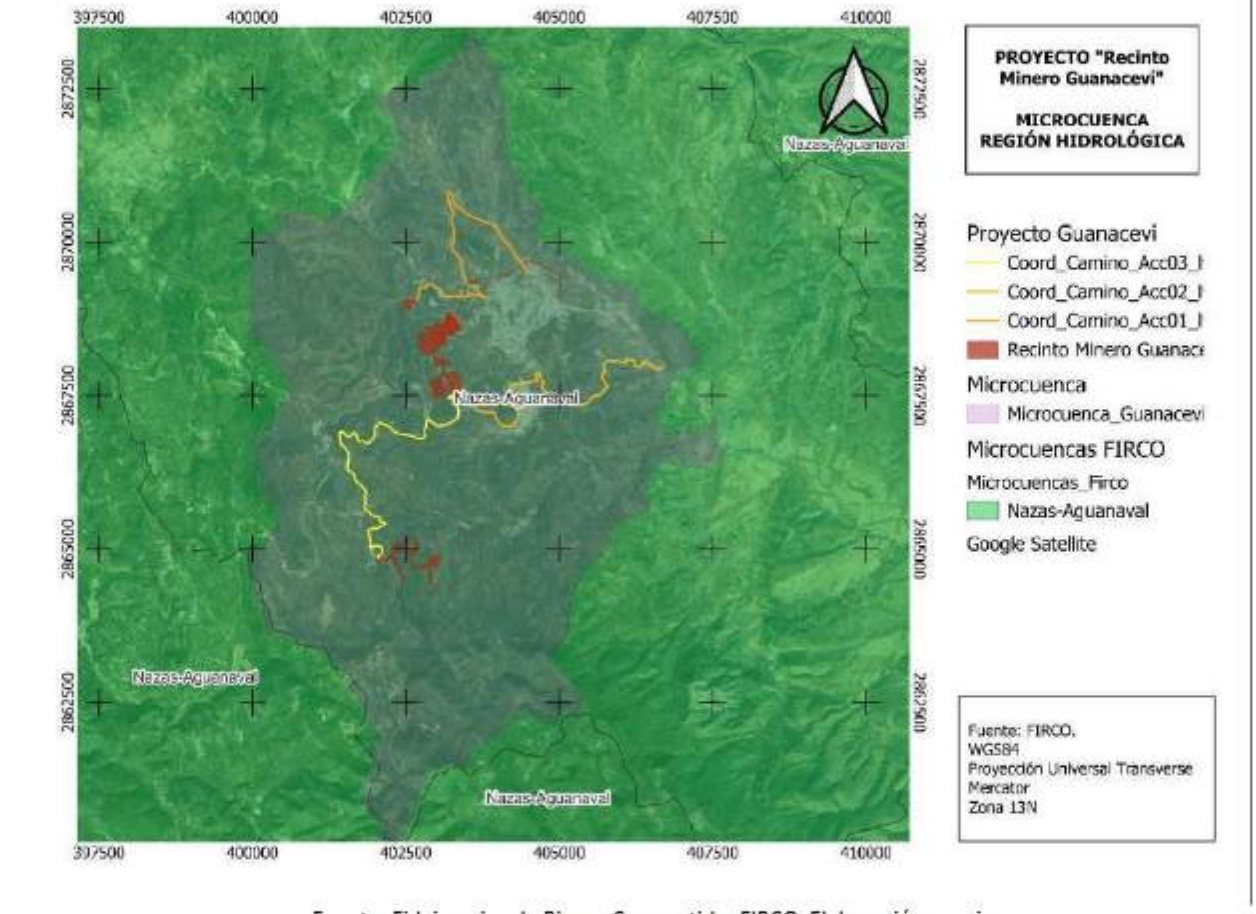
Recursos hidrológicos localizados en el área de estudio.

El Municipio de Guanaceví está comprendido por las regiones hidrológicas Nazas–Aguanaval (59.90%), Sinaloa (24.69%) y Bravo Conchos (15.41%).

El Sistema Ambiental se ubica en la región hidrológica "Nazas-Aguanaval" (Rh36), la cual está conformada por dos zonas: una alta de escurrimientos y una baja de acumulación de agua. Esta región hidrológica está formada por una extensa zona cerrada de 116,691.78 km2 y está ubicada en la parte árida y semiárida del país. La mayor parte se ubica en el Estado de Durango (60%), otra en el Estado de Zacatecas (25%) y otra en el Suroeste del Estado de Coahuila (15%).

La Región Hidrológica de mayor extensión en Durango es la Nazas-Aguanaval (42% de la superficie del estado). Es la cuenca cerrada más importante del país. El Nazas y el Aguanaval desembocaban originalmente en las lagunas de Mayrán y de Viesca, respectivamente. En la actualidad, sus aguas son aprovechadas en su totalidad.

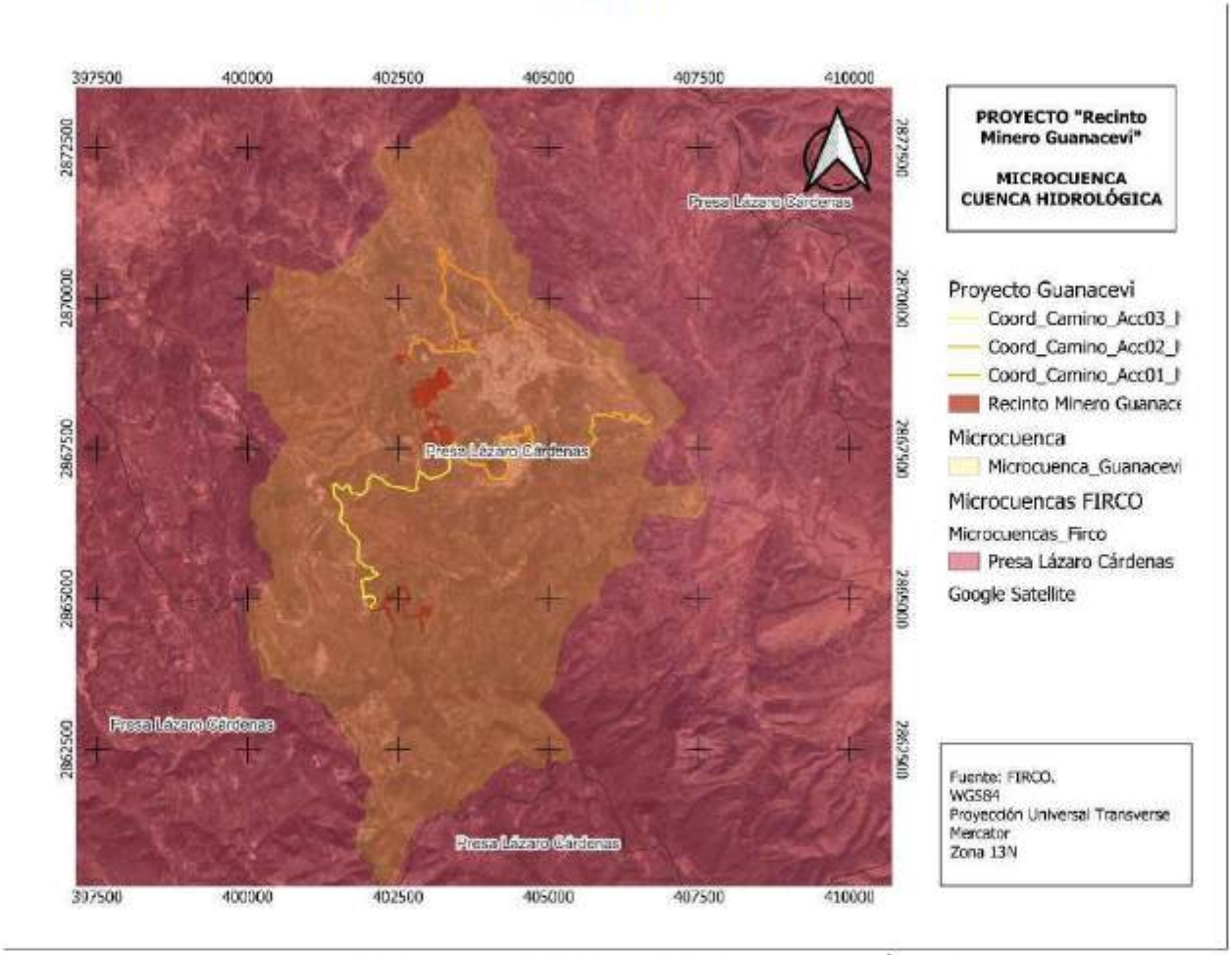
Figura 92. Ubicación del área de estudio y del proyecto en la Región Hidrológica Nazas - Aguanaval.



Fuente: Fideicomiso de Riesgo Compartido, FIRCO. Elaboración propia.

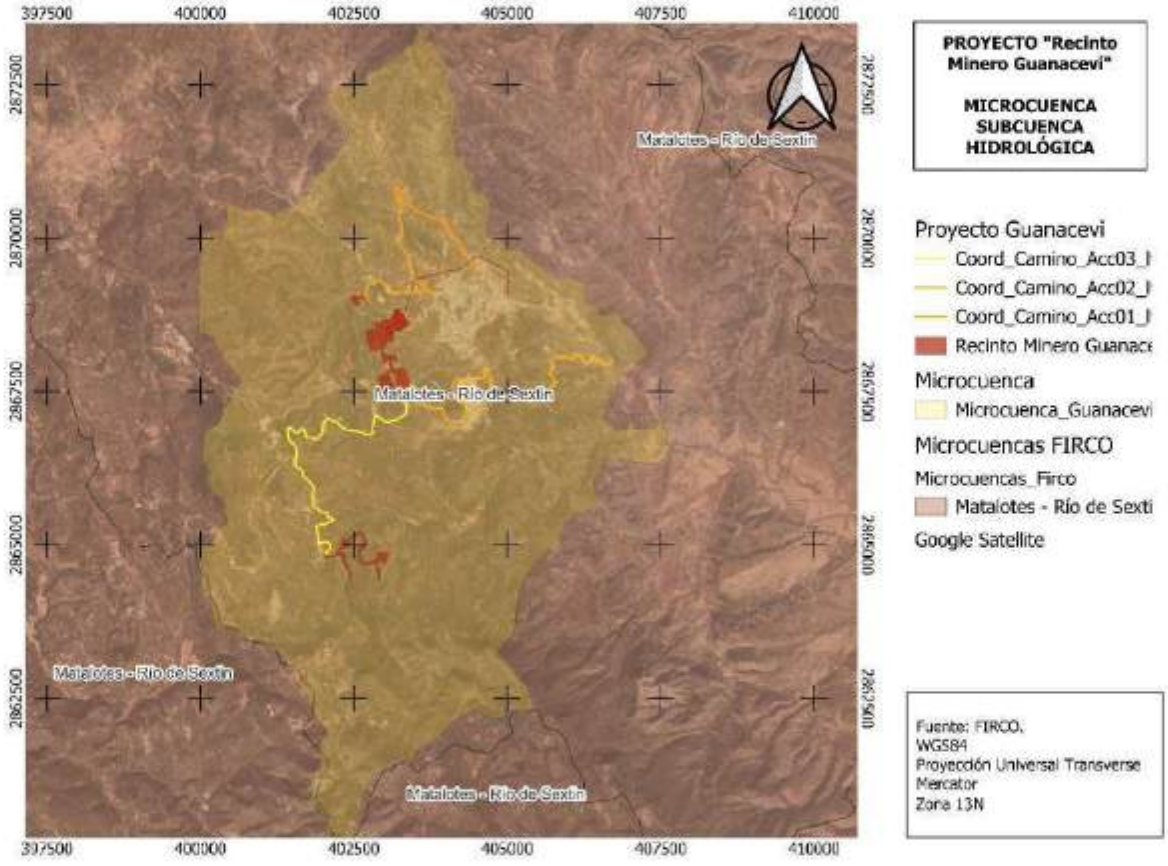
La ubicación del Sistema Ambiental y del proyecto corresponde a la Cuenca Presa Lázaro Cárdenas, la Subcuenca Matalotes – Río de Sextín, y la Microcuenca Coscomate, lo cual se puede apreciar en las siguientes Figuras.

Figura 93. Imagen de la ubicación del Sistema Ambiental y del proyecto en la Cuenca Presa Lázaro Cárdenas.



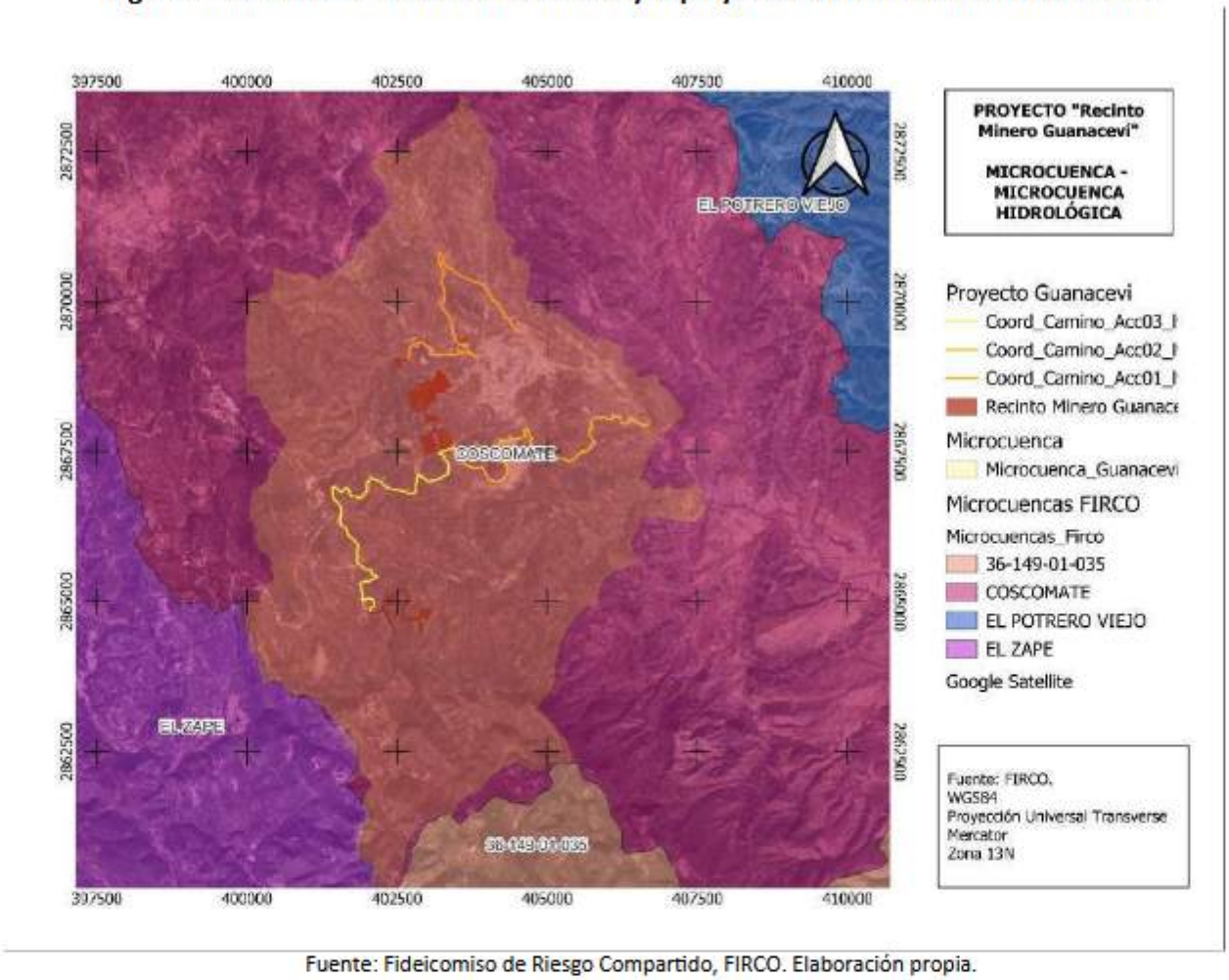
Fuente: Fideicomiso de Riesgo Compartido, FIRCO. Elaboración propia.

Figura 94. Imagen de la ubicación del Sistema Ambiental y del proyecto en la Subcuenca Matalotes – Río de Sextín.



Fuente: Fideicomiso de Riesgo Compartido, FIRCO. Elaboración propia.

Figura 95. Ubicación del Sistema Ambiental y el proyecto en la Microcuenca Coscomate.



Fuente: Fideicomiso de Riesgo Compartido, FIRCO. Elaboración propia.

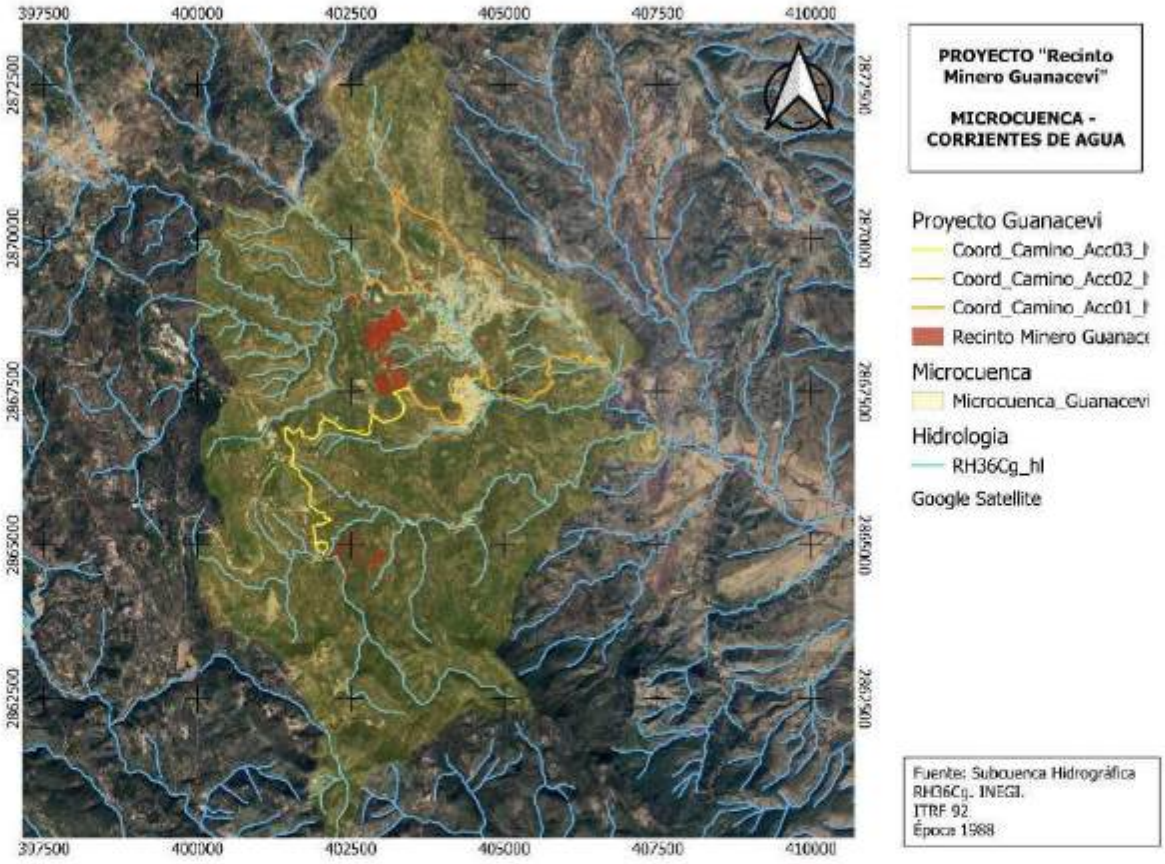
Hidrología superficial.

Las principales corrientes de agua en el Municipio de Guanaceví son los siguientes (INEGI, 2010):

- Perennes: Sextín, Morelos, Las Piedras, Río Colorado, Balleza, Chiquihuites, Arroyo de Guanaceví, Arroyo de las Pomas, El Bajío, Los Lobos y Pirames.
- Intermitentes: Carricitos, San Andrés, Piloncillo y El Vaquero.

En el Sistema Ambiental, el principal afluente forma parte del Arroyo de Guanaceví. En esta área se presentan dos coeficientes de escurrimiento: del 0 al 5% y del 10 al 20%.

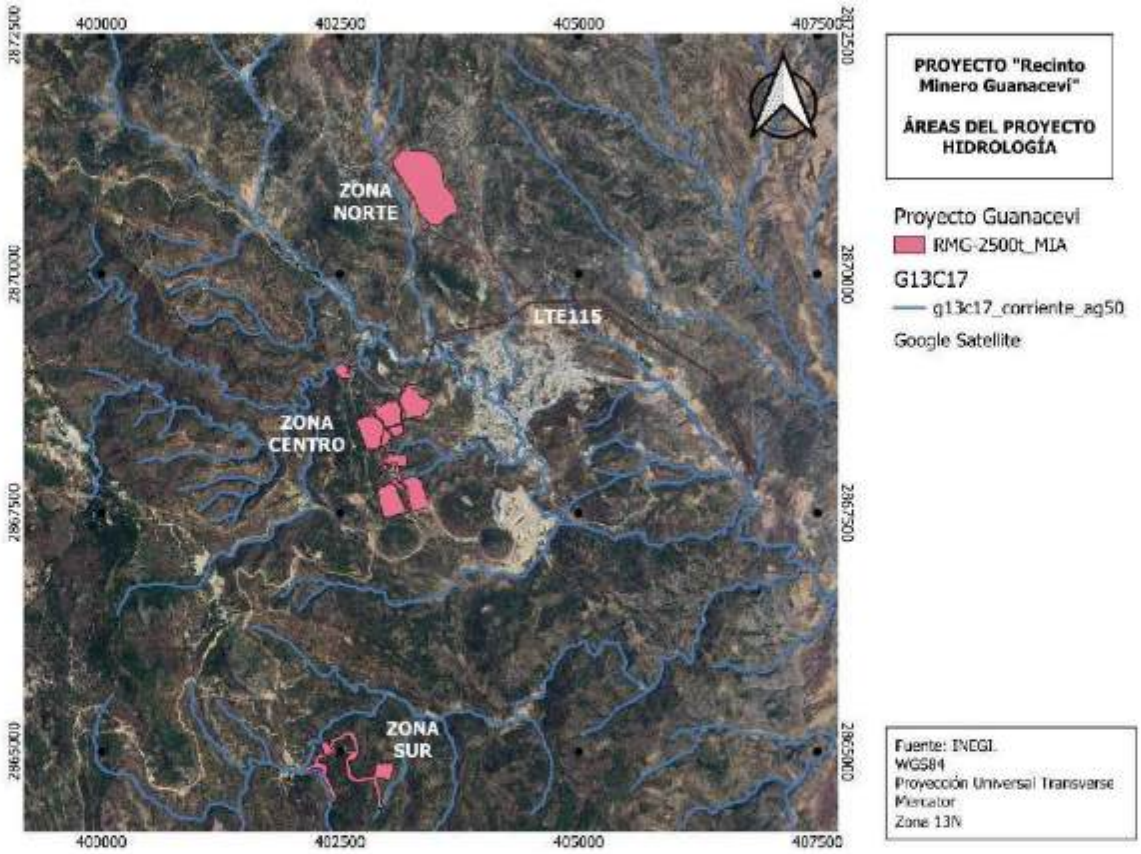
Figura 96. Principales afluentes en el Sistema Ambiental.



Fuente: Red Hidrográfica, Subcuenca Hidrográfica RH36Cg, INEGI. Elaboración propia.

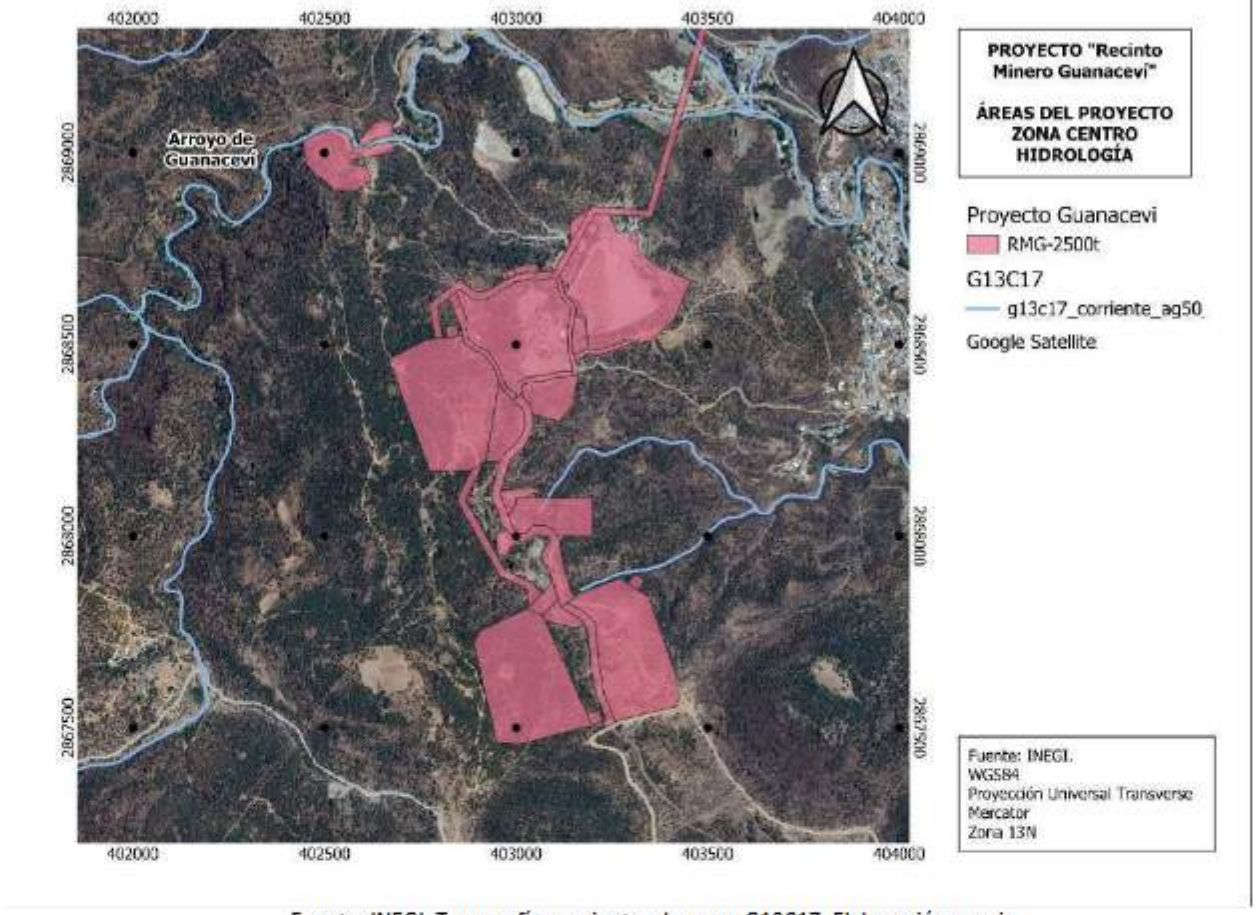
Dentro del área que ocupa el proyecto cruza el Arroyo de Guanaceví junto con algunos escurrimientos intermitentes, lo cual se puede observar en las siguientes Figuras. Es importante mencionar que dicho afluente será respetado de acuerdo con el límite federal establecido por CONAGUA.

Figura 97. Afluentes en las áreas del proyecto.



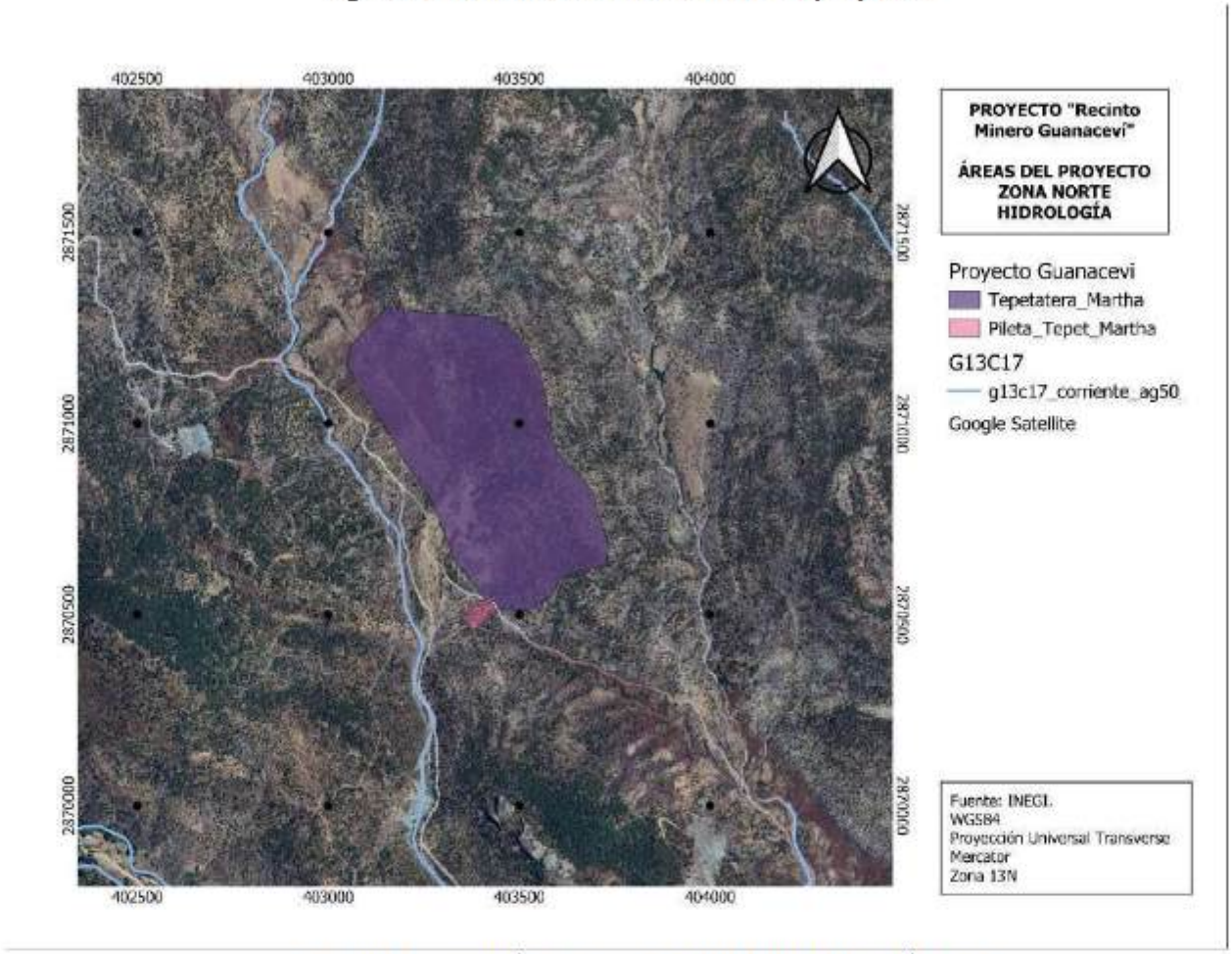
Fuente: INEGI, Topografía, corrientes de agua, G13C17. Elaboración propia.

Figura 98. Afluentes en la zona centro del proyecto.



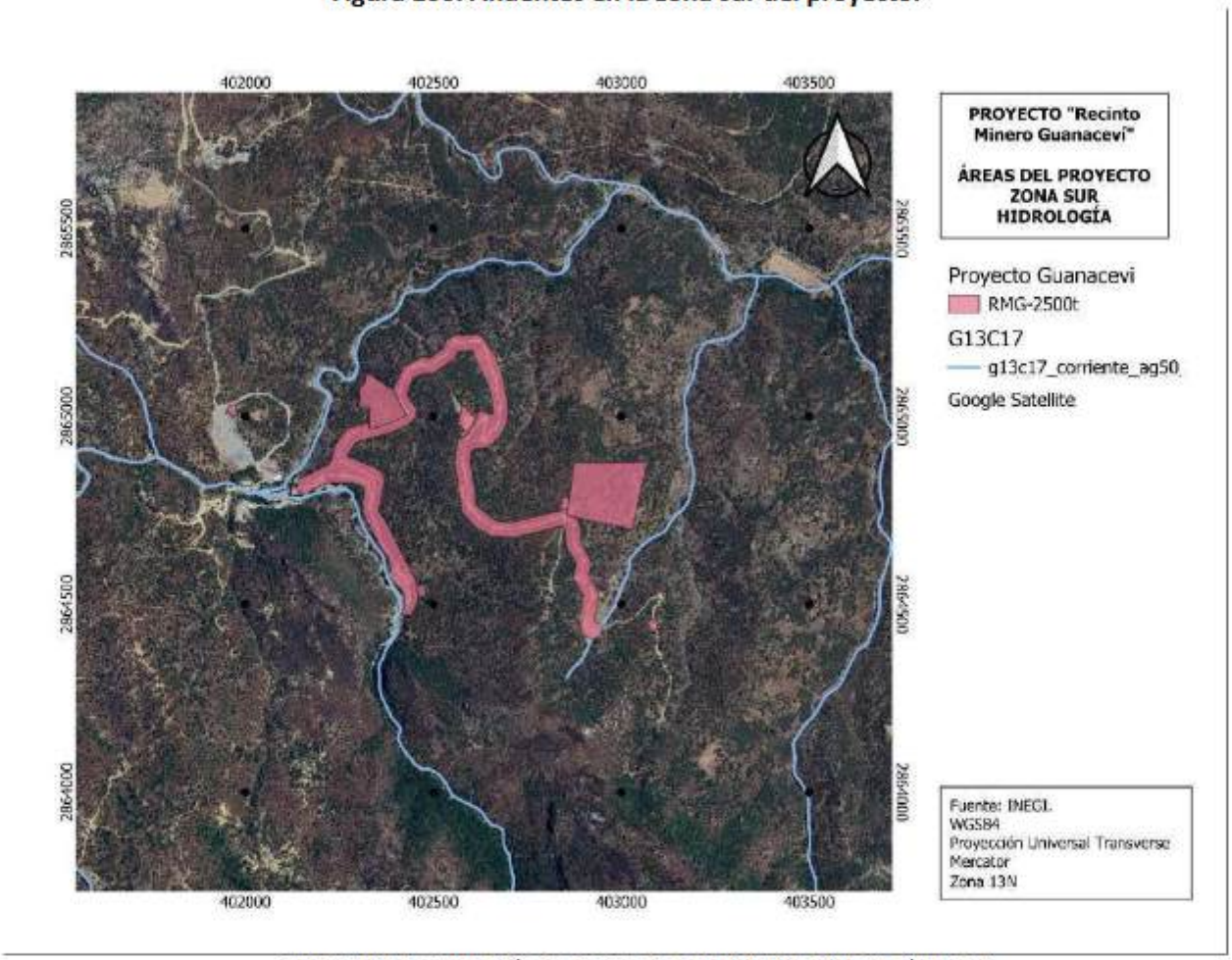
Fuente: INEGI, Topografía, corrientes de agua, G13C17. Elaboración propia.

Figura 99. Afluentes en la zona norte del proyecto.



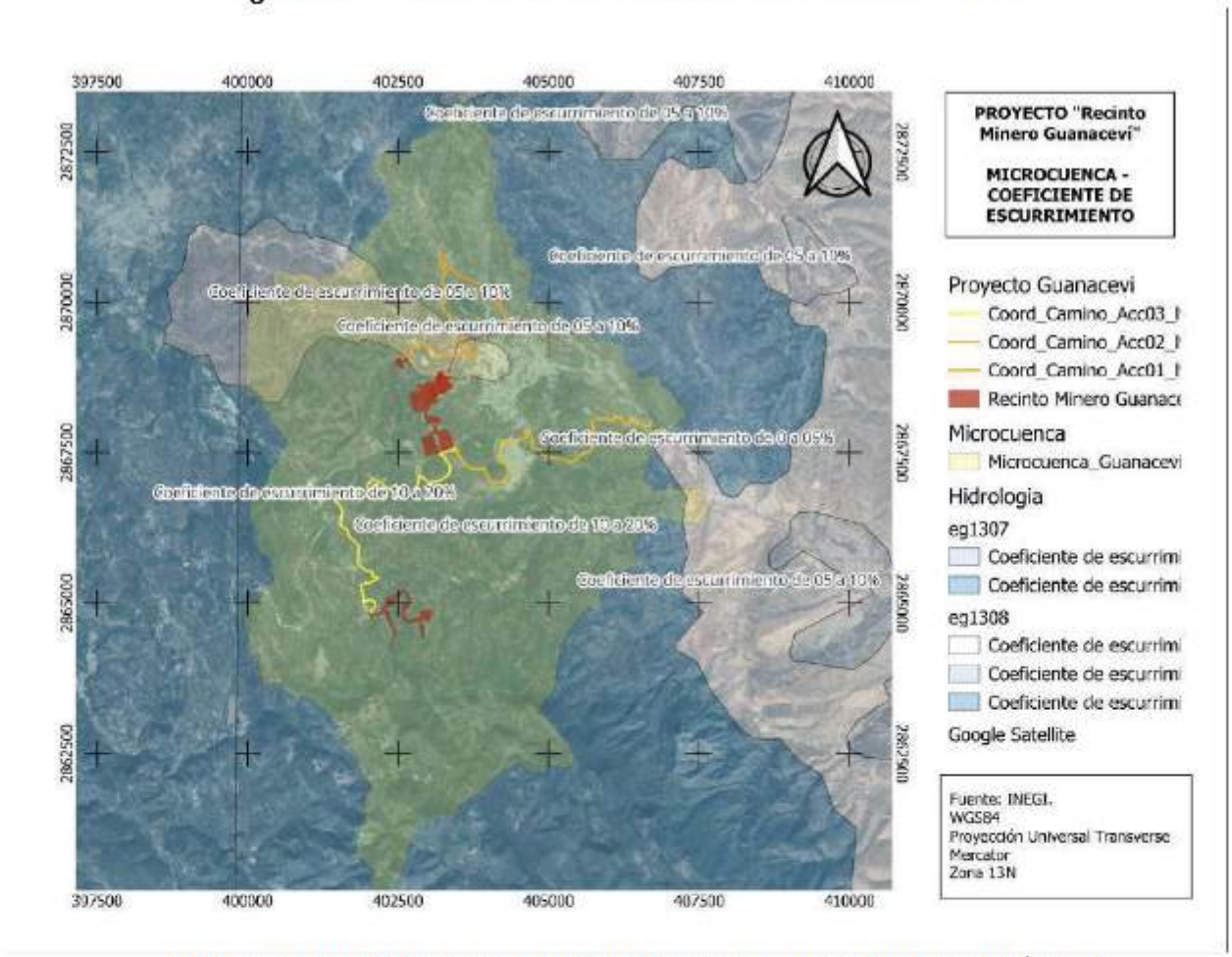
Fuente: INEGI, Topografía, corrientes de agua, G13C17. Elaboración propia.

Figura 100. Afluentes en la zona sur del proyecto.



Fuente: INEGI, Topografía, corrientes de agua, G13C17. Elaboración propia.

Figura 101. Coeficientes de escurrimiento en el Sistema Ambiental.



Fuente: Aguas Superficiales, Serie I, Conjunto de datos eg1307 y eg1308, INEGI. Elaboración propia.

Hidrología subterránea.

El Sistema Ambiental se ubica dentro del acuífero Matalotes-El Oro (1009). De acuerdo a la CONAGUA, se ubica en la porción noroccidental del Estado de Durango, entre las coordenadas 25° 32' y 26° 31' latitud norte y 105° 10' y 106° 21' longitud oeste, abarcando una superficie de 7,574 km^2; geopolíticamente este acuífero comprende casi en su totalidad el municipio de San Bernardo y parcialmente los municipios Guanaceví, Tepehuanes y El Oro.

El acuífero pertenece al Organismo de Cuenca VII "Cuencas Centrales del Norte" y es jurisdicción territorial de la Dirección Local Durango. Su territorio completo no se encuentra sujeto a ninguna veda para la extracción de agua subterránea. De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua, vigente para el año 2023, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 4 (CONAGUA, 2023).

El usuario principal del agua subterránea es el agrícola. Dentro de los límites del acuífero no se localiza distrito o unidad de riego alguna, ni tampoco se ha constituido el Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS).

Con respecto a la minería, de acuerdo con las cartas geológicas del Servicio Geológico Mexicano, dentro del acuífero Matalotes-El Oro, se encuentran localizados los Distritos Mineros El Carmen y Guanaceví en la Región mineralizada Guanaceví y el Distrito Minero Magistral del Oro e Indé en la Región mineralizada Santa María del Oro. De acuerdo con la base de datos de minas elaborada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, en el acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, existen 3 minas con producción de oro, plata y plomo; 4 con producción de plata, oro y cobre; 2 con producción de plata, plomo y zinc; 1 con plata y cobre; 1 con mercurio; 1 con plata y plomo; 1 con fluorita y mercurio y 1 con manganeso, sumando un total de 14 minas, de las cuales 12 se encuentran en el Municipio de San Bernardo y 2 en Guanaceví (DOF, 27 de noviembre de 2015).

Problemática

Escasez natural de agua

El acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, está ubicado en una región con escasez natural, en la que se presenta una escasa precipitación media anual de 585.1 milímetros, y una elevada evaporación potencial media anual de 1,679 milímetros, por lo que la mayor parte del agua precipitada se evapora, lo que implica que el escurrimiento y la infiltración son reducidos.

Adicionalmente, a través del análisis del comportamiento histórico de la precipitación, se determinó que las lluvias han disminuido paulatinamente, debido a que la región ha sido afectada por la sequía regional, a excepción del año 2013 que fue excepcionalmente lluvioso, por lo que la recarga natural del acuífero se verá mermada.

Dichas circunstancias, además del posible incremento de la demanda del recurso hídrico, para cubrir las necesidades básicas de sus habitantes, y seguir impulsando las actividades económicas de la misma, y la limitada disponibilidad media anual de agua subterránea en el acuífero, podría generar competencia por el recurso entre los diferentes usos, e implica el riesgo potencial de que en el futuro se generen los efectos negativos de la explotación intensiva del agua subterránea, tanto en el ambiente como para los usuarios del recurso.

Riesgo de sobreexplotación

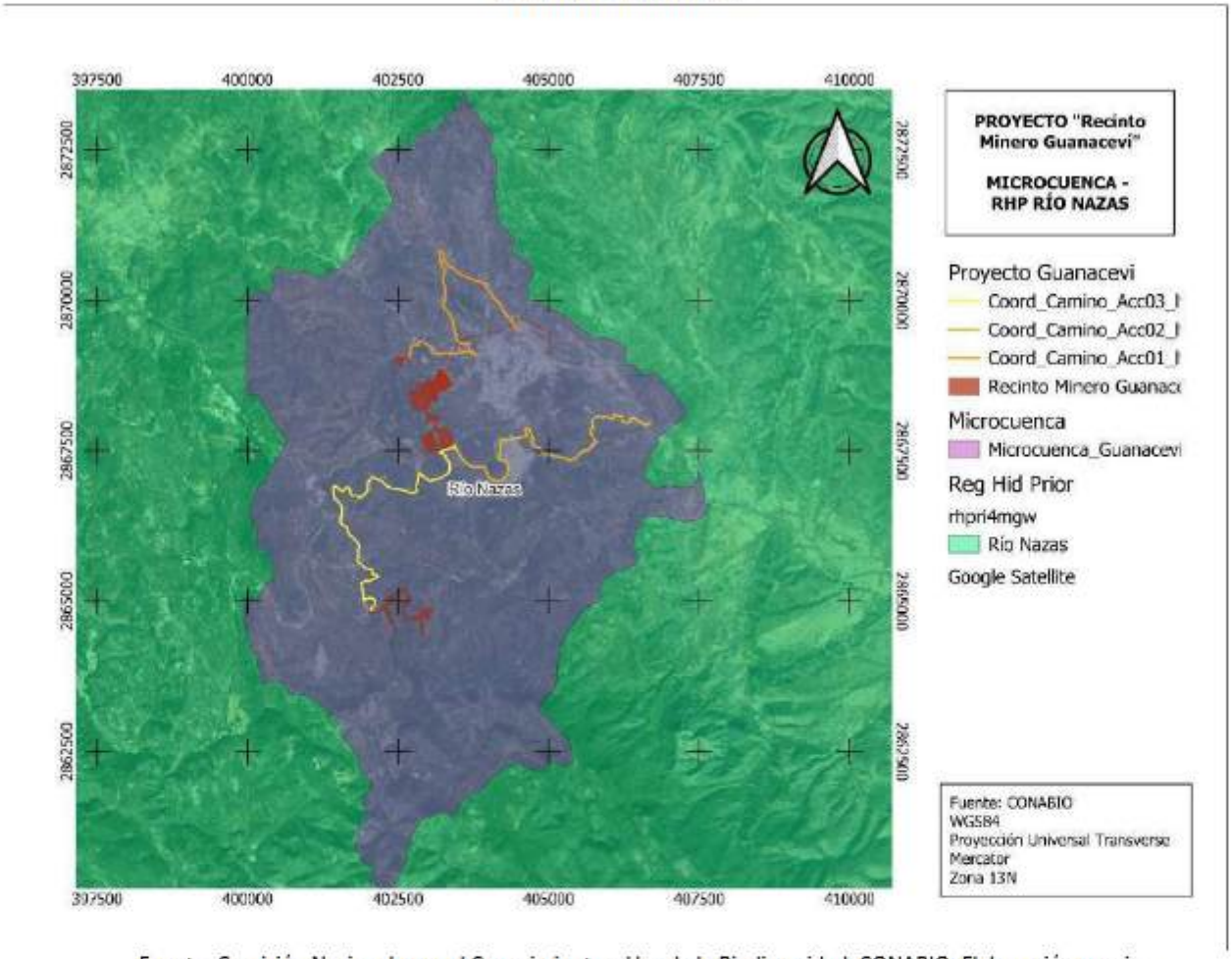
En el acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, la extracción total a través de norias y pozos es de 3.2 millones de metros cúbicos anuales; mientras que la recarga que recibe el acuífero, está cuantificada en 35.7 millones de metros cúbicos anuales.

La cercanía del acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, con acuíferos sobreexplotados del Estado de Durango, representa una gran amenaza, debido a que los usuarios que en los últimos años han adoptado nuevas tecnologías de producción agrícola, cuya rápida expansión ha favorecido la construcción de un gran número de pozos en muy corto tiempo, con una gran capacidad de extracción, propiciando la sobreexplotación de los acuíferos, podrían invadir el acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, con lo que la demanda de agua subterránea se incrementaría notoriamente, la disponibilidad del acuífero se vería comprometida y el acuífero correría el riesgo de sobreexplotarse en el corto plazo.

El acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, tiene una disponibilidad media anual de agua subterránea limitada, para impulsar el desarrollo de las actividades productivas. En caso de que en el futuro el crecimiento de la población y el desarrollo de las actividades productivas de la región demanden mayores volúmenes de agua que la recarga que recibe el acuífero Matalotes-El Oro, clave 1009, podría originar un desequilibrio en la relación recarga-extracción y causar sobreexplotación, impidiendo el impulso de las actividades productivas y poniendo en riesgo el abastecimiento de agua para los habitantes de la región que dependen de este recurso.

El Sistema Ambiental, y por lo tanto, el presente proyecto, se encuentra dentro de la Región Hidrológica Prioritaria "Río Nazas".

Figura 102. Ubicación del Sistema Ambiental y del proyecto con respecto a la Región Hidrológica Prioritaria Río Nazas.



Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. CONABIO. Elaboración propia.

De acuerdo a la CONABIO, la Región Hidrológica Prioritaria Río Nazas se ubica en el Estado de Durango, en el polígono Latitud 6°32'24" - 23°57'36" N, Longitud 106°18'00" - 103°37'12" W. Sus recursos hídricos principales son:

- Lénticos: presas Lázaro Cárdenas, Francisco Zarco, el Palmito y lago de Santiaguillo.
- Lóticos: ríos San Juan, Ramos, Potreritos, del Oro, Nazas, Santiago, Tepehuanes y Peñón Blanco.

Limnología básica: cuenca baja alterada.

Geología/Edafología: rodeada por las sierras de Tepehuanes, de la Candela, de las Canoas, Meseta de la Zarca, Bolsón de Mapimí y Valle de San Juan. Suelos tipo Regosol, Litosol, Feozem, Rendzina, Xerosol, Cambisol y Castañozem.

Características varias: climas semiseco semicálido, muy seco semicálido, seco templado, templado subhúmedo, semifrío subhúmedo con lluvias en verano y algunas en invierno. Temperatura media anual de 14-22oC. Precipitación total anual de 100-700 mm.

Principales poblados: Victoria de Durango, Gómez Palacios, Sta. María del Oro, Peñón Blanco, Sta. Catarina de Tepehuanes, Torreón, Nuevo Ideal, Canatlán, Santiago Papasquiaro

Actividad económica principal: agropecuaria, industrial y acuícola.

Biodiversidad: tipos de vegetación: pastizal natural, bosques de pino-encino, encino-pino, tascate, matorral de manzanilla, matorral desértico rosetófilo, matorral crasicaule, vegetación acuática, semiacuática y ribereña. Fauna característica: de peces *Astyanax mexicanus, Campostoma ornatum, Catostomus plebeius, Characodon lateralis, Chirostoma mezquital, Cyprinella alvarezdelvillari, C. lepida, Dionda episcopa, Etheostoma pottsi, Moxostoma austrinum, Pantosteus plebeius. Todas estas especies se encuentran amenazadas. Especies endémicas de peces Codoma ornata, Cyprinella garmani, Cyprinodon meeki, C. nazas, Gila conspersa, Gila sp., Ictalurus pricei, Ictiobus sp., Notropis chihuahua, N. nazas, Notropis sp., Stypodon signifer*. Especies extintas: *Characodon garmani, Cyprinodon latifasciatus, Stypodon signifer*. La zona sirve de refugio para aves migratorias como patos y gansos y de anidación de *Rhynchopsitta pachyrhyncha*.

Aspectos económicos: pesca de actividad agropecuaria, industrial y forestal. Recursos termoeléctricos.

Problemática:

- Modificación del entorno: desforestación, desecación e incendios.
- Contaminación: por actividades agropecuarias, industriales y descargas urbanas.
- Uso de recursos: pesca de especies nativas como la lobina negra Micropterus salmoides e introducidas como la carpa dorada *Carassius auratus, los charales Chirostoma consocium, C. jordani, C. labarcae, C. sphyraena*, el pez blanco *Chirostoma estor*; la carpa común *Cyprinus carpio*, la mojarra azul *Lepomis macrochirus*, las tilapias *Oreochromis aureus y O. mossambicus*. Cacería furtiva de aves acuáticas.

Conservación: preocupa la sobreexplotación de recursos hidráulicos, la desforestación y la contaminación. Hacen falta inventarios biológicos (grupos poco o no estudiados), monitoreos de los grupos conocidos e introducidos, estudios fisicoquímicos cambiantes del entorno, estudios de las aguas subterráneas y dinámica poblacional de especies sensibles a las alteraciones del hábitat. Se propone frenar planes gubernamentales y privados de desecación de cuerpos de agua; establecer límites de almacenamiento de agua en presas y extracción de pozos; incluir a los organismos en los monitoreos de calidad del agua;

considerar al agua como recurso estratégico dada su escasez y a los cuerpos de agua como puente para aves migratorias.

Según el listado de la CONABIO, esta RHP tiene estatus de áreas de alta biodiversidad (AAB), áreas de uso por los diferentes sectores (AU), y áreas que presentan algún tipo de amenaza (AA).

Balance hídrico

Para el cálculo del análisis de captación de agua, se usaron los datos de la publicación Estadísticas del Agua en México, edición 2021, de CONAGUA, aplicándose los porcentajes ahí referidos para el área del proyecto y la superficie sujeta a cambio de uso de suelo. Del balance hídrico calculado anteriormente se tiene lo siguiente:

Tabla 33. Balance hídrico del Sistema Ambiental, las áreas del proyecto y el CUSTF.

	%	Sistema Ambiental (m3/año)	Áreas del proyecto (m3/año)	CUSTF (m3/año)
Lluvia	100%	32,160,888.79	622,830.79	557,063.56
Evapotranspiración	71.4%	22,962,874.60	444,701.18	397,743.38
Escurrimiento natural medio superficial interno	22.2%	7,139,717.31	138,268.44	123,668.11
Recarga natural de acuíferos	6.4%	2,058,296.88	39,861.17	35,652.07

Fuente: Elaboración propia.

V.2.2. Aspectos bióticos.

a) Vegetación.

La vegetación es un conjunto delementos florísticos que ocupan una superficie determinada y que en conjunto está determinado por formas estructurales distintas (bosques, selvas, matorrales y sabanas); toda esta cubierta vegetal tiene su propia composición florística, estructura y diversidad que la caracteriza y le da su identidad. Sin embargo, la flora hace referencia a los sus elementos florísticos: 1) especies, que están presentes con los diferentes individuos formando 2) poblaciones, por ende, es necesario conocer su diversidad florística. Estos pueden ser árboles, arbustos, hierbas, epifitas, que están determinados por varias condiciones limitantes y favorables, como la humedad, precipitación, temperatura, tipo de suelo. La flora tiende habitar en diferentes áreas o hábitat a esto se le conoce como distribución de la flora. Los estudios de la flora son el referente más importante de la diversidad florística, a partir de estos se conoce su densidad, abundancia, dominancia, diversidad, importancia ecológica y el potencial de las especies útiles para el manejo.

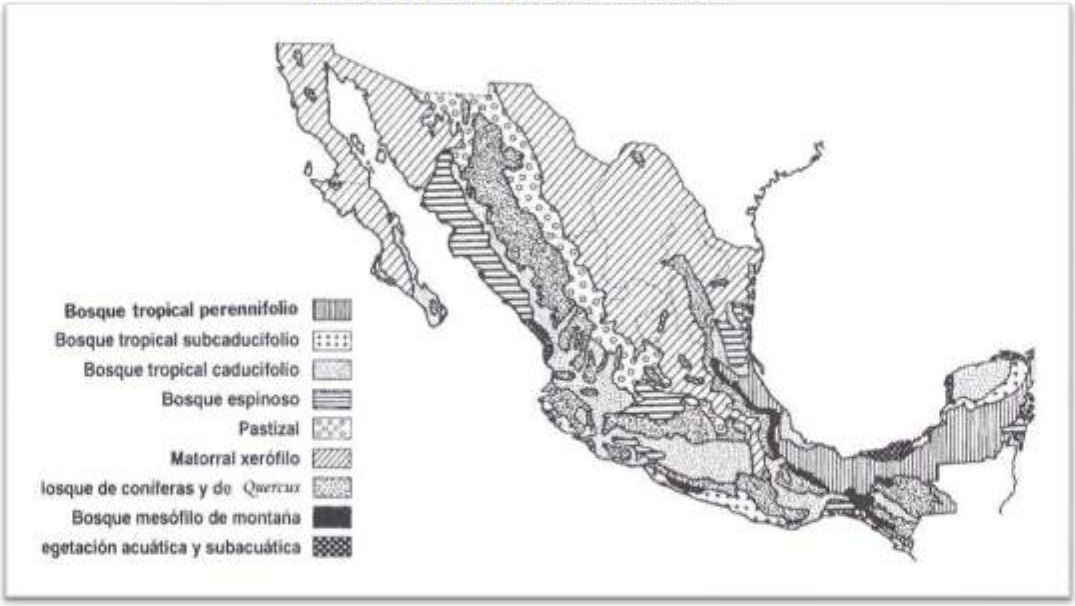
La amplia diversidad de ecosistemas presentes en Durango es resultado de su accidentado relieve, variedad de climas y la confluencia delementos de diferentes origenes. Durango presenta influencias tanto de la flora boreal (holártica) como de la austral (neotropical) y entre sus elementos florísticos existen además algunos endemismos (González, 2006).

De 17 provincias florísticas propuestas por Rzedowski (1978) para México, en Durango se encuentran representadas cuatro:

- Sierra Madre Occidental (Sierra Madre Occidental y otras serranías)
- Altiplanicie (región de los valles y región árida y semiárida)
- Sierra Madre Oriental (serranías en el extremo noreste de Durango)
- Costa Pacífica (partes bajas de la vertiente W de la Sierra)

Las afinidades de la flora de la Sierra Madre Occidental son principalmente boreales, aunque en el estrato herbáceo están bien representados también los elementos tropicales y los endémicos (González, 2006).

Figura 103. Vegetación en México.



Fuente: Rzedowski, J. (2006).

El Municipio de Guanaceví se localiza al noroeste del Estado de Durango, a una altitud de entre los 2 100 m y 3 300 msnm. Ocupa una superficie de aproximadamente 577 000 ha. Fisiográficamente, gran parte del territorio se loca liza en la subprovincia Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses y una proporción más pequeña, el sur del municipio, es parte de la subprovincia Gran Meseta y Cañones Duranguenses.

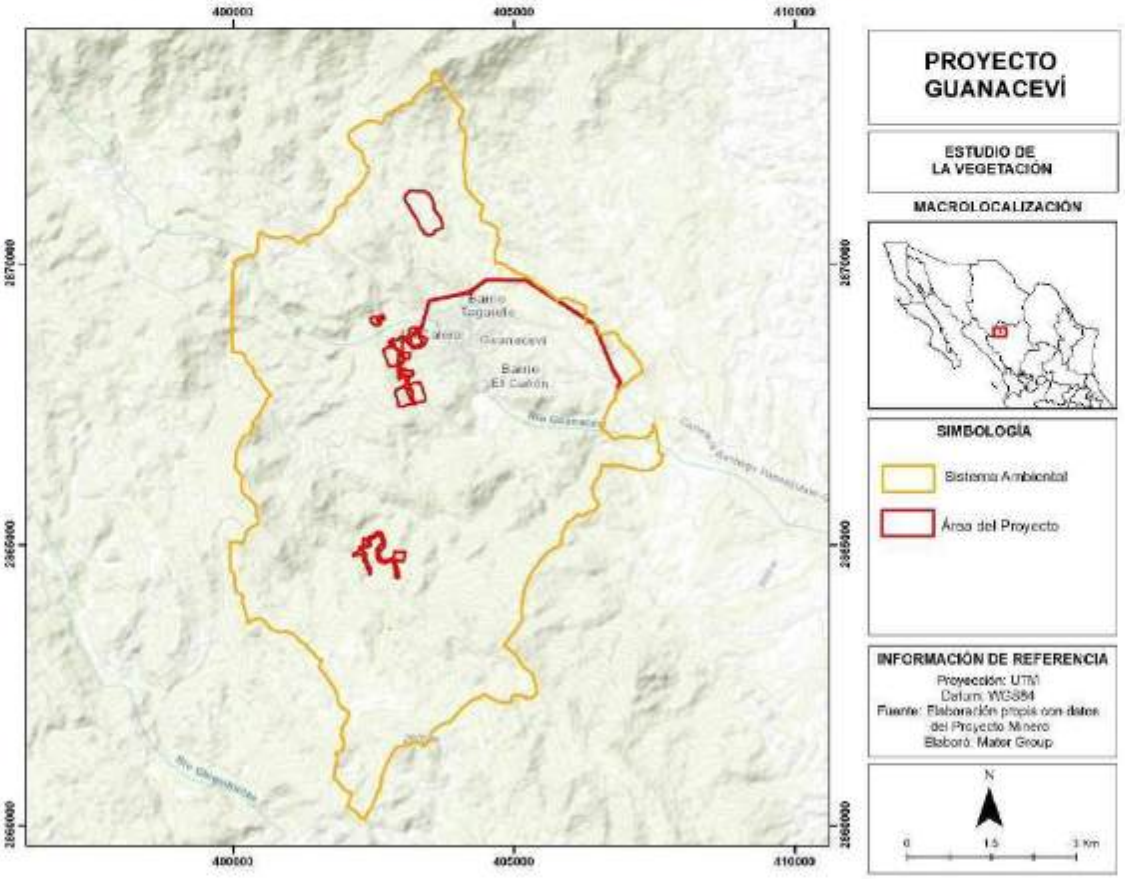
Los climas que se registran para el municipio son los templados subhúmedos con lluvias en verano en más del 60 % de la superficie y el semifrío con verano fresco largo, en la porción occidental de la entidad (García, 1973). Se registran temperaturas de 32 °C como máxima y 5 °C como mínima, con una media anual de 23 °C. La precipitación media anual es de 550 mm.

Los tipos de vegetación representativos de la zona son: Bosque de coníferas, Bosque de Quercus, Pastizal y Vegetación acuática y semiacuática. Siguiendo un gradiente altitudinal se describen las siguientes comunidades: 1. bosque de Pinus; 2. bosque de Pseudotsuga; 3. bosque de Pinus-Quercus; 4. bosque de Quercus-Pinus; 5. bosque de Quercus; 5a. bosque abierto de Quercus; 6. matorral de Arctostaphylos-Quercus; 7. pastizal; 8. vegetación riparia; 9. vegetación acuática y subacuática y 10. vegetación propia de sitios de disturbio y áreas agrícolas (Arévalo et al. 2004).

Tipos de vegetación

Para describir la vegetación de las áreas del proyecto en un contexto regional, se decidió hacerlo a través de microcuencas para usarla, como el Sistema Ambiental. Para ello y utilizando un modelo digital delevación escala 1:50 000, así como capas de ríos y arroyos, se delimitó el Sistema Ambiental en sistemas de información geográfica dando como resultado una superficie de 5,349.36 hectáreas.

Figura 104. Mapa que muestra el Sistema Ambiental y las áreas del proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

Carta de Uso de Suelo y Vegetación 1: 250 000

De acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI Serie VII escala 1:250 000, el Sistema Ambiental presenta 7 tipos de vegetación en la que se destaca un bosque de pino en un 36% de su superficie, le sigue el bosque de pino-encino en un 21%, mientras que la vegetación secundaria de bosque de pino está en un tercer lugar con 18.3% y en menor porcentaje los otros tipos de vegetación, como se puede apreciar en el siguiente cuadro y mapa:

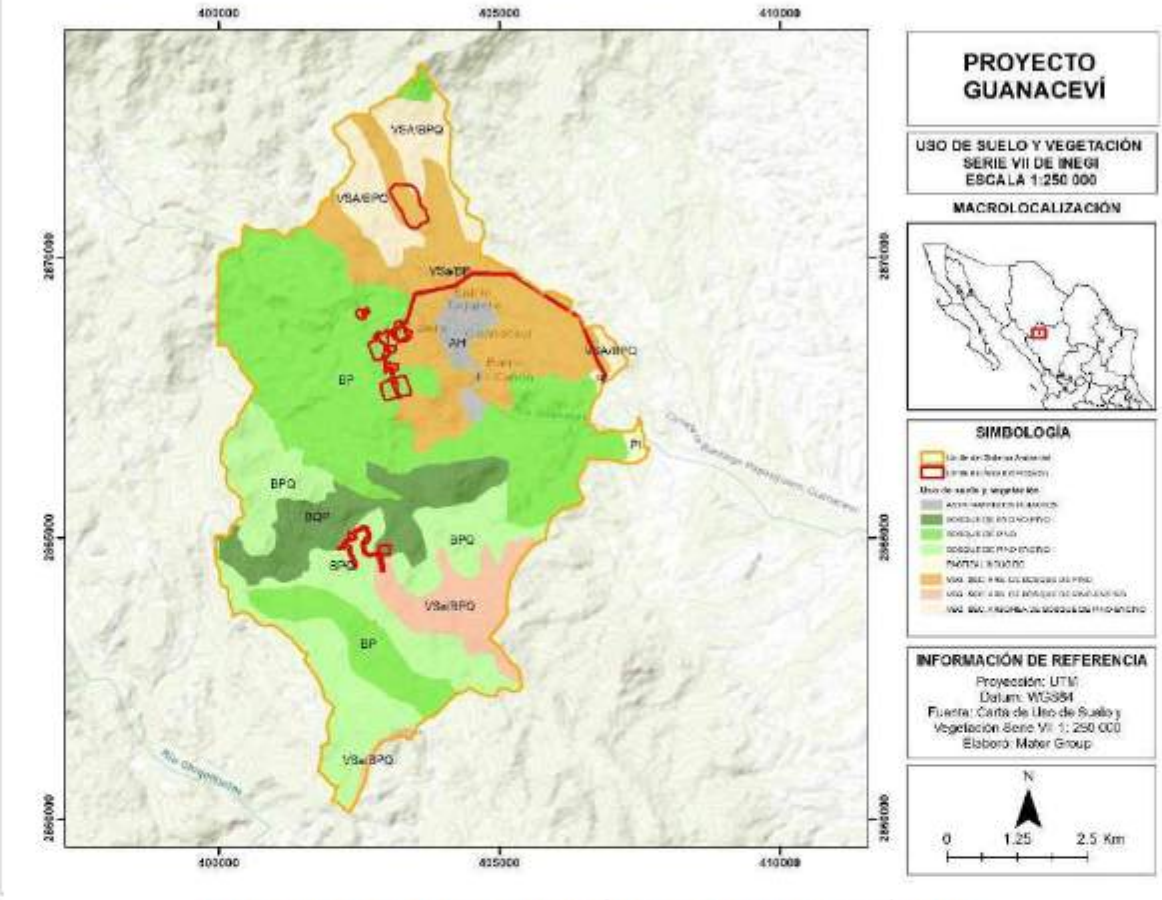
Tabla 34. Tipo de vegetación en el Sistema Ambiental de acuerdo a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII de INEGI escala 1: 250 000.

Clave	Descripción	Área (HA)	%
BP	BOSQUE DE PINO	1,934.80	36.17%
BPQ	BOSQUE DE PINO-ENCINO	1,170.36	21.88%
VSa/BP	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE PINO	981.20	18.34%
BQP	BOSQUE DE ENCINO-PINO	452.38	8.46%
VSA/BPQ	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO	366.61	6.85%
VSa/BPQ	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO	307.42	5.75%
AH	ASENTAMIENTOS HUMANOS	107.56	2.01%
PI	PASTIZAL INDUCIDO	29.033	0.54%
	Total	**5,349.36**	**100.00%**

Fuente: Carta de Uso de Suelo y Vegetación, Serie VII, INEGI. Elaboración propia.

De la Tabla anterior se deriva que el 66% de la vegetación presente en el Sistema Ambiental corresponde a bosque de pino, bosque de pino-encino y bosque de encino-pino. En la Figura siguiente se puede apreciar su distribución en el Sistema Ambiental.

Figura 105. Mapa que muestra el Uso de Suelo y Vegetación escala 1: 250 000 en el Sistema Ambiental y las áreas del proyecto.



Fuente: Carta de Uso de Suelo y Vegetación, Serie VII, INEGI. Elaboración propia.

Carta de Uso de Suelo y Vegetación 1: 50 000

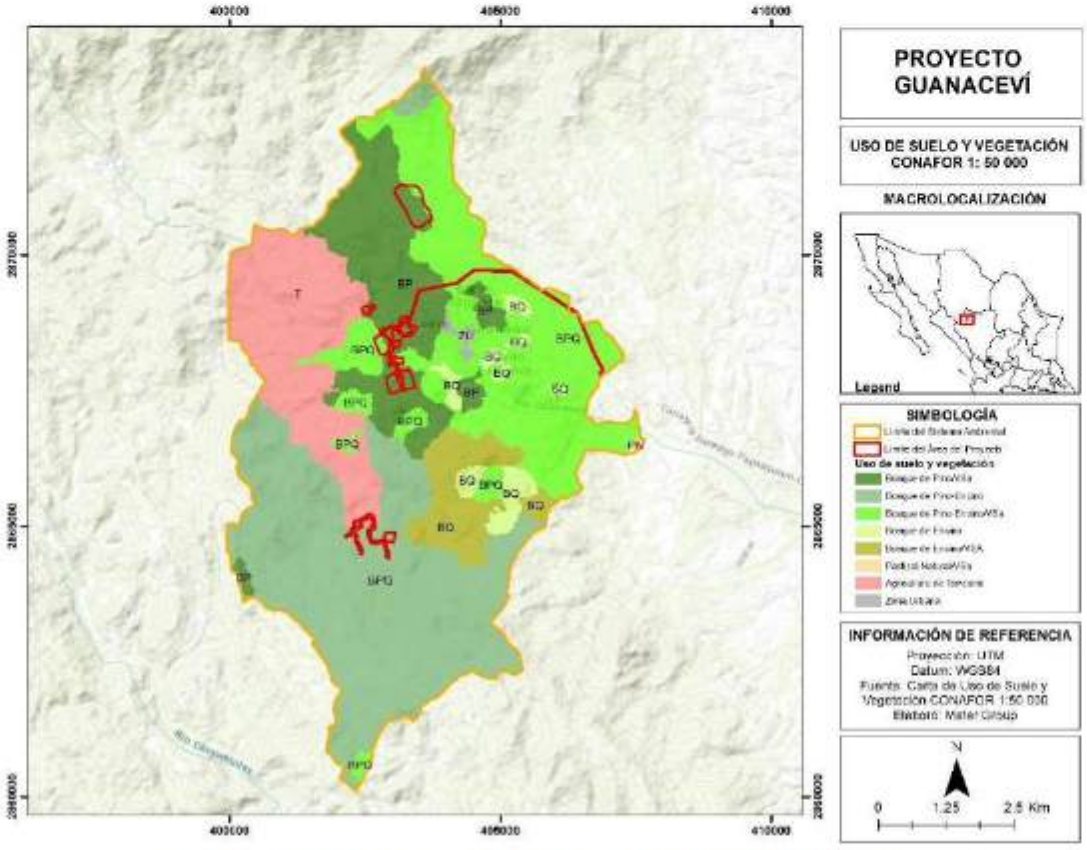
De acuerdo a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación 1:50 000 elaborada por la Comisión Nacional Forestal, en el Sistema Ambiental predominan 8 tipos de vegetación, en el cual, la predominante es la vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino en un 35% de la superficie, y le sigue la vegetación secundaria de bosque de pino encino en un 26% y en tercer lugar el bosque de pino con vegetación arbustiva secundaria con un 15%. Destaca en esta carta la presencia de Agricultura de Temporal en el Sistema Ambiental con un 15% mientras que en la anterior Carta de INEGI Serie VII, esto se considera Bosque de Pino. En cuanto el bosque de coníferas, el estudio de CONAFOR (2014) señala que se trata de comunidades adultas con un estado de perturbación eminente, ya que la vegetación secundaria representa 59 % con dos etapas de sucesión entre las que destaca por unidad de superficie la vegetación secundaria arbustiva.

Tabla 35. Tipo de vegetación en el Sistema Ambiental de acuerdo a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación escala 1: 50 000 de la CONAFOR.

CLAVE	TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE (has)	%
BPQ	Bosque de pino-encino	1,860.19	34.77%
BPQ/VSa	Bosque de pino-encino con vegetación secundaria arbustiva	1,402.76	26.22%
BP/VSa	Bosque de pino con vegetación secundaria arbustiva	810.12	15.14%
TA	Agricultura de temporal	807.94	15.10%
BQ/VSA	Bosque de encino con vegetación secundaria arbórea	296.75	5.55%
BQ	Bosque de encino	147.59	2.76%
ZU	Zona Urbana	18.39	0.34%
PN/VSa	Pastizal natural con vegetación secundaria arbustiva	5.62	0.11%
TOTAL		**5,349.36**	**100%**

Fuente: Carta de Uso de Suelo y Vegetación, CONAFOR. Elaboración propia.

Figura 106. Mapa que muestra el Uso de Suelo y Vegetación escala 1: 50 000 en el Sistema Ambiental y las áreas del proyecto.



Fuente: Carta de Uso de Suelo y Vegetación, CONAFOR. Elaboración propia.

A continuación, se presentan las principales características de la vegetación presente en el Sistema Ambiental:

Bosque de Pino

Es una comunidad siempre verde constituida por árboles del género Pinus, de amplia distribución y con aproximadamente 49 especies, 18 variedades, 2 subespecies en las cadenas montañosas de todo el país desde los 300 m de altitud hasta los 4 200 m en el límite altitudinal de la vegetación arbórea. Estos bosques que se encuentran asociados con encinares y otras especies, son los de mayor importancia económica en la industria forestal del país por lo que prácticamente todos soportan actividades forestales como aserrío, resinación, obtención de pulpa para celulosa, postería y recolección de frutos y semillas. La vegetación está dominada por diferentes especies de pino con alturas promedio de 15 a 30 m, los pinares tienen un estrato inferior relativamente pobre en arbustos, pero con abundantes gramíneas, esta condición se relaciona con los frecuentes incendios y la tala inmoderada. Las especies más comunes son pino chino (*Pinus leiophylla*), pino (*P hartwegiJ*), acote blanco (*P montezumae*), pino lacio (*P pseudostrobus*), pino (*P rudis*), pino escobetón (*P michoacana*), pino chino (*P teocote*), acote trompillo (*P oocarpa*), pino ayacahuite (*P ayacahuite*), pino (*P pringlel), P duranguensis, P chihuahuana, P engelmannii, P lawsoni, P oaxacana*, entre otros.

Bosque de Pino-Encino

Comunidad de bosque ampliamente distribuida que ocupa la mayor parte de la superficie forestal de las porciones superiores de los sistemas montañosos del país, la cual está compartida por las diferentes especies de pino (*Pinus spp.*) y encino (*Ouercus spp.*); dependiendo del dominio de uno y otro, se le denomina pino-encino si predominan las coníferas y es llamado encino-pino cuando dominan los encinares. La transición del bosque de encino al de pino está determinada (en condiciones naturales) por el gradiente altitudinal. Estas mezclas son frecuentes y ocupan muchas condiciones de distribución. Algunas de las especies más comunes son pino chino (*Pinus leiaphylla*), pino (*P hartwegil*), acote blanco (*P. mantezumae*), pino lacio (*P pseudastrobus*), pino (*P rudis*) , pino escobetón (*P michaacana*), pino chino (*P teacate*), acote trompillo (*P aacarpa*), pino ayacahuite (*P ayacahuite*), pino (*P pringlel), P duranguensis, P chihuahuana, P engelmannii, P lawsani, P aaxacana*, encino laurelillo (*Ouercus laurina*), encino (*O magnaliifalia*), encino blanco (*O candicans*), roble (*O crassifalia*), encino quebracho (*O. rugosa*), encino tesmilillo (*O crassipes*), encino cucharo (*O urbanil*), charrasquillo (*Q. microphylla*), encino colorado (*O castanea*), encino prieto (*O laeta*), laurelillo (*O mexicana*), *O glaucaides*, y *O scytaphylla*.

El uso de estas comunidades es el forestal y comercial, las materias primas que estos bosques suministran a la industria son variadas y de gran importancia económica como son pulpa para papel, celulosa, madera para la elaboración de varios productos, resina para la fabricación de brea, pinturas y aguarrás, además de proporcionar leña, madera para aserrío, para construcción, puntales, postes y durmientes.

Bosque de Encino-Pino

Vegetación arbórea formada por la dominancia de encinos (*Quercus spp*), sobre los pinos (*Pinus spp*). Se desarrolla principalmente en áreas de mayor importancia forestal, en los límites altitudinales inferiores de los bosques de pino-encino. Estas comunidades muestran menor porte y altura que aquellos donde domina el pino sobre el encino. Las especies más representativas en estas comunidades son encino laurelillo (*Ouercus laurina*), encino nopis (*O magnaliifolia*), encino blanco (*O candicans*), roble (*O crassifolia*), encino quebracho (*O rugosa*), encino tesmilillo (*O crassipes*), encino cucharo (*O urbam*), charrasquillo (*O. micraphylla*), encino colorado (*O castanea*), encino prieto (*O laeta*), laurelillo (*O mexicana), O glaucaides, O scytaphylla*, pino chino (*Pinus leiophylla*), pino (*P hartwegÍl*), acote blanco (*P mantezumae*), pino lacio (*P pseudastrabus*), pino (*P rudis*), pino escobetón (*P michaacana*), pino chino (*P teacate*), acote trompillo (*P aocarpa*), pino ayacahuite (*P ayacahuite*), pino *(P pringlel), P duranguensis, P chihuahuana, P engelmani, P lawsoni, y P aaxacana*.

En cuanto a su uso es similar al de bosque de pino-encino, pero con menor intensidad, además de la actividad agrícola.

Vegetación secundaria

Es el estado sucesional de la vegetación en el que hay indicios de que ha sido eliminada o perturbada a un grado que ha sido modificada sustancialmente.

Pastizal inducido

Es aquel que surge cuando es eliminada la vegetación original. Este pastizal puede aparecer como consecuencia de desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia.

Figura 107. Aspecto de la vegetación en el Sistema Ambiental.

Fuente: Visita de campo.

Figura 108. Aspecto de la vegetación circundante al área urbana de Guanaceví en el Sistema Ambiental.

Fuente: Visita de campo.

Figura 109. Aspecto de la vegetación en algunos sitios del Sistema Ambiental cercana al área urbana.

Fuente: Visita de campo.

Caracterización de la vegetación.

Trabajo de gabinete

Se hizo una búsqueda y recopilación de documentos, libros y artículos científicos referentes a la vegetación y diagnósticos actuales del medio natural del área de estudio y la región.

Las fuentes principales de información fueron las siguientes:

- Biodiversidad de Durango, Estudio de estado. (https://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/estudios/ee_durango)
- Naturalista (https://mexico.inaturalist.org/)
- Sistema Global de Información sobre Biodiversidad–GBIF por sus siglas en inglés (https://www.gbif.org/)
- Enciclovida (https://enciclovida.mx/)

Se realizó un análisis de la información anterior para hacer un listado y descripción de la situación de la vegetación.

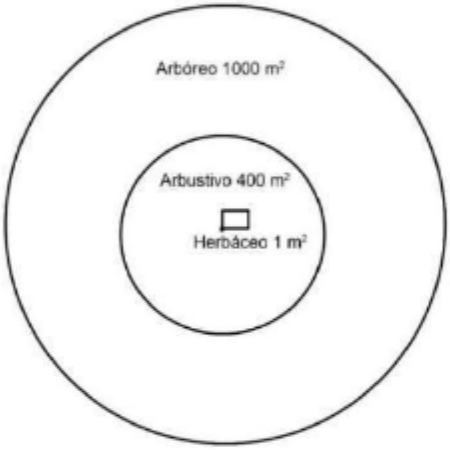
Trabajo de campo

Metodología

Con la finalidad de conocer la estructura vegetal que posee el Sistema Ambiental, así como el área del Proyecto sujeta a cambio de uso del suelo, se realizó un muestreo aleatorio simple por medio de sitios de muestreo en diferentes puntos seleccionados al azar, tal y como lo señala Mostacedo y Fredericksen (2000) en su Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal.

Se utilizaron sitios circulares para muestrear los estratos arbóreos y arbustivos, y cuadrado para el estrato herbáceo, el cual tuvo como vértice suroeste el punto central de los círculos. El punto central del sitio correspondió a la ubicación de la coordenada marcada en el GPS, cargada previamente. Para el estrato arbóreo (especies maderables) se utilizaron sitios de circulares de 1000 metros cuadrados. Para ello, a partir del punto central se utilizó una cinta para medir el radio de 17.84 m. Para el muestreo de especies del estrato arbustivo se trazó un sitio de forma circular de 400 metros cuadrados. En este caso, el radio fue de 11.28 m mientras que el estrato herbáceo se evaluó en un sitio de un metro cuadrado. En cada sitio se colocó una tabla con pintura roja como marca del muestreo.

Figura 110. Forma y dimensiones del sitio de muestreo.



Fuente: Elaboración propia.

Para el registro de la flora, se ejecutaron 10 sitios de muestreos en el Sistema Ambiental. En la siguiente Tabla se muestran las coordenadas UTM de los vértices y el centro de cada sitio de muestreo en el Sistema Ambiental.

Tabla 36. Coordenadas de los sitios de muestreo en el Sistema Ambiental.

No. Punto	UTM_X	UTM_Y
1	402811	2869704
2	402811	2869900
3	402514	2868762
4	403676	2867695
5	403478	2867933
6	403611	2867201
7	403121	2868936
8	402895	2868704
9	403553	2870089
10	403392	2870096

Fuente: Elaboración propia.

Para la toma de datos en campo se hizo uso de varias aplicaciones las cuales se enlistan a continuación:

- *Handy GPS*: Realiza todas las funciones de un GPS. Muestra la ubicación en coordenadas UTM o lat/lon, tiene una función "ir a", un odómetro, una brújula magnética* y muestra los waypoints y tracklogs en un mapa.
- *GPX viewer Pro*: Es una app con funciones de seguimiento de la posición del GPS y visualizador de mapas. Permite agregar archivos gpx y kml. Tiene mapas en línea como Google Maps, Mapbox, HERE, Thunderforest y algunos otros.
- *Trees*: Es una aplicación para calcular la altura de los árboles.

También se usó una cinta diamétrica y cámara fotográfica.

La forma de realizar el levantamiento de información fue la siguiente.

Muestreo por estratos:

- **Estrato arbóreo:** Se ubicaron los sitios a través de GPX viewer Pro en el cual, previamente se cargó el polígono del Sistema Ambiental. Se establecieron 10 sitios de muestreo circulares de 1,000 m^2 en el Sistema Ambiental, a los puntos cardinales (norte, sur, este y oeste) y la toma de información se dividió por cuadrantes.
- **Estrato arbustivo:** Se ubicaron los sitios a partir del centro de los sitios establecidos del estrato arbóreo. Se establecieron 10 sitios de muestreo circulares de 400 m^2 en el Sistema Ambiental, cada uno de ellos con un radio de 11.28 metros. Para eso se delimitó el sitio conforme a los puntos cardinales (noreste, sureste, suroeste y noroeste) y la toma de información se dividió por cuadrantes nuevamente.
- **Estrato herbáceo:** Se establecieron 10 sitios cuadrangulares de 1 m^2 en el Sistema Ambiental. Para el estrato herbáceo se realizó la delimitación del sitio para la posterior cuantificación de individuos.

VARIABLES DASOMÉTRICAS

DIÁMETRO DE FUSTE

En las especies maderables, la altura al diámetro del pecho se midió a 1.30 m de altura desde el nivel del suelo (DAP).

ÁREA BASAL

En el caso del estrato arbustivo donde predominaba el Junípero (*Juniperus coahuilensis*) se midió el área basal de los troncos a una altura de 20 cm sobre el suelo (AB). En el caso de herbáceas, se midió la cobertura promedio del follaje, todo de acuerdo a la metodología de Rangel y Velázquez (1997).

ALTURA

Para todos los individuos se registró la altura total, desde el suelo hasta la punta de la planta.

Durante los recorridos de campo se observó una homogeneidad de dichos estratos respecto al tipo de vegetación a intervenir (bosque de pino con vegetación secundaria arbustiva), por lo que se determinó utilizar los sitios de biodiversidad como referencia de lo que se puede encontrar en las áreas de cambio de uso de suelo.

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES

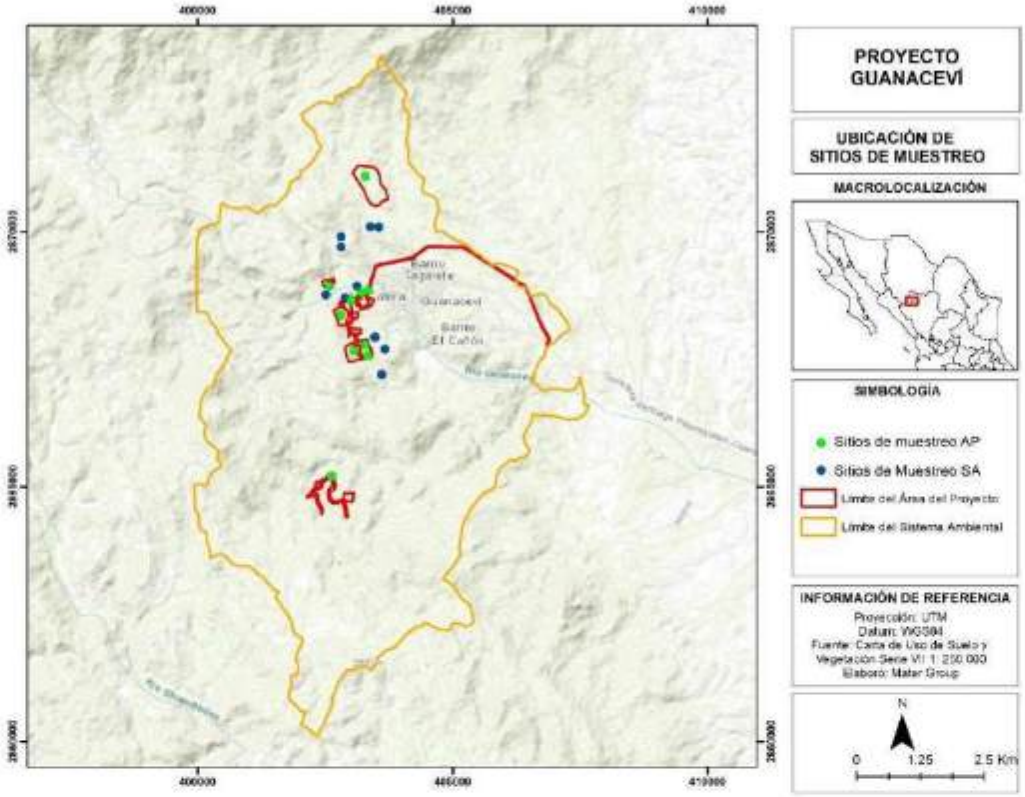
Para la identificación de especies florísticas, se tomaron fotografías y muestras botánicas de los individuos (fuste, hojas, flor y fruto, en caso de estar presente). Se hizo uso de las siguientes plataformas para corroborar las especies de flora:

- Naturalista: https://mexico.inaturalist.org/
- Malezas de México: http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm
- Herbario virtual: http://www.conabio.gob.mx/otros/cgi-bin/herbario.cgi?fam=Pinaceae
- Enciclovida: https://enciclovida.mx/
- Global Biodiversity Information Facility (GBIF): https://www.gbif.org/
- Pl@ntNet: https://identify.plantnet.org/es

Medición del estrato arbóreo.

Establecimiento de estaca de madera para identificar el centro del sitio de muestreo.

Figura 111. Mapa que muestra los sitios de muestreo en el Sistema Ambiental y las áreas del proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS

Listado florístico en el Sistema Ambiental

En el Sistema Ambiental se registraron 81 especies de plantas las cuales se agrupan en 4 Clases, 19 Ordenes y 27 familias.

En cuanto a las Clases por número de especies, en primer lugar está la Magnoliopsida con 58 especies, le sigue la Clase Liliopsida con 17 especies, y en tercer lugar la Clase Pinopsida con 6 especies, en cuarto lugar esta la Clase Polypodiopsida con 2 especies.

En cuanto al número de especies por Ordenes, en primer lugar sobresale el Orden Asterales con 17 especies, le sigue el Orden Caryophyllales con 11 especies, en tercer lugar están los Ordenes Poales y Fabales con 5 especies cada uno, en cuarto lugar el Orden Pinales con 6 especies, por mencionar los más sobresalientes.

En cuanto a las Familias, en primer lugar, destaca la familia Asteraceae con 17 especies, le sigue la familia Cactaceae con 10 especies, en tercer lugar, la familia Fabaceae con 6 especies y en cuarto lugar la familia Orchidadeae con 6 especies, por mencionar las más

sobresalientes. En cuanto a los Estratos, el 9% son arbóreas, el 29% arbustivas y el 62% son herbáceas.

En la siguiente Tabla y Figuras se muestra a detalle cada uno de estos aspectos mencionados:

Tabla 37. Listado florístico del Sistema Ambiental.

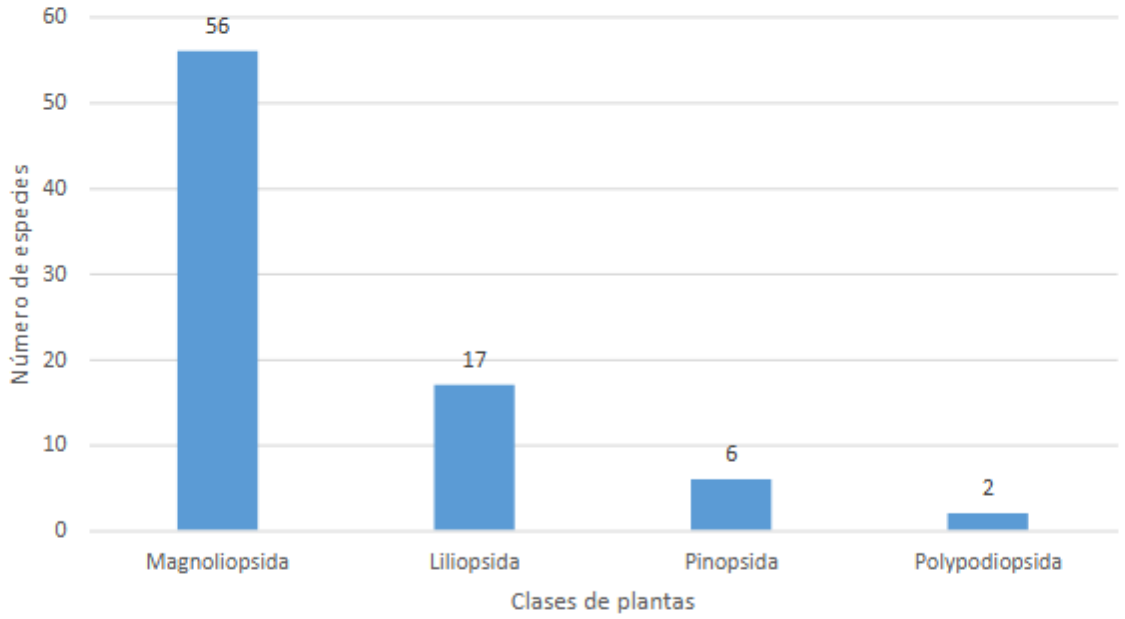
No.	Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
ESTRATO ARBÓREO					
1	Magnolopsida	Malphigiales	Salicaceae	*Salix bonplandiana*	Sauce
2	Pinopsida	Pinales	Pinaceae	*Pinus arizonica*	
3	Pinopsida	Pinales	Pinaceae	*Pinus cembroides*	pino piñonero
4	Pinopsida	Pinales	Pinaceae	*Pseudotsuga menziesii*	
5	Magnoliopsida	Fagales	Fagaceae	*Quercus eduardii*	
6	Magnoliopsida	Fagales	Fagaceae	*Quercus emoryi*	
7	Magnoliopsida	Fagales	Fagaceae	*Quercus sideroxyla*	
ESTRATO ARBUSTIVO					
8	Magnoliopsida	Ericales	Ericaceae	*Arctostaphylos pungens*	Manzanita
9	Liliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Agave parryi*	Maguey mezcal
10	Liliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Dasylirion wheeleri*	Sotol del desierto
11	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Baccharis pteronioides*	Caratacua
12	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Baccharis salicifolia*	Jaral
13	Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Coryphantha recurvata*	
14	Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Cylindropuntia imbricata*	Cardenche
15	Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Echinocereus adustus*	
16	Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Echinocereus polyacanthus*	Alicoche de la Sierra Madre Occidental
17	Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Mammillaria heyderi*	Biznaga china
18	Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia ficus-indica*	Nopal de castilla
19	Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia macrocentra*	Nopal violáceo
20	Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia macrorhiza*	
21	Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia microdasys*	Nopal cegador
22	Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia senilis*	Nopal viejito
23	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino
24	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Dalea albiflora*	
25	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Vachellia schaffneri*	huizache chino
26	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Mimosa dysocarpa*	Garroa
27	Pinopsida	Pinales	Cupressaceae	*Cupressus lusitanica*	cedro blanco
28	Pinopsida	Pinales	Cupressaceae	*Juniperus coahuilensis*	Junípero
29	Pinopsida	Pinales	Cupressaceae	*Juniperus pinchotii*	
30	Polypodiopsida	Polipodiales	Pteridaceae	Astrolepis sinuata	doradilla ondulada

No.	Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
31	Polypodiopsida	Polypodiales	Pteridaceae	Myriopteris aurea	Helecho dorado
ESTRATO HERBÁCEO					
32	Liliopsida	Asparagales	Iridaceae	*Nemastylis tenuis*	zacaya
33	Liliopsida	Asparagales	Orchidaceae	*Deiregyne falcata*	
34	Liliopsida	Asparagales	Orchidaceae	*Govenia lagenophora*	
35	Liliopsida	Asparagales	Orchidaceae	*Habenaria schaffneri*	
36	Liliopsida	Asparagales	Orchidaceae	*Malaxis elliptica*	
37	Liliopsida	Asparagales	Orchidaceae	*Malaxis macrostachya*	
38	Liliopsida	Asparagales	Orchidaceae	*Platanthera brevifolia*	
39	Liliopsida	Commelinales	Commelinaceae	*Gibasis venustula*	
40	Liliopsida	Poales	Cyperaceae	*Cyperus odoratus*	Hierba del zopilote
41	Liliopsida	Poales	Cyperaceae	*Eleocharis montevidensis*	
42	Liliopsida	Poales	Poaceae	*Bouteloua gracilis*	Navajita
43	Liliopsida	Poales	Poaceae	*Chloris verticillata*	
44	Liliopsida	Poales	Poaceae	*Chloris virgata*	Barbas de indio
45	Liliopsida	Poales	Poaceae	*Hordeum vulgare*	
46	Liliopsida	Poales	Poaceae	*Melinis repens*	Pasto africano rosado
47	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Achillea millefolium*	Milenrama eurasiática
48	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Barkleyanthus salicifolius*	
49	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Bidens odorata*	Aceitilla
50	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Bidens pilosa*	acahual blanco
51	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Brickellia veronicifolia*	peista
52	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Cosmos bipinnatus*	Girasol morado
53	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Erigeron canadensis*	Hierba carnicera
54	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Erigeron flagellaris*	
55	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Laennecia sophiifolia*	rastrojera
56	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Milla biflora*	Estrellita
57	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Senecio ovatus*	
58	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Simsia amplexicaulis*	Acahual
59	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Stevia serrata*	Burrillo
60	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Symphyotrichum subulatum*	metezurras
61	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Taraxacum officinale*	Dientes de león
62	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Tridax balbisioides*	
63	Magnoliopsida	Brassicales	Brassicaceae	*Sisymbrium irio*	Mostacilla
64	Magnoliopsida	Caryophyllales	Amaranthaceae	*Alternanthera caracasana*	Verdolaga cimarrona
65	Magnoliopsida	Ericales	Polemoniaceae	*Loeselia greggii*	huachichile
66	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Amicia zygomeris*	Quelite de puerco
67	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Trifolium wormskioldii*	trébol de la costa

No.	Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
68	Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	*Asclepias lemmonii*	Talayote
69	Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	*Asclepias otarioides*	Guayule
70	Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	*Houstonia wrightii*	
71	Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Salvia prunelloides*	salvia consuelda
72	Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Salvia regla*	Aretillo
73	Magnoliopsida	Lamiales	Lamiaceae	*Salvia tiliifolia*	salvia hoja de tilo
74	Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	*Sida abutilifolia*	Hierba de la viejita
75	Magnoliopsida	Myrtales	Lythraceae	*Punica granatum*	granada cordelina
76	Magnoliopsida	Santalales	Viscaceae	*Arceuthobium vaginatum*	
77	Magnoliopsida	Santalales	Viscaceae	*Phoradendron juniperinum*	
78	Magnoliopsida	Saxifragales	Crassulaceae	*Echeveria mucronata*	Conchita
79	Magnoliopsida	Solanales	Convuvolaceae	*Ipomoea purpurea*	Campanilla morada
80	Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Solanum angustifolium*	
81	Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Solanum rostratum*	Ayohuiztle

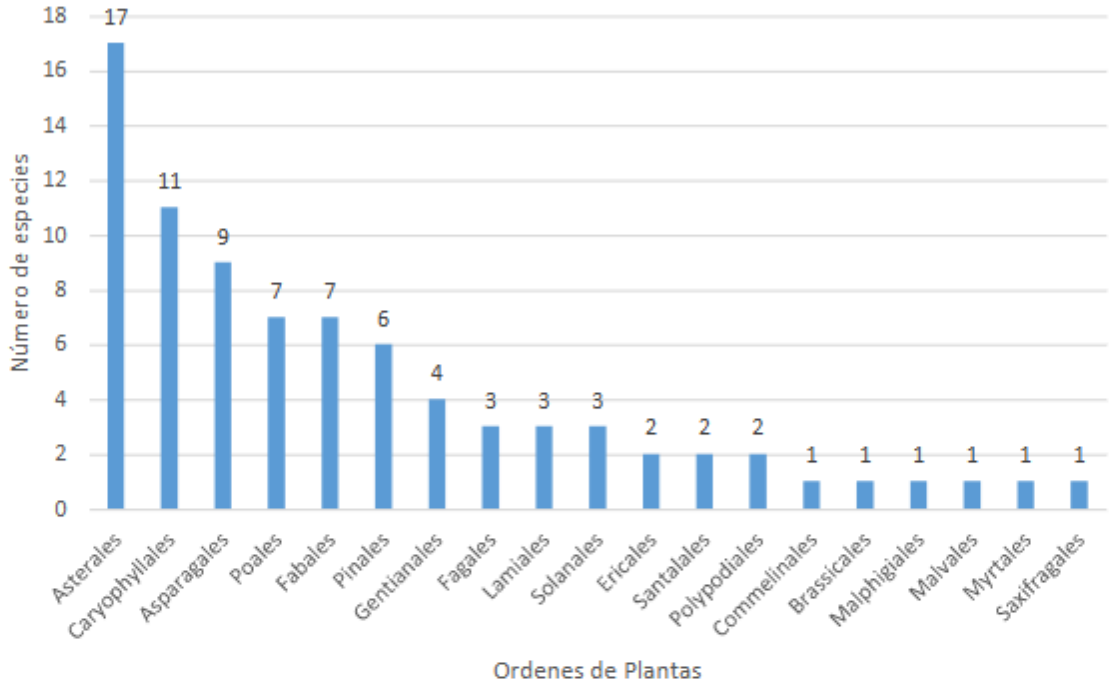
Fuente: Con datos de trabajo de campo complementados de bases de datos de GBIF, Naturalista y Enciclovida.

Figura 112. Número de especies de plantas por Clase en el Sistema Ambiental.



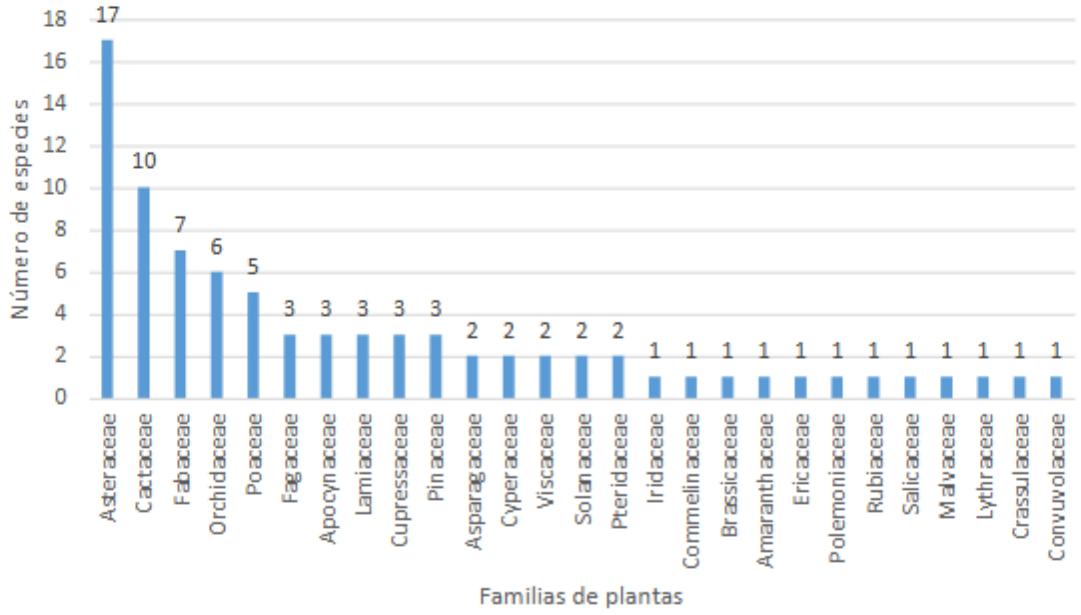
Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

Figura 113. Número de especies de plantas por Ordenes en el Sistema Ambiental.



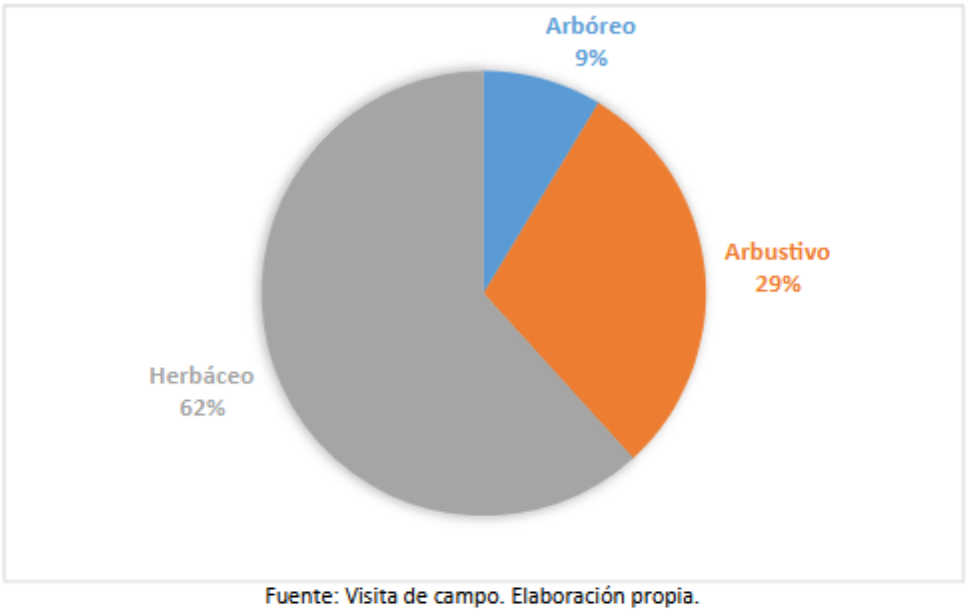
Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

Figura 114. Número de especies de plantas por Familias en el Sistema Ambiental.



Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

Figura 115. Número de especies de plantas por estratos en el Sistema Ambiental.



Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

Especies de plantas incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el Sistema Ambiental
No se encontró ninguna especie de planta incluida en esta Norma en el Sistema Ambiental.

Análisis de diversidad de la vegetación en el Sistema Ambiental
Análisis del Valor de importancia
El estudio de una comunidad de bosque requiere el análisis de la vegetación, la cual define la fisionomía de la comunidad. Una manera de realizar el análisis de la vegetación es mediante el cálculo de valores que definen la importancia de las especies de los tres estratos de la comunidad. Para calcular estos parámetros, se obtienen mediciones de campo de las plantas dentro de alguna unidad de muestreo, usualmente una parcela circular o cuadrada estas mediciones incluyen, además de la identificación de las especies, mediciones del DBH de los individuos y la abundancia de cada especie (Fernández del Viso, 2023).

Fórmulas para el cálculo del valor de importancia
Las mediciones obtenidas se utilizan para calcular valores que determinan la importancia de las especies que conforman los componentes de cada estrato de la comunidad.

Estos valores y su cálculo se describen a continuación.

Densidad
La *densidad* es el número de individuos de la especie *i* por unidad de área:

$$Di = niAm$$

Densidad relativa (D%)

La densidad relativa es la fracción (o porcentaje) de la densidad de una especie i (Di) con respecto a la suma de todas las densidades:

$$DRi=Di\sum Si=1Di$$

Donde:
Di = densidad de la especie i (número de individuos por hectárea).
Ni = abundancia de la especie i.
Am = área de la unidad de muestreo.
Dri = densidad relativa de la especie i.
S = número total de especies.

Dominancia

La dominancia se calcula como el total de área basal de la especie i por unidad de área:

$$ABi=\sum nij=1abjAm$$

Dominancia Relativa (Dm%)

La dominancia relativa es la fracción de la dominancia de una especie i (Abi) con respecto a la suma de las dominancias de todas las especies.

$$ABRi=ABi\sum Si=1ABi$$

Donde:
Abi = dominancia de la especie i (total de área basal en metros cuadrados por hectárea).
Abj = área basal de los individuos de la especie i.
Am = área de la unidad de muestreo.
ABRi = dominancia relativa de la especie i.
S = número total de especies.

Frecuencia

La frecuencia es la fracción de ocurrencia de la especie i en las parcelas de muestreo, y se calcula:

$$Fi=piP$$

Frecuencia relativa (F%)

La frecuencia relativa es la fracción de la frecuencia de una especie i con respecto a la suma de las frecuencias de todas las especies.

$$FRi=Fi\sum Si=1Fi$$

Donde:
Fi = frecuencia de la especie i (fracción de presencia en las parcelas de muestreo).
Pi = parcelas con individuos de la especie i.
P = número de unidades de muestreo.
FRi = frecuencia relativa de la especie i.
S = número total de especies.

Índice de Valor de Importancia (IVI)

$$IVI = \sum D\% + Dm\% + F\%$$

Análisis de biodiversidad

La diversidad es el número de especies en una unidad de área que se mide a través de dos métodos: la riqueza específica basada en la cantidad de especies presentes y la estructura que mide la distribución proporcional del valor de importancia. Este último se clasifica en la dominancia y en equidad de la comunidad. En este estudio se utiliza la diversidad alfa que es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que se considera homogénea (Smith y Smith, 2001).

El *índice de Shannon-Wiener* tiene en cuenta la riqueza de especies y su abundancia. Este índice relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una dellas presente en la muestra. Además, mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies. Normalmente, varía de 1 a 5, e interpreta a **valores menores de 2 como diversidad baja, de 2 a 3.5 media y superiores a 3.5 como diversidad alta.**

Su fórmula es:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \ln p_i$$

donde: Dónde p_i es la proporción de individuos de la i-esima especie = n_i/N.

Índice de Equidad de Pielou (J'): Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad. J'=H'/H' max Donde H' max = ln (S) y H' es el índice de Shannon-Wiener y S es el número total de especies presentes. J'=H'/ln(S).

RESULTADOS

Valor de Importancia en el Sistema Ambiental

En el inventario realizado con los sitios de muestreo, se encontró solamente una especie de interés comercial en el estrato arbóreo, la cual corresponde al pino piñonero (*Pinus cembroides*).

En el estrato arbustivo se encontraron 7 especies de plantas, entre las cuales están el junípero, espino, agaves, nopales, cardenches, entre otras. Un caso especial fue la presencia de biznagas y helechos las cuales fueron contabilizadas en el inventario de 400 m ^{2} dentro del estrato arbustivo.

Con respecto al estrato herbáceo no se presentó, debido en parte a la temporada de muestreo (febrero-marzo) y también a la intensidad del uso del suelo por las actividades mineras de antaño que han dejado la roca expuesta y también al uso pecuario de la zona.

La vegetación característica que se identificó en todos los sitios de muestreo fue bosque de pino con vegetación arbustiva secundaria y en otros puntos un matorral de junípero en asociación con uña de gato.

Estrato Arbóreo del Sistema Ambiental

La especie predominante en el estrato arbóreo de los puntos de muestreo del Sistema Ambiental fue el pino piñonero (*Pinus cembroides*), la cual se encontró prácticamente en todos los sitios de muestreo.

Tabla 38. Valor de importancia de las especies del estrato arbóreo en el Sistema Ambiental.

ESPECIE	En parc.	No Indiv	AB	AB%	Densidad	D%	Dm Abs.	Dm%	Abundan	Ab%	Frec. Abs.	Frec. %	IVI
Pinus cembroides	10	190	187	100	190	100	1	100	1	100	100	100	300
Sumatoria		**190**	**187**	**100**	**190**	**100**	**1**	**100**	**1**	**100**	**100**	**100**	**300**

Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

Estrato Arbustivo del Sistema Ambiental

En este estrato predomina la presencia del Junípero (*Juniperus coahuilensis*) tal como destaca en su valor de importancia. También es patente la presencia de helechos (*Myriopteris aurea*), así como de algunos nopales (*Opuntia macrocentra*). Es importante destacar que la presencia de uña de gato o espino (*Mimosa aculeaticarpa*) es baja. Esta planta es síntoma de perturbación en los ecosistemas forestales.

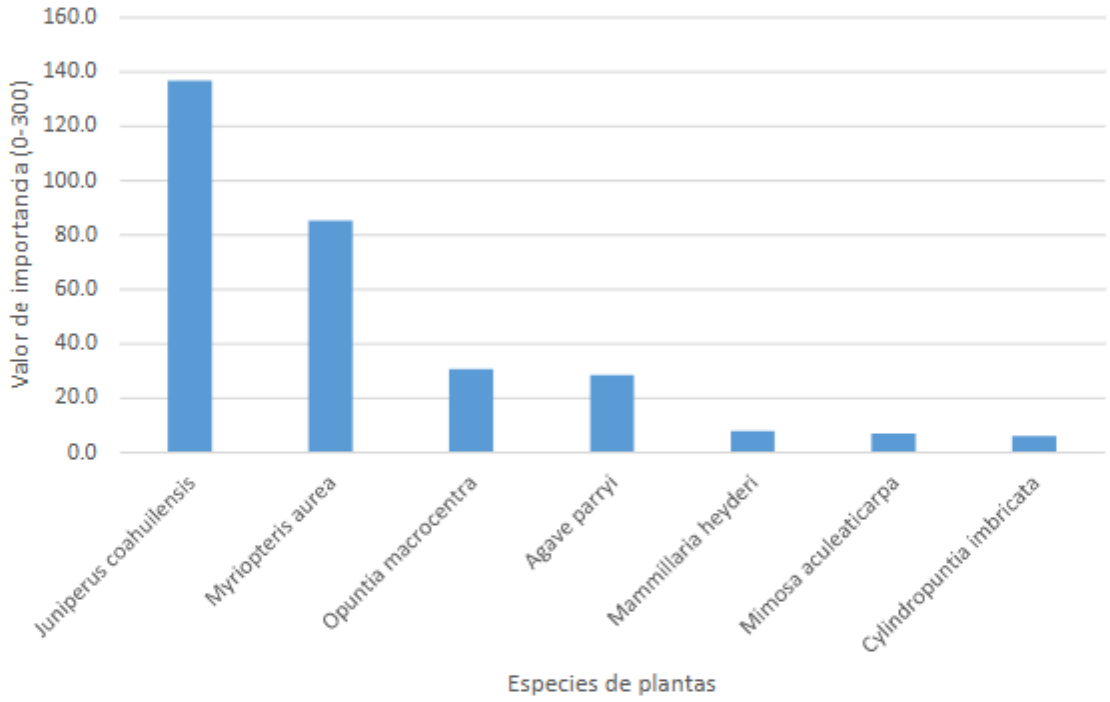
Tabla 39. Valor de importancia de las especies del estrato arbustivo en el Sistema Ambiental.

ESPECIE	En parc	No Indiv	AB	AB%	Densi-dad	D%	Dm Abs.	Dm%	Abundan	Ab%	Frec. Abs.	Frec. %	IVI
Juniperus coahuilensis	10	111	102	63.2	111	35	0.63241	63.2	0.346875	34.7	100	38.462	136
Mimosa aculeaticarpa	1	3	3	1.87	3	0.9	0.01869	1.87	0.009375	0.94	10	3.8462	6.7
Mammillaria heyderi	1	4	4	2.49	4	1.3	0.02492	2.49	0.0125	1.25	10	3.8462	7.6
Agave parryi	2	22	22	13.7	22	6.9	0.13707	13.7	0.06875	6.88	20	7.6923	28
Cylindropuntia imbricata	1	2	2	1.25	2	0.6	0.01246	1.25	0.00625	0.63	10	3.8462	5.7

ESPECIE	En parc	No Indiv	AB	AB%	Densi-dad	D%	Dm Abs.	Dm%	Abundan	Ab%	Frec. Abs.	Frec. %	IVI
Opuntia macrocentra	5	12	12	7.48	12	3.8	0.07476	7.48	0.0375	3.75	50	19.231	30
Myriopteris aurea	6	166	16	9.97	166	52	0.09969	9.97	0.51875	51.9	60	23.077	85
Sumatoria		**320**	**161**	**100**	**320**	**100**	**1**	**100**	**1**	**100**	**260**	**100**	**300**

Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

Figura 116. Valor de importancia de las especies de plantas en el estrato arbustivo del Sistema Ambiental.



Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

Índices de biodiversidad

La diversidad de plantas es baja en el Sistema Ambiental, ya que los valores son menores a 2 de acuerdo al índice de Shannon, mientras que el índice de equidad el valor es cercano a la mitad, lo cual indica que las especies se están repartiendo los recursos de manera equitativa, como se aprecia en la siguiente Tabla:

Tabla 40. Índices de biodiversidad de Shannon en el Sistema Ambiental.

Índice	Sistema Ambiental
Shannon H' Log Base 10.	0.599
Shannon Hmax Log Base 10.	0.903
Shannon J'	0.663

Fuente: Elaboración propia.

El índice de Simpson (D) tiene la tendencia de ser más pequeño cuando la comunidad es más diversa. D es interpretado como la probabilidad de un encuentro intraespecífico, esto quiere decir la probabilidad de que, si tomas dos individuos al azar de la comunidad, ambos sean de la misma especie. Mientras más alta es esta probabilidad, menos diversa es la comunidad. Dado que queremos un índice que aumenta con la diversidad en vez de disminuir, sería mejor si podemos interpretar el índice en una forma directa. Entonces es común usar el inverso del índice de Simpson invD=1/D.

Como se puede apreciar en la siguiente Tabla, el Sistema Ambiental presenta valores más bajos del índice de diversidad de Simpson, lo cual indica que una comunidad vegetal más diversa en el Sistema Ambiental.

Tabla 41. Indices de biodiversidad de Simpson en el Sistema Ambiental.

Índice	Sistema Ambiental
Simpsons Diversity (D)	0.293
Simpsons Diversity (1/D)	3.41

Fuente: Elaboración propia.

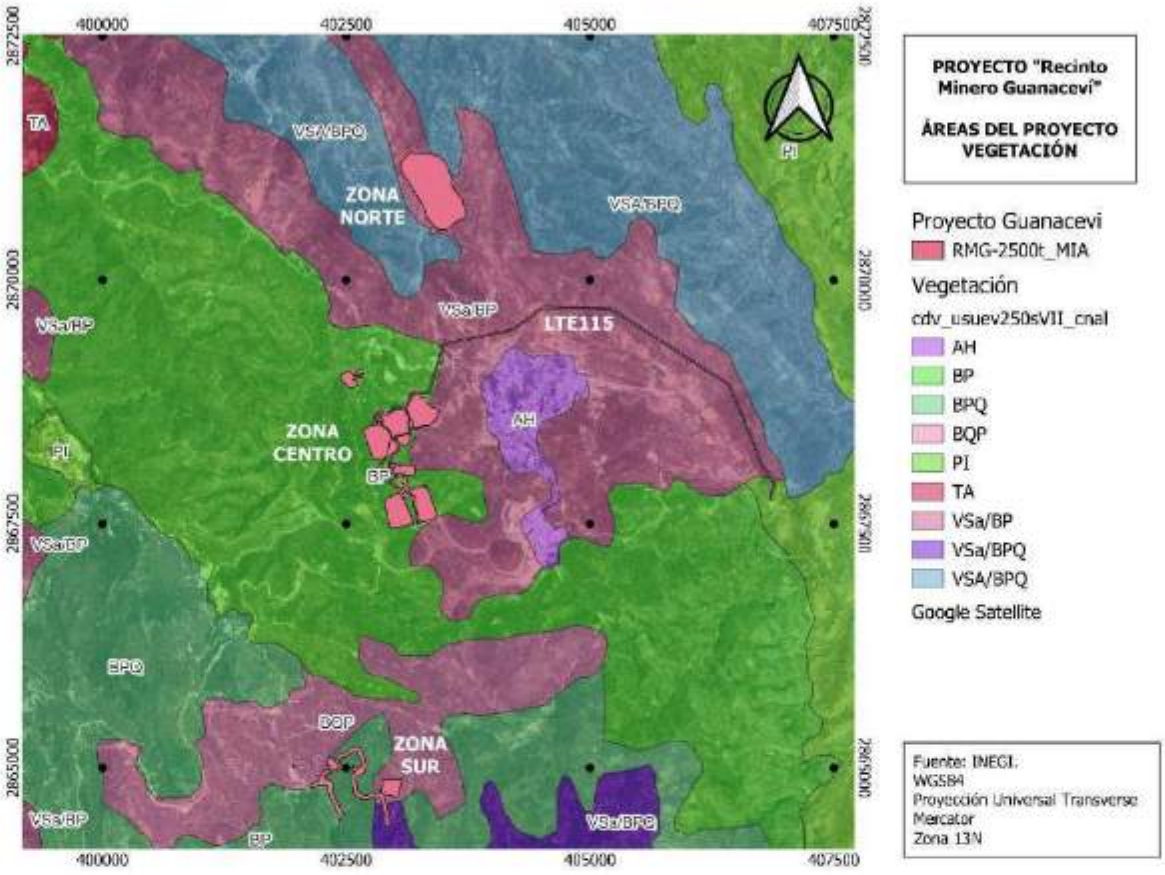
En lo que respecta al proyecto, la vegetación presente en las áreas del proyecto por Zona (Norte, Centro, Sur) se muestra en la siguiente Tabla, de acuerdo al Uso de Suelo y Vegetación Serie VII del INEGI.

Tabla 42. Vegetación presente en las diferentes áreas del proyecto por Zona.

Zona del Proyecto	Clave	Descripción
Norte	VSa/BP	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino
	VSa/BPQ	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino
Centro	BP	Bosque de Pino
	VSa/BP	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino
LTE115	VSa/BP	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino
	BP	Bosque de Pino
	PI	Pastizal Inducido
Sur	BPQ	Bosque de Pino-Encino
	VSa/BPQ	Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino
	BQP	Bosque de Encino-Pino

Fuente: Carta Uso de Suelo y Vegetación Serie VII, INEGI, Elaboración propia.

Figura 117. Distribución de la vegetación presente en el área total del proyecto.



Fuente: Carta Uso de Suelo y Vegetación Serie VII, INEGI, Elaboración propia.

Tipo de vegetación por afectar

Carta de Uso de Suelo y Vegetación 1: 250 000 Serie VII de INEGI

De acuerdo con esta Carta, se presenta 7 tipos de vegetación en las áreas del Proyecto. La vegetación predominante es la vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino en un 42% de la superficie, y le sigue la vegetación de bosque de pino encino en un 41%. En tercer lugar, se encuentra la asociación vegetal de Bosque de Pino-Encino en un 8% del Área del Proyecto. Los detalles de los tipos de vegetación se aprecian en la siguiente Tabla:

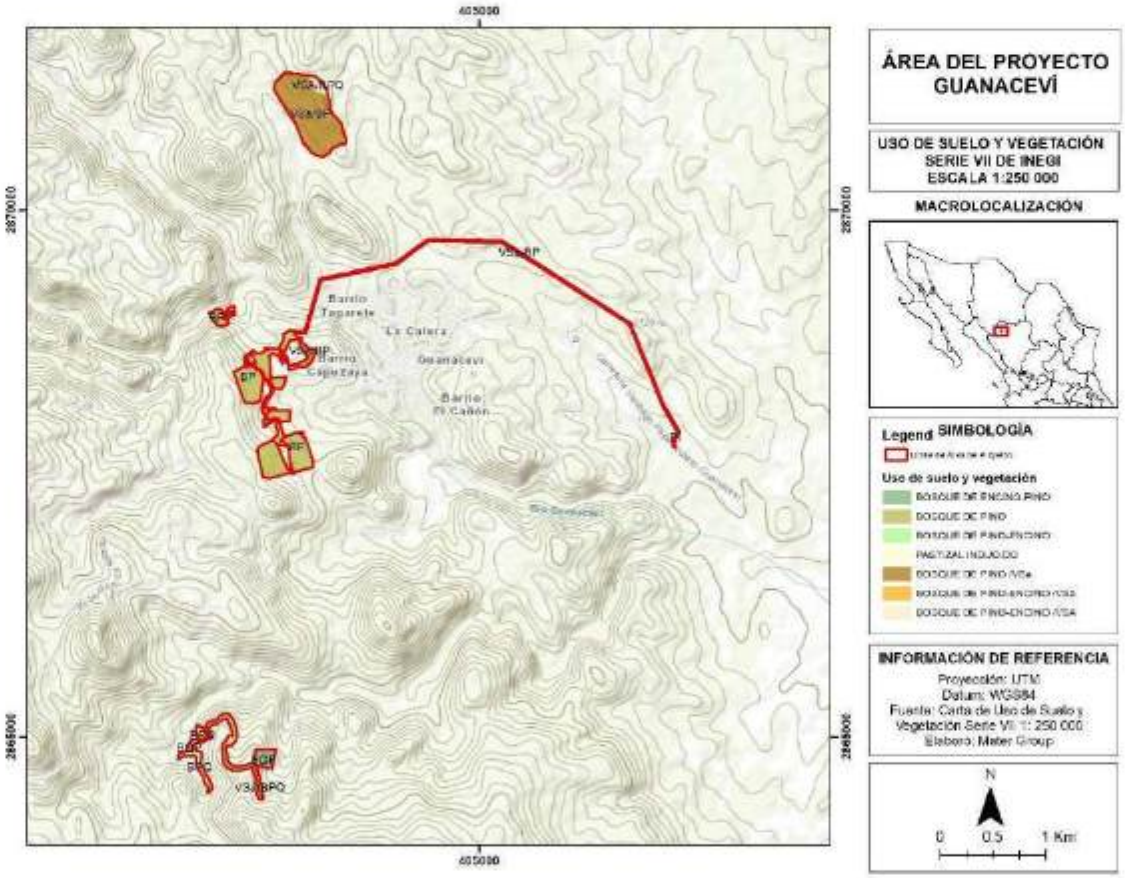
Tabla 43. Tipo de vegetación en las áreas del proyecto de acuerdo a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII de INEGI escala 1: 250 000

CLAVE	TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE (Ha)	%
VSa/BP	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	38.96	42.04
BP	Bosque de pino	37.74	40.72

CLAVE	TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE (Ha)	%
BPQ	Bosque de pino-encino	8.38	9.05
BQP	Bosque de encino-pino	4.47	4.82
VSA/BPQ	Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino	1.70	1.84
VSa/BPQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	0.99	1.07
PI	Pastizal inducido	0.42	0.45
TOTAL		**92.66**	**100.00**

Fuente: Carta Uso de Suelo y Vegetación Serie VII, INEGI, Elaboración propia.

Figura 118. Mapa de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII de INEGI escala 1:250 000 en las áreas del proyecto.



Fuente: Carta Uso de Suelo y Vegetación Serie VII, INEGI, Elaboración propia.

Carta de Uso de Suelo y Vegetación 1: 50 000 de la CONAFOR

De acuerdo a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación 1:50 000 elaborada por la Comisión Nacional Forestal (2014), en el Área del Proyecto se presentan 4 tipos de vegetación. La vegetación predominante en los polígonos del Proyecto es la vegetación secundaria de bosque de pino en un 64% de la superficie, y le sigue la vegetación secundaria de bosque de pino encino en un 21%. En cuanto el bosque de coníferas, el estudio de CONAFOR (2014)

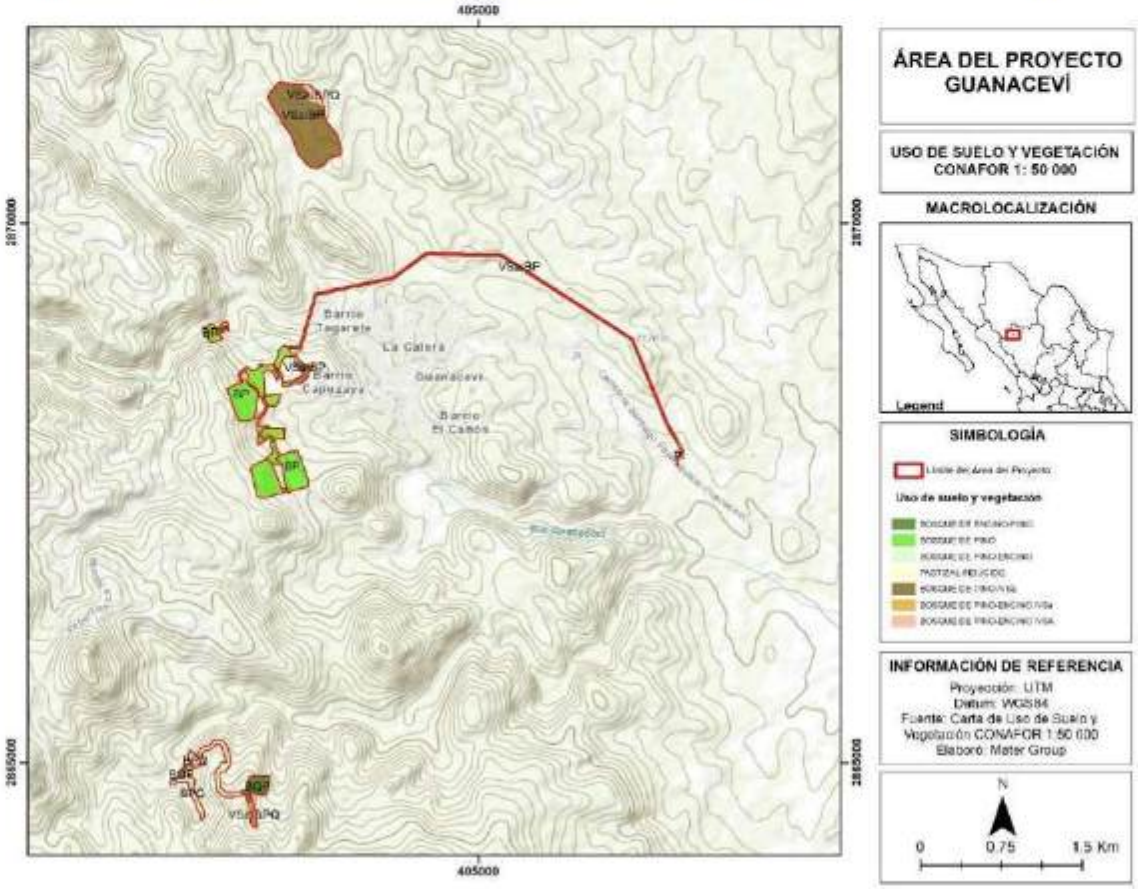
señala que se trata de comunidades adultas con un estado de perturbación eminente, ya que la vegetación secundaria representa 59% con dos etapas de sucesión entre las que destaca por unidad de superficie la vegetación secundaria arbustiva.

Tabla 44. Tipo de vegetación en los polígonos del Proyecto de acuerdo a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII de INEGI escala 1:50 000.

CLAVE	TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE (ha)	%
BP/VSa	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	59.76	64.49
BPQ/VSa	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino encino	19.06	20.57
BPQ	Bosque de pino encino	11.09	11.97
TA	Agricultura de temporal	2.75	2.97
TOTAL		**92.66**	**100.00**

Fuente: Carta Uso de Suelo y Vegetación CONAFOR, Elaboración propia.

Figura 119. Mapa de Uso de Suelo y Vegetación escala 1: 50 000 en las áreas del Proyecto.



Fuente: Carta Uso de Suelo y Vegetación CONAFOR, Elaboración propia.

Figura 120. Aspecto de la vegetación en las áreas del Proyecto.

Fuente: Visita de campo.

Figura 121. Aspecto del estrato herbáceo en un sitio de muestreo en las áreas del Proyecto.

Fuente: Visita de campo.

Figura 122. Aspecto del de la vegetación en un sitio del Área del Proyecto.

Fuente: Visita de campo.

Caracterización de la vegetación

De la misma manera que se hizo con el Sistema Ambiental, se hizo una búsqueda y recopilación de documentos, libros y artículos científicos referentes a la vegetación y diagnósticos actuales del medio natural del área de estudio y la región.

Para el trabajo de campo, se realizó un muestreo aleatorio simple por medio de sitios de muestreo en diferentes puntos seleccionados al azar, tal y como lo señala Mostacedo y Fredericksen (2000) en su Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal.

Se utilizaron sitios circulares para muestrear los estratos arbóreos y arbustivos, y cuadrado para el estrato herbáceo, el cual tuvo como vértice suroeste el punto central de los círculos. El punto central del sitio correspondió a la ubicación de la coordenada marcada en el GPS, cargada previamente. En cada sitio se colocó una tabla con pintura roja como marca del muestreo.

La forma de realizar el levantamiento de información fue la siguiente:

Muestreo por estratos:

- **Estrato arbóreo:** Se ubicaron los sitios a través de GPX viewer Pro en el cual, previamente se cargaron los polígonos del sitio del Proyecto. Se establecieron 10 sitios de muestreo circulares de 1,000 m^2 en las áreas, cada uno de ellos con un radio de

17.84 metros. Para eso se delimitó el sitio conforme a los puntos cardinales (norte, sur, este y oeste) y la toma de información se dividió por cuadrantes.

- **Estrato arbustivo:** Se ubicaron los sitios a partir del centro de los sitios establecidos del estrato arbóreo. Se establecieron 10 sitios de muestreo circulares de 400 m^2 en el sitio de las áreas del Proyecto, cada uno de ellos con un radio de 11.28 metros. Para eso se delimitó el sitio conforme a los puntos cardinales (noreste, sureste, suroeste y noroeste) y la toma de información se dividió por cuadrantes nuevamente.
- **Estrato herbáceo:** Se establecieron 10 sitios cuadrangulares de 1 m^2 en las áreas del Proyecto. Para el estrato herbáceo se realizó la delimitación del sitio para la posterior cuantificación de individuos.

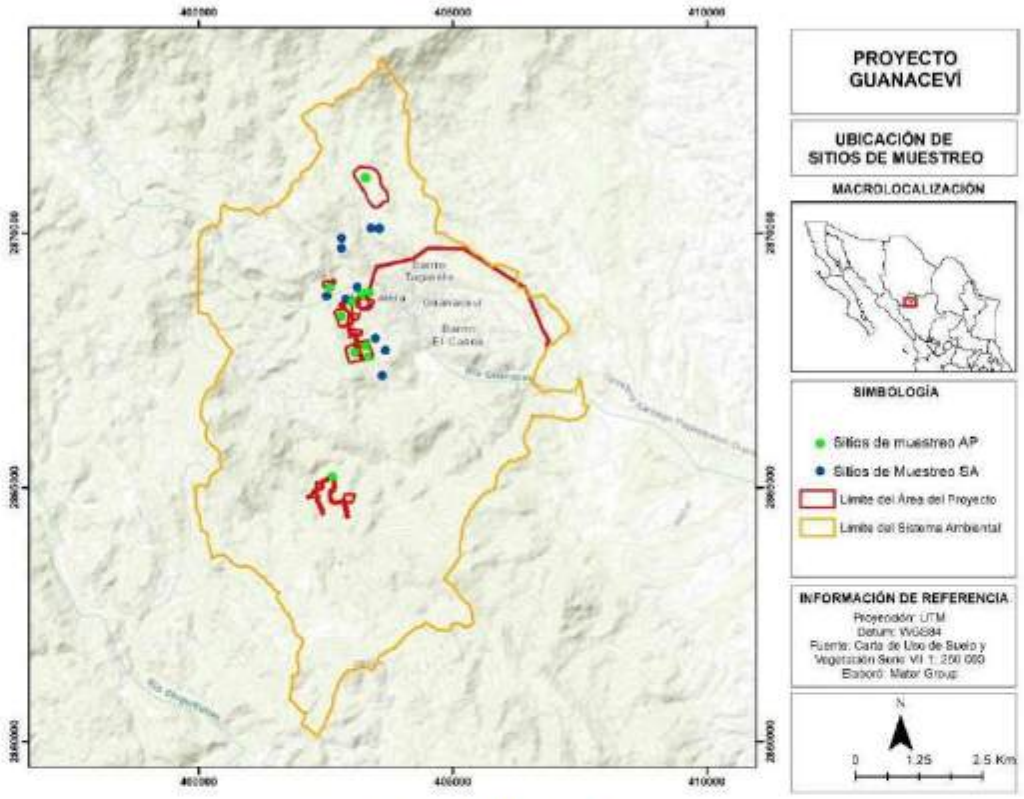
Para el registro de la flora, se ejecutaron 10 sitios de muestreos en la zona de las áreas del Proyecto. En la siguiente Tabla se muestran las coordenadas UTM de los vértices y el centro de cada sitio de muestreo, mientras que en la siguiente Figura se muestra su ubicación geográfica.

Tabla 45. Coordenadas de los sitios de muestreo en las áreas del proyecto.

Área del Proyecto		
No.	**UTM_X**	**UTM_Y**
1	403333	2867569
2	403322	2867663
3	403330	2867768
4	403070	2867841
5	404786	2869590
6	404393	2869626
7	402964	2867730
8	403015	2868652
9	403301	2868760
10	403363	2868578

Fuente: Visita de campo.

Figura 123. Mapa que muestra los sitios de muestreo en las áreas del proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

Listado florístico en las áreas del Proyecto

En las áreas del proyecto se registraron 36 especies de plantas las cuales se agrupan en 4 Clases, 12 Ordenes y 14 familias.

En cuanto a las Clases por número de especies, en primer lugar, está la Magnoliopsida con 26 especies, le sigue la Clase Liliopsida con 7 especies, y en tercer lugar la Clase Pinopsida con 2 especies, en cuarto lugar, está la Clase Polypodiopsida con 1 especies.

En cuanto al número de especies por Ordenes, en primer lugar, sobresale el Orden Asterales con 15 especies, le sigue el Orden Poales con 3 especies, en tercer lugar, están los Ordenes Caryophyllales, Fagales y Solanales con 3 especies cada uno, por mencionar los más sobresalientes.

En cuanto a las Familias, en primer lugar, destaca la familia Asteraceae con 15 especies, le sigue la familia Poaceae con 5 especies, en tercer lugar, la familia Cactaceae con 3 especies, por mencionar las más sobresalientes.

En cuanto a los estratos, en el arbóreo se presenta el 5% de las especies, mientras que en el arbustivo el 31% y finalmente, en el herbáceo el 64%. **Este último estrato al estar compuesto de plantas anuales, la mayor parte del año está ausente, no obstante, los registros que se muestran son con base en los registros que se tienen de la zona, sin embargo, no fue posible cuantificarlo en los muestreos.**

En la siguiente Tabla y Figuras se muestra a detalle cada uno de estos aspectos mencionados:

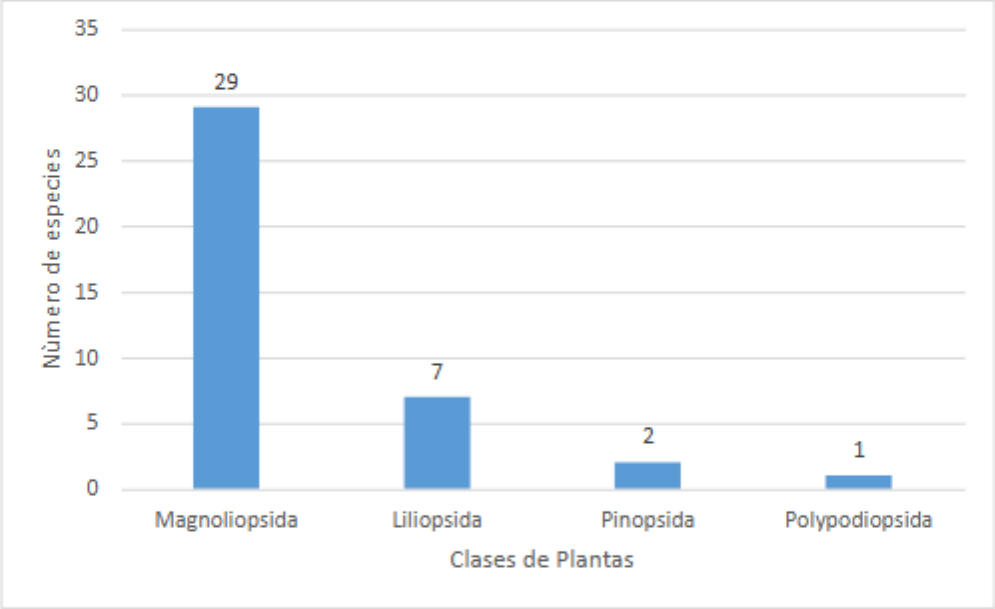
Tabla 46. Listado florístico de las áreas del proyecto.

No.	Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
ESTRATO ARBÓREO					
1	Magnoliopsida	Malphigiales	Salicaceae	*Salix bonplandiana*	Sauce
2	Pinopsida	Pinales	Pinaceae	*Pinus cembroides*	pino piñonero
ESTRATO ARBUSTIVO					
3	Magnoliopsida	Ericales	Ericaceae	*Arctostaphylos pungens*	Manzanita
4	Liliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Agave parryi*	Maguey mezcal
5	Liliopsida	Asparagales	Asparagaceae	*Dasylirion wheeleri*	Sotol del desierto
6	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Baccharis salicifolia*	Jaral
7	Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Cylindropuntia imbricata*	Cardenche
8	Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Mammillaria heyderi*	Biznaga china
9	Magnoliopsida	Caryophyllales	Cactaceae	*Opuntia macrocentra*	Nopal violáceo
10	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Mimosa aculeaticarpa*	Espino
11	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	*Vachellia schaffneri*	huizache chino
12	Pinopsida	Pinales	Cupressaceae	*Juniperus coahuilensis*	Junípero
13	Polypodiopsida	Polypodiales	Pteridaceae	Myriopteris aurea	Helecho dorado
ESTRATO HERBÁCEO (*)					
14	Liliopsida	Poales	Poaceae	*Bouteloua gracilis*	Navajita
15	Liliopsida	Poales	Poaceae	*Chloris verticillata*	
16	Liliopsida	Poales	Poaceae	*Chloris virgata*	Barbas de indio
17	Liliopsida	Poales	Poaceae	*Hordeum vulgare*	
18	Liliopsida	Poales	Poaceae	*Melinis repens*	Pasto africano rosado
19	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Bidens odorata*	Aceitilla
20	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Bidens pilosa*	acahual blanco
21	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Brickellia veronicifolia*	peista
22	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Cosmos bipinnatus*	Girasol morado
23	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Erigeron canadensis*	Hierba carnicera
24	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Erigeron flagellaris*	
25	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Laennecia sophiifolia*	rastrojera
26	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Milla biflora*	Estrellita
27	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Senecio ovatus*	

No.	Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
28	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Simsia amplexicaulis*	Acahual
29	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Stevia serrata*	Burrillo
30	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Symphyotrichum subulatum*	metezurras
31	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Taraxacum officinale*	Dientes de león
32	Magnoliopsida	Asterales	Asteraceae	*Tridax balbisioides*	
33	Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	*Sida abutilifolia*	Hierba de la viejita
34	Magnoliopsida	Solanales	Convuvolaceae	*Ipomoea purpurea*	Campanilla morada
35	Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Solanum angustifolium*	
36	Magnoliopsida	Solanales	Solanaceae	*Solanum rostratum*	Ayohuiztle

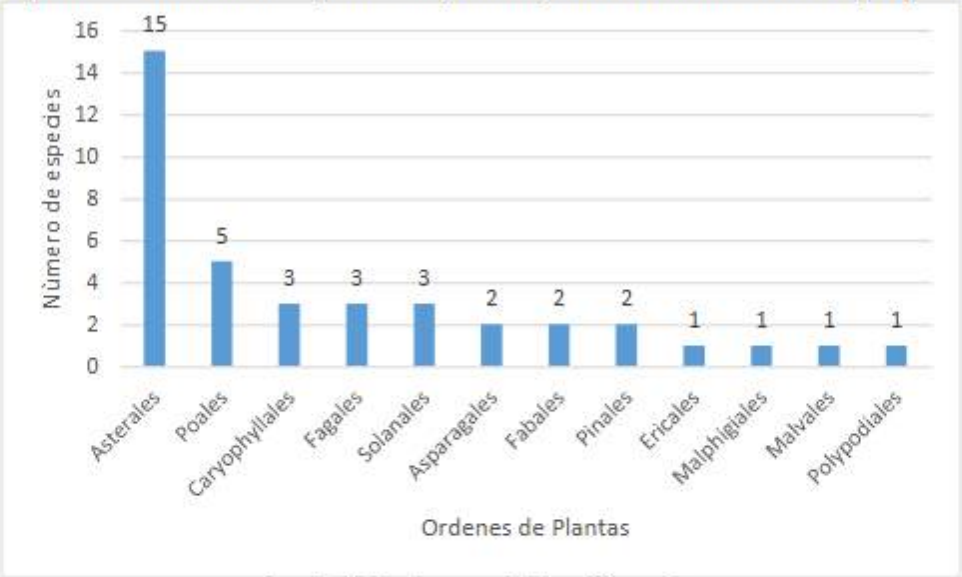
Fuente: Con datos de trabajo de campo complementados de bases de datos de GBIF, Naturalista y Enciclovida.

Figura 124. Número de especies de plantas por Clase en las áreas del proyecto.



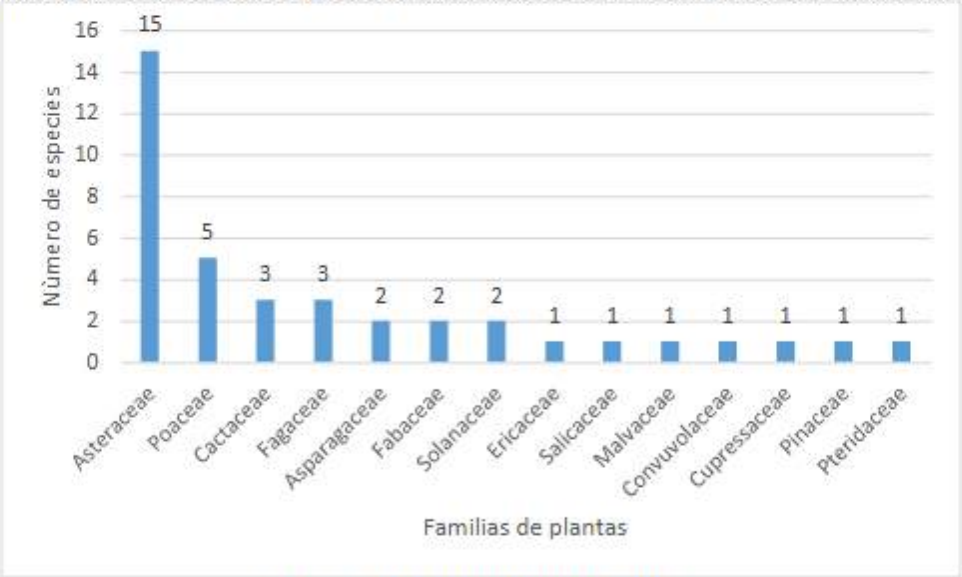
Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

Figura 125. Número de especies de plantas por Orden en las áreas del proyecto.



Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

Figura 126. Número de especies de plantas por Familias en las áreas del proyecto.



Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

Figura 127. Imágenes de vegetación presente en diferentes áreas del proyecto.

Pino piñonero (*Pinus cembroides*)

Junipero (*Juniperus coahuilensis*)

Agave mezcal (*Agave parryi*)

Espino o uña de gato (*Mimosa aculeaticarpa*)

Biznaga (*Mammillaria heyderi*)

Helecho (*Myriopteris aurea*)

Fuente: Visita de campo.

Especies de plantas incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en las áreas del Proyecto

No se encontró ninguna especie de planta incluida en esta Norma en las áreas del proyecto.

Análisis de diversidad de la vegetación en las áreas del proyecto

Análisis del Valor de importancia

Al igual que en el Sistema Ambiental, para las áreas donde se ubica el proyecto se llevó a cabo el análisis de la vegetación es mediante el cálculo de valores que definen la importancia de las especies de los tres estratos de la comunidad. Para calcular estos parámetros, se obtienen mediciones de campo de las plantas dentro de alguna unidad de muestreo, usualmente una parcela circular o cuadrada estas mediciones incluyen, además de la identificación de las especies, mediciones del DBH de los individuos y la abundancia de cada especie (Fernández del Viso, 2023).

Fórmulas para el cálculo del valor de importancia

Las mediciones obtenidas se utilizan para calcular valores que determinan la importancia de las especies que conforman los componentes de cada estrato de la comunidad.

Estos valores y su cálculo se describen a continuación.

Densidad

La *densidad* es el número de individuos de la especie *i* por unidad de área:

$$Di = niAm$$

Densidad relativa (D%)
La densidad relativa es la fracción (o porcentaje) de la densidad de una especie i (Di) con respecto a la suma de todas las densidades:

$$DRi=Di\sum Si=1Di$$

Donde:
Di = densidad de la especie i (número de individuos por hectárea).
Ni = abundancia de la especie i.
Am = área de la unidad de muestreo.
Dri = densidad relativa de la especie i.
S = número total de especies.

Dominancia
La dominancia se calcula como el total de área basal de la especie i por unidad de área:

$$ABi=\sum nij=1abjAm$$

Dominancia Relativa (Dm%)
La dominancia relativa es la fracción de la dominancia de una especie i (Abi) con respecto a la suma de las dominancias de todas las especies.

$$ABRi=ABi\sum Si=1ABi$$

Donde:
Abi = dominancia de la especie i (total de área basal en metros cuadrados por hectárea).
Abj = área basal de los individuos de la especie i.
Am = área de la unidad de muestreo.
ABRi = dominancia relativa de la especie i.
S = número total de especies.

Frecuencia
La frecuencia es la fracción de ocurrencia de la especie i en las parcelas de muestreo, y se calcula:

$$Fi=piP$$

Frecuencia relativa (F%)
La frecuencia relativa es la fracción de la frecuencia de una especie i con respecto a la suma de las frecuencias de todas las especies.

$$FRi=Fi\sum Si=1Fi$$

Donde:
Fi = frecuencia de la especie i (fracción de presencia en las parcelas de muestreo).
Pi = parcelas con individuos de la especie i.
P = número de unidades de muestreo.
FRi = frecuencia relativa de la especie i.
S = número total de especies.

Índice de Valor de Importancia (IVI)

$$IVI = \sum D\% + Dm\% + F\%$$

Análisis de biodiversidad

La diversidad es el número de especies en una unidad de área que se mide a través de dos métodos: la riqueza específica basada en la cantidad de especies presentes y la estructura que mide la distribución proporcional del valor de importancia. Este último se clasifica en la dominancia y en equidad de la comunidad. En este estudio se utiliza la diversidad alfa que es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que se considera homogénea (Smith y Smith, 2001).

El *índice de Shannon-Wiener* tiene en cuenta la riqueza de especies y su abundancia. Este índice relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de ellas presente en la muestra. Además, mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies. Normalmente, varía de 1 a 5, e interpreta a **valores menores de 2 como diversidad baja, de 2 a 3.5 media y superiores a 3.5 como diversidad alta.**

Su fórmula es:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \ln p_i$$

donde: Dónde p_i es la proporción de individuos de la i-esima especie = n_i/N.

Índice de Equidad de Pielou (J'): Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad. J'=H'/H' max Donde H' max = ln (S) y H' es el índice de Shannon-Wiener y S es el número total de especies presentes. J'=H'/ln(S).

RESULTADOS

Valor de Importancia

Estrato Arbóreo del Área del Proyecto

Al igual que en los sitios de muestreo del Sistema Ambiental, también en los sitios de muestreo del área del proyecto, la especie predominante en el estrato arbóreo fue el pino piñonero (*Pinus cembroides*), pero en este caso, sólo se presentó en 4 sitios de los 10 que se muestrearon.

Tabla 47. Valor de importancia de las especies del estrato arbóreo en las áreas del proyecto.

ESPECIE	En parc.	No Indiv	AB	AB%	Densi-dad	D%	Dm Abs.	Dm%	Abundan	Ab%	Frec. Abs.	Frec. %	IVI
Pinus cembroides	10	23	22	100	23	100	1	100	1	100	40	100	300
Sumatoria		**23**	**22**	**100**	**23**	**100**	**1**	**100**	**1**	**100**	**40**	**100**	**300**

Fuente: Elaboración propia.

Estrato Arbustivo del Área del Proyecto

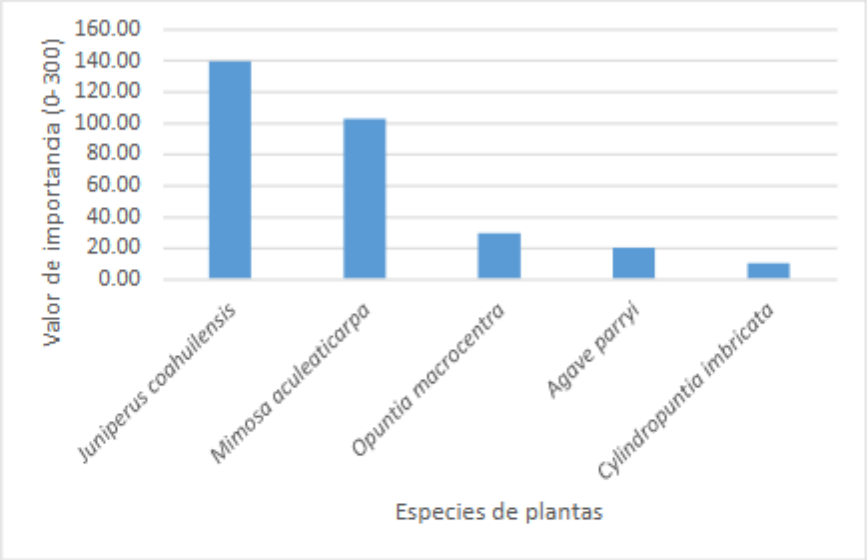
En este estrato predominó la presencia del Junípero (*Juniperus coahuilensis*) tal como destaca en su valor de importancia. Sin embargo, ya no hubo registro de helechos ni cactáceas en los puntos de muestreo. Es importante destacar la presencia de uña de gato o espino (*Mimosa aculeaticarpa*) en los sitios de las áreas del proyecto en grandes cantidades. Esta planta es síntoma de perturbación en los ecosistemas forestales.

Tabla 48. Valor de importancia de las especies del estrato arbustivo en las áreas del proyecto.

ESPECIE	En parc.	No Indiv	AB	AB%	Densi-dad	D%	Dm Abs.	Dm%	Abundan	Ab%	Frec. Abs.	Frec. %	IVI
Juniperus coahuilensis	10	103	88	42.2	103	44	0.42214	42.2	0.44206	44.2	100	52.632	139
Mimosa aculeaticarpa	1	112	102	49.1	112	48	0.49132	49.1	0.480687	48.1	10	5.2632	102
Agave parryi	2	10	10	4.8	10	4.3	0.04802	4.8	0.042918	4.29	20	10.526	20
Cylindropuntia imbricata	1	5	5	2.41	5	2.1	0.02411	2.41	0.021459	2.15	10	5.2632	9.8
Opuntia macrocentra	5	3	3	1.44	3	1.3	0.01441	1.44	0.012876	1.29	50	26.316	29
Sumatoria		**233**	**208**	**100**	**233**	**100**	**1**	**100**	**1**	**100**	**190**	**100**	**300**

Fuente: Elaboración propia.

Figura 128. Valor de importancia de las especies de plantas en el estrato arbustivo de las áreas del proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

Índices de biodiversidad

La diversidad de plantas es baja en el sitio de las áreas del Proyecto, ya que los valores son menores a 2 de acuerdo al índice de Shannon, mientras que el índice de equidad el valor es cercanos a la mitad, lo cual indica que las especies se están repartiendo los recursos de manera equitativa, como se aprecia en la siguiente Tabla.

Tabla 49. Índices de biodiversidad de Shannon en las áreas del proyecto.

Índice	Proyecto
Shannon H' Log Base 10.	0.521
Shannon Hmax Log Base 10.	0.778
Shannon J'	0.67

Fuente: Elaboración propia.

El índice de Simpson (D) tiene la tendencia de ser más pequeño cuando la comunidad es más diversa. D es interpretado como la probabilidad de un encuentro intraespecífico, esto quiere decir la probabilidad de que si tomas dos individuos al azar de la comunidad ambos sean de la misma especie. Mientras más alta es esta probabilidad menos diversa es la comunidad. Dado que queremos un índice que aumenta con la diversidad en vez de disminuir, sería mejor si podemos interpretar el índice en una forma directa. Entonces es común usar el inverso del índice de Simpson invD=1/D.

Como se puede apreciar en la siguiente Tabla, con el índice de diversidad de Simpson, se puede ver que hay diversidad en la comunidad vegetal de las áreas del Proyecto.

Tabla 50. Índices de biodiversidad de Simpson en las áreas del Proyecto.

Index	AP
Simpsons Diversity (D)	0.361
Simpsons Diversity (1/D)	2.771

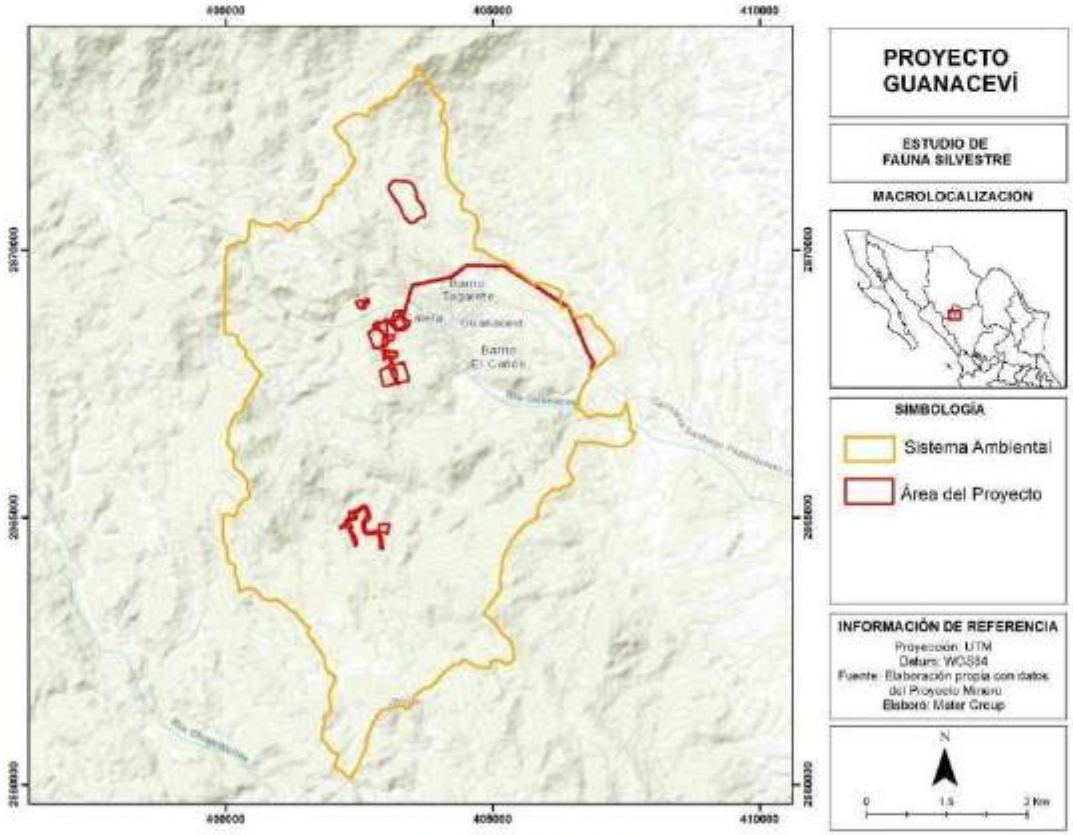
Fuente: Elaboración propia.

b) Fauna.

Definición del Sistema Ambiental

Para la definición del Sistema Ambiental se hizo una regionalización a través de microcuencas utilizando un modelo digital delevación escala 1:50 000 dando como resultado un área de 5,349.36 hectáreas.

Figura 129. Mapa que muestra la ubicación del Sistema Ambiental y las áreas del proyecto utilizados para el estudio de fauna silvestre.



Fuente: Elaboración propia.

Para la caracterización e inventario de la fauna de vertebrados presentes en el Sistema Ambiental y en las áreas del proyecto, el análisis se dividió en dos fases:

Trabajo de gabinete

Se hizo una búsqueda y recopilación de documentos, libros y artículos científicos referentes a la fauna silvestre y diagnósticos actuales del medio natural del área de estudio y la región. Las fuentes principales de información fueron las siguientes:

- Biodiversidad de Durango, Estudio de estado. (https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium-bin/detalle.pl?Id=20240403103152)
- Naturalista (https://mexico.inaturalist.org/)
- Sistema Global de Información sobre Biodiversidad–GBIF por sus siglas en inglés (https://www.gbif.org/)
- Enciclovida (https://enciclovida.mx/)

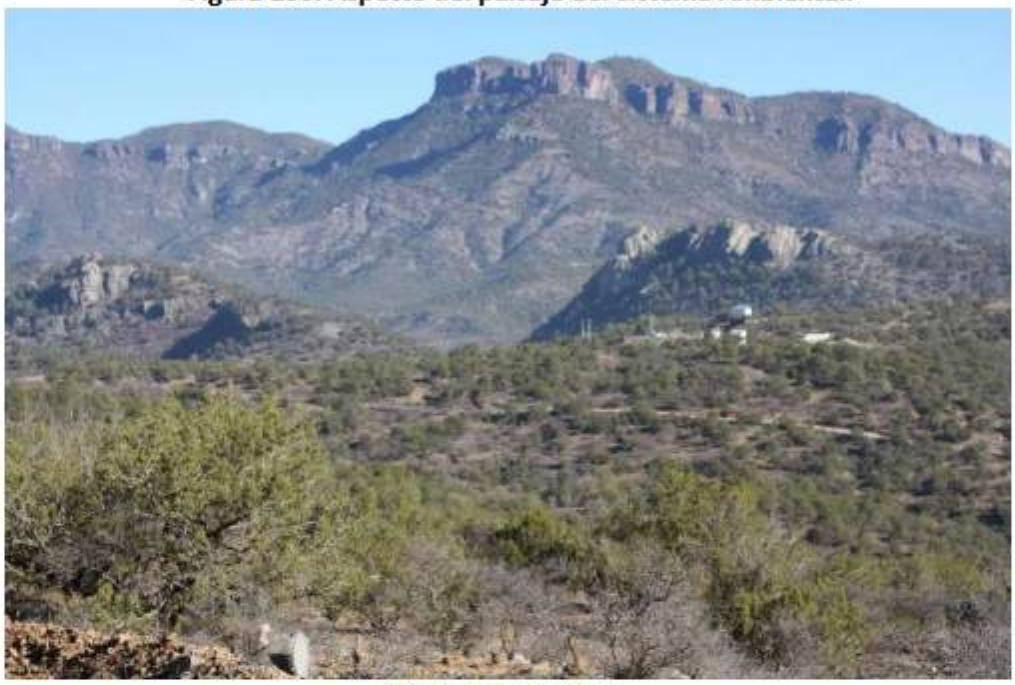
Se realizó un análisis de la información anterior para hacer un listado y descripción de la situación de la fauna silvestre.

Fase en campo

Para la toma de datos en campo se hizo uso de varias aplicaciones las cuales se enlistan a continuación:

- Handy GPS: Realiza todas las funciones de un GPS. Muestra la ubicación en coordenadas UTM o lat/lon, tiene una función "ir a", un odómetro, una brújula magnética* y muestra los waypoints y tracklogs en un mapa.
- GPX viewer Pro: Es una app con funciones de seguimiento de la posición del GPS y visualizador de mapas. Permite agregar archivos gpx y kml. Tiene mapas en línea como Google Maps, Mapbox, HERE, Thunderforest y algunos otros.
- Merlín. Ofrece ayuda de identificación rápida para todos los niveles de observadores de aves y entusiastas del aire libre para registrar las aves en cualquier país del mundo.
- Cámaras de fototrampeo de 2k resolución.

Figura 130. Aspecto del paisaje del Sistema Ambiental.



Fuente: Visita de campo.

Se realizaron visitas de campo en diferentes puntos alrededor del predio minero. Estos muestreos fundan las bases para el registro de la fauna que ocurre en el Sistema Ambiental. La técnica empleada para el registro de las especies de la fauna silvestre en cada uno de los grupos se describe a continuación:

Metodología

Anfibios y reptiles

Se hizo una búsqueda intensiva por medio de recorridos de distancia variable, durante los cuales se revisaron los distintos microhábitats (rocas, troncos caídos, oquedades, cuerpos de agua) abarcando el mayor tiempo posible durante el día y la noche. Se cuantificó el número de individuos observados por tiempo de búsqueda, dentro del Sistema Ambiental y las áreas de proyecto (Campbell y Christman, 1982). La abundancia de herpetofauna se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$AR = N\,n / T\,UP$$

Donde:
AR = Abundancia relativa de la especie n
N n = Número de individuos de la especie n
TUP= Tiempo de búsqueda.

Para la identificación taxonómica se empleó: i) la recopilación de claves de Flores-Villela *et al.* (1995). Finalmente, se utilizaron los nombres actualizados de especies, lo cual se hizo con base en la plataforma de Enciclovida de la CONABIO.

Aves

Para el registro de las especies de aves se empleó la técnica de detección visual y registro fotográfico. La técnica de detección visual consiste en recorrer diversos senderos, caminos y/o rutas de fácil acceso, en las cuales se observa a los ejemplares de las diferentes especies en los diversos hábitats presentes, con ayuda de binoculares de largo alcance. La observación se realizó durante las horas de mayor actividad, es decir, en las primeras horas de la mañana y hacia el final de la tarde. Para poder identificar a las diversas especies, cuando fue posible, se hizo registro fotográfico con ayuda de una cámara canon 40d y un lente 100-400 mm.
Para la identificación de las especies de este grupo se emplearon las guías ilustradas de Peterson y Chalif (1989), Sibley (2003) y la guía de Howell y Webb (1995). La abundancia relativa se calculó dividiendo el número total de los registros de cada especie entre el total de registros de la especie más abundante, y multiplicando el resultado por 100 (Magurran, 1998). Una vez obtenido el porcentaje, se ubicó dentro de alguna categoría de acuerdo con Pettingill (1969): rara (1–9.9 %), no común (10–30.9 %), moderadamente común (31–64.9 %), común (65–89.9 %) y abundante (90–100 %).

Mamíferos

Registros directos

Se hicieron recorridos por los diversos hábitats del Sistema Ambiental y de las Áreas del Proyecto para observar, registrar e identificar las especies de mamíferos, mismas que se determinaron con el uso de guías de organismos para el país y para la región.

Registros indirectos

Este tipo de registro se dividió en dos partes.

- Huellas. Técnica por medio de la cual se identifican puntos donde la acumulación de sedimentos forma un banco de arena natural, ya que en estos sitios se tiene la preservación temporal de las huellas. Además de estos bancos de arena, se caminó en las escorrentías, ya que también son sitios donde es frecuente encontrar huellas.
- Rastros. Se buscaron excretas, marcas en troncos, "rascaderos", madrigueras, echaderos de descanso y partes de cuerpos (presa o evidencia de restos dejados por un depredador). Para la identificación taxonómica de los mamíferos observados, se empleó la Guía de campo de Aranda (2012) y Ceballos y Oliva (2005).

Una vez obtenida la lista de especies de vertebrados terrestres, se corroboró si estaban considerados en alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés).

Índice de diversidad

Además, se evaluó la diversidad con el índice de Shannon (H') por categoría taxonómica (herpetofauna, aves y mamíferos), siguiendo lo propuesto por Magurran (1989).

El índice de Shannon- Wiener tiene en cuenta la riqueza de especies y su abundancia. Este índice relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una dellas presente en la muestra. Además, mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies. Normalmente, varía de 1 a 5, e interpreta a valores menores de 2 como diversidad baja, de 2 a 3.5 media y superiores a 3.5 como diversidad alta.

Su fórmula es:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \ln p_i$$

donde:

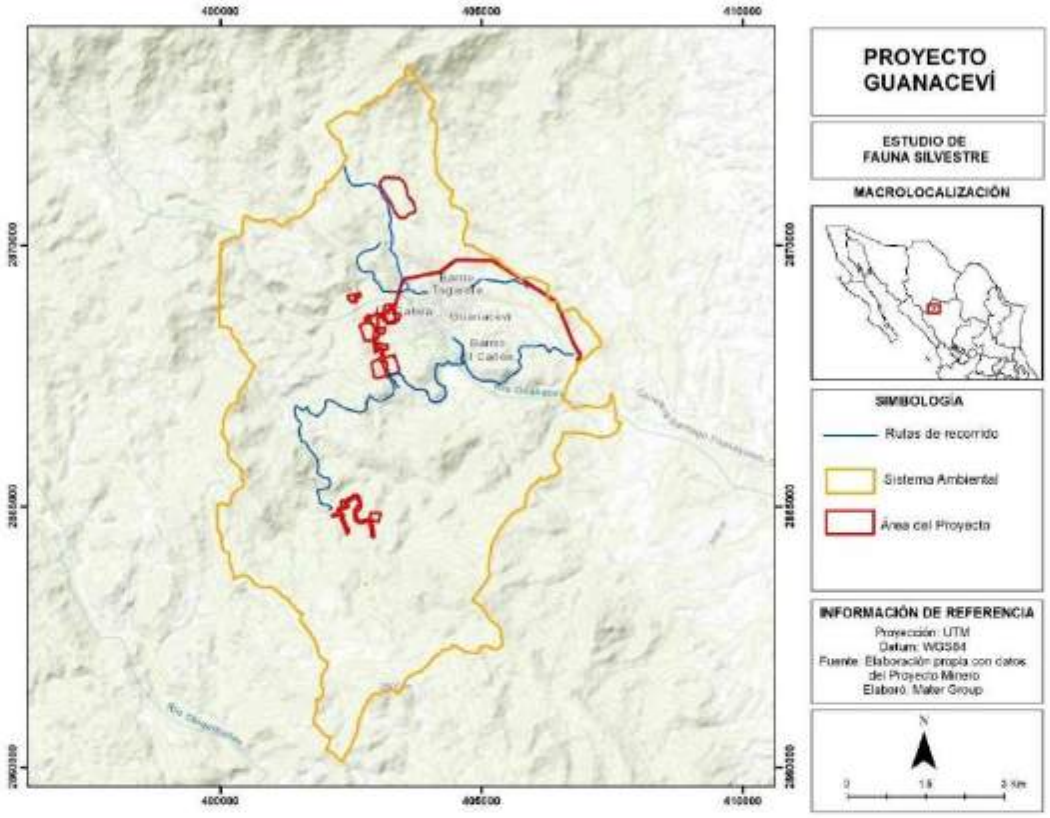
p_i es la proporción de individuos de la i-esima especie = n_i/N.

Índice de Equidad de Pielou (J´): Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad. Su fórmula es:

$$J' = H'/H' \max$$

Donde H´ max = ln (S) y H´ es el índice de Shannon-Wiener y S es el número total de especies presentes. J´=H'/ln(S).

Figura 131. Mapa en el que se muestran las rutas que se recorrieron de manera general para el muestreo de fauna silvestre en el Sistema Ambiental



Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

RESULTADOS

Herpetofauna en el Sistema Ambiental

La herpetofauna del Sistema Ambiental quedó conformada por 9 especies que incluye 2 especies de anfibios, 3 especies de lagartijas, 2 especies de culebras y 2 especies de víboras de cascabel. Las 9 especies de herpetofauna que se registraron para el Sistema Ambiental representan el 6% de las especies de anfibios y reptiles reportados para el estado de Durango que suman 159 especies (Coordinación de Estrategias de Biodiversidad y Cooperación-CONABIO, 2021).

De las 9 especies, cuatro son endémicas de México (Sapo de pie de pala, la rana verde, el lagarto alicante y la lagartija espinosa) y cuatro especies se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y son el lagarto alicante, la culebra alineada y las dos especies de víboras de cascabel. De acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, el sapo pie de pala esta considerado como una especie Casi Amenazada (NT).

Tabla 51. Listado de herpetofauna localizada en el Sistema Ambiental

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN	Endemismos
Amphibia	Anura	Bufonidae	*Anaxyrus mexicanus*	Sapo pie de pala		NT	E
Amphibia	Anura	Hylidae	*Hyla eximia*	Rana verde		LC	E
Reptilia	Squamata	Anguidae	*Barisia imbricata*	Lagarto alicante de las montañas	Pr	LC	E
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus lemosespinali*	Lagartija espinosa chihuahuense		DD	E
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus jarrovi*	Lagartija espinosa de la sierra madre occidental		LC	N
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Thamnophis cyrtopsis*	Culebra lineada de bosque	A	LC	N
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Thamnophis rufipunctatus*	Culebra de agua de cabeza angosta		LC	N
Reptilia	Squamata	Viperidae	*Crotalus lepidus*	Víbora de cascabel	Pr	LC	N
Reptilia	Squamata	Viperidae	*Crotalus molossus*	Víbora de cascabel	Pr	LC	N

NOM-059-SEMARNAT-2010: A = amenazada; Pr = protección especial; P = peligro de extinción. Endemismos: N = No Endémica; E = Endémica. IUCN: UICN: VU=vulnerables, EN=en peligro, NT=casi amenazadas, LC=de preocupación menor, NE=no evaluado y DD=con datos insuficientes.

Fuente: Con datos de campo complementados de bases de datos de GBIF, Naturalista y Enciclovida.

Abundancia de herpetofauna en el Sistema Ambiental

La distribución de las especies en el Sistema Ambiental estuvo influenciada tanto por la temporada de muestreo del presente estudio, así como por factores de vegetación y topográficos. Se observaron 6 de las 7 especies registradas en el presente estudio, mientras que 1 se encuentra como potencial, es decir, no se observó durante los muestreos, pero de acuerdo con los registros de otras temporadas, estas especies se pueden encontrar en el área del Sistema Ambiental. Se contabilizó un tiempo de búsqueda de 80 horas/hombre logrando avistar 8 individuos de 6 especies de herpetofauna en el Sistema Ambiental distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 52. Abundancia de las especies de herpetofauna en el Sistema Ambiental.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Número de individuos	Abundancia relativa
Bufonidae	*Anaxyrus mexicanus*	Sapo pie de pala	1	0.125
Hylidae	*Hyla eximia*	Rana verde	3	0.375
Anguidae	*Barisia imbricata*	Lagarto alicante de las montañas	1	0.125
Phrynosomatidae	*Sceloporus lemosespinali*	Lagartija espinosa chihuahuense	2	0.25
Colubridae	*Thamnophis cyrtopsis*	Culebra lineada de bosque	1	0.125
Viperidae	*Crotalus molossus*	Víbora de cascabel	1	0.125
Total			**8**	

Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

Lagarto alicante de las montañas (*Barisia imbricata*).

Culebra lineada del bosque (*Thamnophis cyrtopsis*).

Fuente: Visita de campo.

Anfibios y reptiles en las áreas del Proyecto

Solamente se tuvo el registro de una sola especie de reptil en las áreas del Proyecto y correspondió a la lagartija espinosa. No se detectaron especies de anfibios, debido a que en las áreas del Proyecto no hay cuerpos de agua. Esta especie de reptil es endémica de México.

Tabla 53. Listado de herpetofauna localizado en las áreas del proyecto.

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	UICN	Endemismos
Reptilia	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus lemosespinali*	Lagartija espinosa chihuahuense		DD	E

NOM-059-SEMARNAT-2010: A = amenazada; Pr = protección especial; P = peligro de extinción. Endemismos: N = No Endémica; E = Endémica. IUCN: UICN: VU=vulnerables, EN=en peligro, NT=casi amenazadas, LC=de preocupación menor, NE=no evaluado y DD=con datos insuficientes.

Fuente: Con datos de trabajo de campo.

Abundancia de herpetofauna en las áreas del proyecto

Se contabilizó un tiempo de búsqueda de 80 horas/hombre logrando avistar 2 individuos de herpetofauna en las áreas del proyecto:

Tabla 54. Abundancia de las especies de herpetofauna en las áreas del proyecto.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Número de individuos	Abundancia relativa
Phrynosomatidae	*Sceloporus lemosespinali*	Lagartija espinosa chihuahuense	2	0.025
Total			**2**	

Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

Lagartija espinosa chihuahuense (*Sceloporus lemosespinali*).
Fuente: Visita de campo.

Aves en el Sistema Ambiental

Los registros de este grupo en el Sistema Ambiental quedaron conformados por 51 especies. De esta riqueza específica, representan el 11.3% de las aves reportadas para el Estado de Durango que suman 430 especies (Coordinación de Estrategias de Biodiversidad y Cooperación-CONABIO, 2021). En el análisis de este grupo de vertebrados, el Orden *Passeriformes* fue el mejor representado con 26 especies. El segundo Orden en importancia fue *Accipitriformes* representado por 6 especies junto con el Orden *Columbiformes*. El tercer orden en importancia fue el Orden *Apodiformes* representado por 4 especies. El resto de las especies se puede apreciar a continuación.

Tabla 55. Listado de especies de aves registradas en el Sistema Ambiental.

No.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus	NOM-059	Distribución
1	Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter striatus*	Gavilán pajarero	R	Pr	No endémica
2	Accipitriformes	Accipitridae	*Aquila chrysaetos*	Águila Real	R	A	No endémica
3	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	R		No endémica
4	Accipitriformes	Accipitridae	*Circus cyaneus*	Aguililla rastrera	I		No endémica
5	Accipitriformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Aura	R		No endémica
6	Accipitriformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote cabeza negra	R		No endémica
7	Anseriformes	Anatidae	*Anas platyrhynchos diazi*	Pato mexicano	R	A	No endémica
8	Apodiformes	Apodidae	*Aeronautes saxatalis*	Vencejo	R		No endémica
9	Apodiformes	Trochilidae	*Ramosomyia violiceps*	Colibrí corona violeta	R		No endémica
10	Apodiformes	Trochilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	R		No endémica
11	Apodiformes	Trochilidae	*Selasphorus platycercus*	Zumbador cola ancha	V		No endémica
12	Columbiformes	Columbidae	*Columba livia*	Paloma domestica	R		No endémica
13	Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Torcacita	R		No endémica
14	Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas fasciata*	Paloma encinera	R		No endémica
15	Columbiformes	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca	IN		No endémica
16	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma de alas blancas	R		No endémica

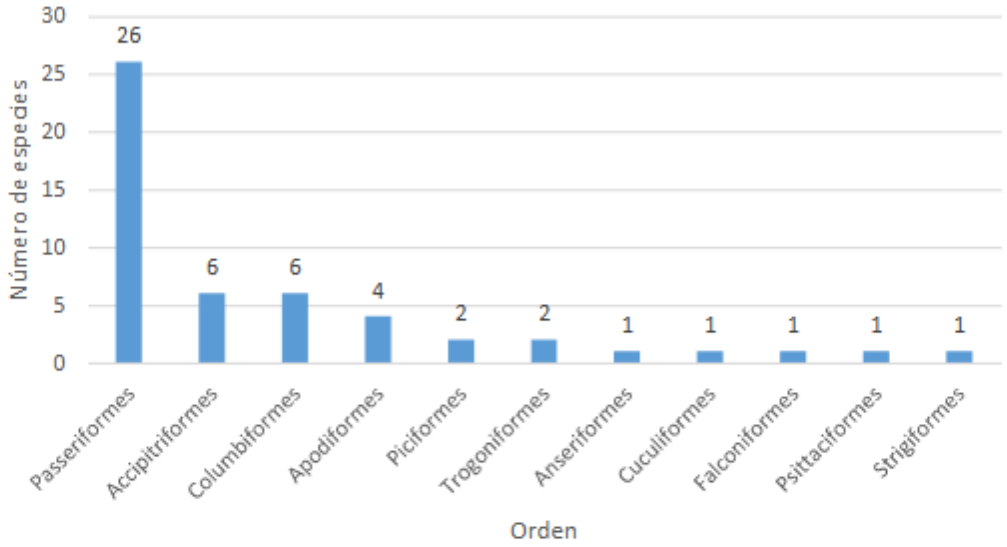
No.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus	NOM-059	Distribución
17	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida macroura*	Paloma huilota	R		No endémica
18	Cuculiformes	Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Correcaminos	R		No endémica
19	Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	Halcón cernicalo	R		No endémica
20	Passeriformes	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	R		No endémica
21	Passeriformes	Corvidae	*Aphelocoma woodhouseii*	Chara de collar	R		No endémica
22	Passeriformes	Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo comun	R		No endémica
23	Passeriformes	Emberizidae	*Junco hyemalis*	Junco ojo negro	R		No endémica
24	Passeriformes	Emberizidae	*Melozone fusca*	Gorrión corona café	R		No endémica
25	Passeriformes	Emberizidae	*Spizella pallida*	Gorrión pálido	I		No endémica
26	Passeriformes	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Gorrión mexicano	R		No endémica
27	Passeriformes	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguero dominico	R		No endémica
28	Passeriformes	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	V		No endémica
29	Passeriformes	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Pitacoche	R		No endémica
30	Passeriformes	Paridae	*Poecile sclateri*	Carbonero mexicano	R		No endémica
31	Passeriformes	Parulidae	*Mniotilta varia*	Chipe trepador	I		No endémica
32	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe coronado	I		No endémica
33	Passeriformes	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión doméstico	R		No endémica
34	Passeriformes	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita gris	R		No endémica
35	Passeriformes	Ptilogonatidae	*Phainopepla nitens*	Capulinero negro	R		No endémica
36	Passeriformes	Regulidae	*Regulus calendula*	Reyezuelo	I		No endémica
37	Passeriformes	Remizidae	*Auriparus flaviceps*	Verdin	R		No endémica
38	Passeriformes	Troglodytidae	*Salpinctes obsoletus*	Saltapared de rocas	R		No endémica
39	Passeriformes	Troglodytidae	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga	R		No endémica
40	Passeriformes	Turdidae	*Sialia mexicana*	Azulejo	R		No endémica
41	Passeriformes	Turdidae	*Turdus migratorius*	Mirlo primavera	R		No endémica
42	Passeriformes	Tyrannidae	*Sayornis nigricans*	Mosquero negro	R		No endémica
43	Passeriformes	Tyrannidae	*Sayornis saya*	Papamoscas llanero	R		No endémica
44	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus vociferans*	Tirano chibiu	V		No endémica
45	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo huttoni*	Vireo reyezuelo	R		No endémica
46	Piciformes	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero frente dorada	R		No endémica
47	Piciformes	Picidae	*Dryobates scalaris*	Carpintero mexicano	R		No endémica
48	Psittaciformes	Psittacidae	*Rhynchopsitta pachyrhyncha*	Cotorrona serrana	R	P	Endémica
49	Strigiformes	Strigidae	*Athene cunicularia*	Tecolote llanero	R, I	Pr	No endémica
50	Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon elegans*	Coa elegante	R		No endémica
51	Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon mexicanus*	Coa mexicana	R		No endémica

Nota: Estatus: E = exótica; IN = introducida; R = residentes; V = migratorias de verano; I = migratorias de invierno; T = transitoria.

NOM-059-SEMARNAT-2010: A = amenazada; Pr = protección especial; P = peligro de extinción

Fuente: Con datos de trabajo de campo complementados de bases de datos de GBIF, Naturalista y Enciclovida.

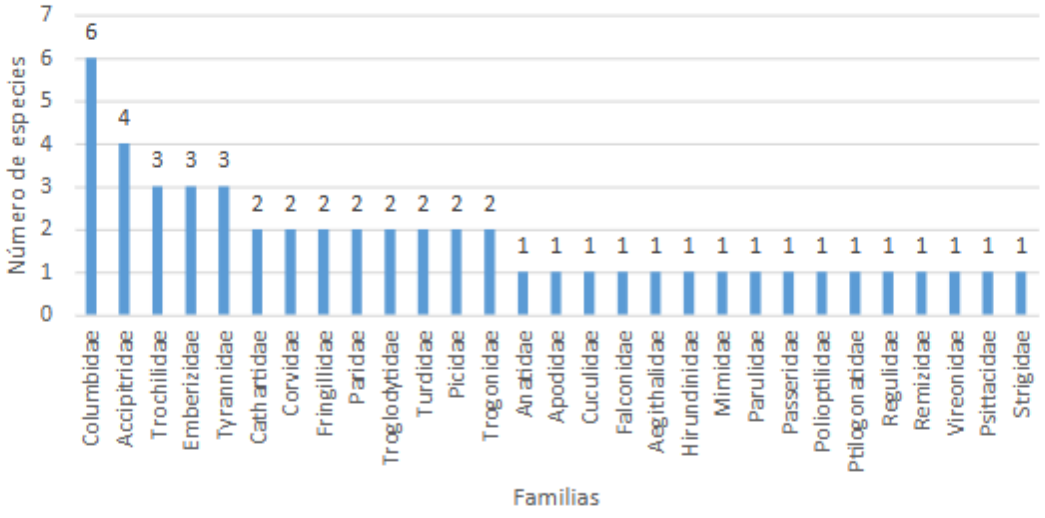
Figura 132. Número de especies de Aves por Ordenes registradas en el Sistema Ambiental.



Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

En cuanto al análisis por familias se registraron 29 de las cuales, la mejor representada fue la familia *Columbidae* con 6 especies, le siguió la familia *Accipitridae* con 4 especies, en tercer lugar, están las familias *Trochilidae, Emberizidae* y *Tyrannidae* con 3 especies, por mencionar algunos de los grupos más destacables. Los detalles del resto de las familias se pueden en el siguiente gráfico:

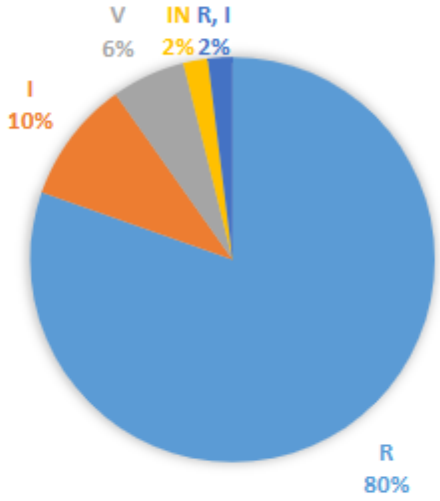
Figura 133. Número de especies de Aves por Familias registradas en el Sistema Ambiental.



Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

Con respecto al análisis de la estacionalidad, el 80% de las especies son residentes, mientras que el 10% son migratorias de invierno, el 6% migratorias de verano, el 2% introducidas y otro 2% tienen el carácter de Residentes y Migratorias. Esto se aprecia en el siguiente gráfico:

Figura 134. Estacionalidad de las especies de aves en el Sistema Ambiental.



Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

Abundancia de aves en el Sistema Ambiental

La distribución de las especies en el Sistema Ambiental estuvo influenciada tanto por la temporada de muestreo del presente estudio, así como por factores de vegetación y topográficos. Se observaron el 90% de las especies registradas en el presente estudio, mientras que el 10% se encuentran como potenciales, es decir, no se observaron durante los muestreos, pero de acuerdo con la literatura y observaciones personales de otras temporadas, estas especies se pueden encontrar en el área de estudio. De esta manera, se registraron 210 ejemplares de aves distribuidos de la siguiente manera:

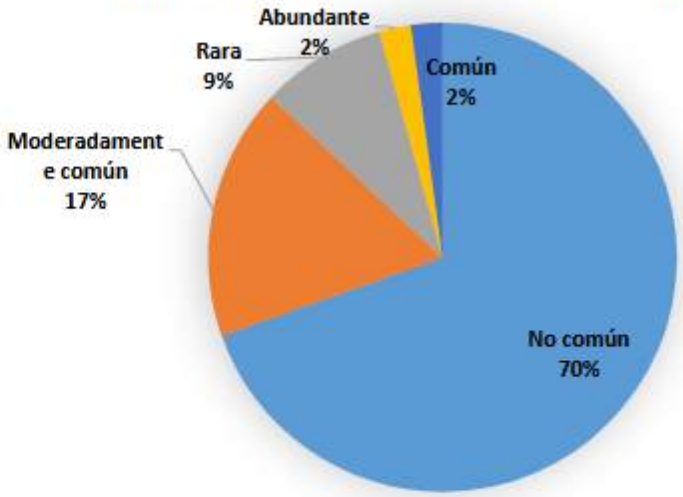
Tabla 56. Lista de especies de aves con datos de abundancia en el Sistema Ambiental.

Nombre científico	Nombre común	N	Abundancia relativa	Categoría
Accipiter striatus	Gavilán pajarero	1	5	Rara
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	3	15	No común
Circus cyaneus	Aguililla rastrera	1	5	Rara
Cathartes aura	Aura	20	100	Abundante
Coragyps atratus	Zopilote cabeza negra	10	50	Moderadamente común
Anas platyrhynchos diazi	Pato mexicano	6	30	Moderadamente común
Aeronautes saxatalis	Vencejo	4	20	No común
Ramosomyia violiceps	Colibrí corona violeta	1	5	Rara
Cynanthus latirostris	Colibrí pico ancho	2	10	No común
Selasphorus platycercus	Zumbador cola ancha	2	10	No común

Nombre científico	Nombre común	N	Abundancia relativa	Categoría
Columba livia	Paloma domestica	3	15	No común
Columbina inca	Torcacita	4	20	No común
Patagioenas fasciata	Paloma encinera	3	15	No común
Streptopelia decaocto	Paloma turca	8	40	Moderadamente común
Zenaida asiatica	Paloma de alas blancas	7	35	Moderadamente común
Zenaida macroura	Paloma huilota	2	10	No común
Geococcyx californianus	Correcaminos	2	10	No común
Falco sparverius	Halcón cernicalo	1	5	Rara
Psaltriparus minimus	Sastrecillo	4	20	no común
Aphelocoma woodhouseii	Chara de collar	6	30	No común
Corvus corax	Cuervo comun	4	20	No común
Junco hyemalis	Junco ojo negro	3	15	No común
Melozone fusca	Gorrión corona café	5	25	No común
Spizella pallida	Gorrión pálido	13	65	Común
Haemorhous mexicanus	Gorrión mexicano	5	25	No común
Spinus psaltria	Jilguero dominico	8	40	Moderadamente común
Hirundo rustica	Golondrina tijereta	12	60	Moderadamente común
Toxostoma curvirostre	Pitacoche	3	15	No común
Poecile sclateri	Carbonero mexicano	4	20	No común
Mniotilta varia	Chipe trepador	4	20	No común
Setophaga coronata	Chipe coronado	7	35	Moderadamente común
Passer domesticus	Gorrión doméstico	9	45	Moderadamente común
Polioptila caerulea	Perlita gris	3	15	No común
Phainopepla nitens	Capulinero negro	4	20	No común
Regulus calendula	Reyezuelo	2	10	No común
Auriparus flaviceps	Verdin	2	10	No común
Salpinctes obsoletus	Saltapared de rocas	4	20	No común
Thryomanes bewickii	Saltapared cola larga	6	30	No común
Sialia mexicana	Azulejo	2	10	No común
Turdus migratorius	Mirlo primavera	3	15	No común
Sayornis nigricans	Mosquero negro	2	10	No común
Sayornis saya	Papamoscas llanero	4	20	No común
Tyrannus vociferans	Tirano chibiu	2	10	No común
Vireo huttoni	Vireo reyezuelo	2	10	No común
Melanerpes aurifrons	Carpintero frente dorada	2	10	No común
Dryobates scalaris	Carpintero mexicano	5	25	No común
TOTAL		**210**		

Abundancia de acuerdo con Pettingill (1985): rara (1–9.9 %), no común (10–30.9 %), moderadamente común (31–64.9 %), común (65–89.9 %) y abundante (90–100 %).
Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

Figura 135. Abundancia relativa de las especies de aves observadas en el Sistema Ambiental.



Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

Pato mexicano (*Anas plathyrrynchos diazi*)

Chipe coronado (*Setophaga coronata*)

Carpintero mexicano (*Dryobates scalaris*).

Correcaminos (*Geococcyx californianus*)

Fuente: Visita de campo.

Aves en las áreas del proyecto

Los registros de aves en las Áreas del Proyecto quedaron conformados por 28 especies. De esta riqueza específica, representan el 60% de las aves reportadas para el Sistema Ambiental que suman 51 especies. En el análisis de este grupo de vertebrados, el Orden *Passeriformes* fue el mejor representado con 18 especies. El segundo Orden en importancia fue *Accipitriformes* representado por 3 especies junto con el Orden *Columbiformes*. El tercer orden en importancia fue el Orden *Apodiformes* representado por 2 especies. El resto de las especies se puede apreciar a continuación.

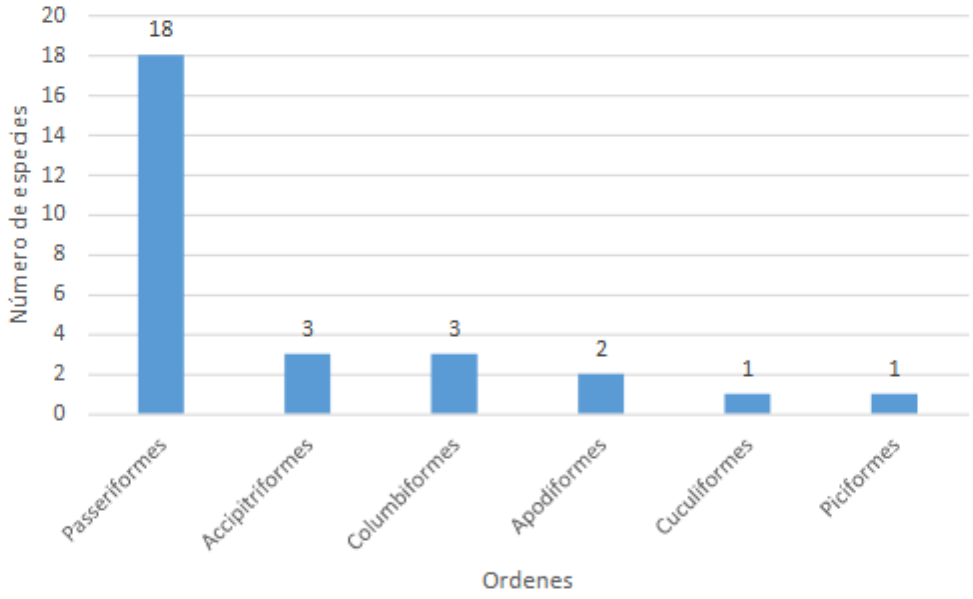
Tabla 57. Listado de especies de aves registradas en las Áreas del Proyecto.

No.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus	NOM-059	Distribución
1	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	R		No endémica
2	Accipitriformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Aura	R		No endémica
3	Accipitriformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote cabeza negra	R		No endémica
4	Apodiformes	Trochilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	R		No endémica
5	Apodiformes	Trochilidae	*Selasphorus platycercus*	Zumbador cola ancha	V		No endémica
6	Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas fasciata*	Paloma encinera	R		No endémica
7	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma de alas blancas	R		No endémica
8	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida macroura*	Paloma huilota	R		No endémica
9	Cuculiformes	Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Correcaminos	R		No endémica
10	Passeriformes	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	R		No endémica
11	Passeriformes	Corvidae	*Aphelocoma woodhouseii*	Chara de collar	R		No endémica
12	Passeriformes	Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo comun	R		No endémica
13	Passeriformes	Emberizidae	*Junco hyemalis*	Junco ojo negro	R		No endémica
14	Passeriformes	Emberizidae	*Melozone fusca*	Gorrión corona café	R		No endémica
15	Passeriformes	Emberizidae	*Spizella pallida*	Gorrión pálido	I		No endémica
16	Passeriformes	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Gorrión mexicano	R		No endémica
17	Passeriformes	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguero dominico	R		No endémica
18	Passeriformes	Paridae	*Poecile sclateri*	Carbonero mexicano	R		No endémica
19	Passeriformes	Ptilogonatidae	*Phainopepla nitens*	Capulinero negro	R		No endémica
20	Passeriformes	Regulidae	*Regulus calendula*	Reyezuelo	I		No endémica

No.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus	NOM-059	Distribución
21	Passeriformes	Remizidae	*Auriparus flaviceps*	Verdin	R		No endémica
22	Passeriformes	Troglodytidae	*Salpinctes obsoletus*	Saltapared de rocas	R		No endémica
23	Passeriformes	Troglodytidae	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga	R		No endémica
24	Passeriformes	Turdidae	*Sialia mexicana*	Azulejo	R		No endémica
25	Passeriformes	Turdidae	*Turdus migratorius*	Mirlo primavera	R		No endémica
26	Passeriformes	Tyrannidae	*Sayornis saya*	Papamoscas llanero	R		No endémica
27	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo huttoni*	Vireo reyezuelo	R		No endémica
28	Piciformes	Picidae	*Dryobates scalaris*	Carpintero mexicano	R		No endémica

Nota: Estatus: E = exótica; IN = introducida; R = residentes; V = migratorias de verano; I = migratorias de invierno; T = transitoria.
NOM-059-SEMARNAT-2010: A = amenazada; Pr = protección especial; P = peligro de extinción
Fuente: Con datos de trabajo de campo.

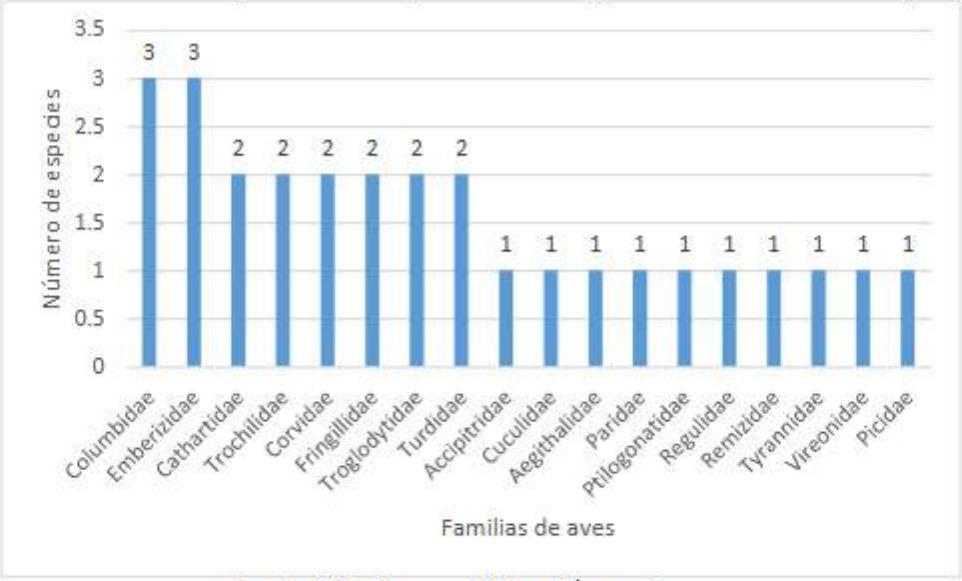
Figura 136. Número de especies de Aves por Ordenes registradas en las Áreas del Proyecto.



Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

En cuanto al análisis por familias se registraron 18 de las cuales, la mejor representada fue la familia *Columbidae* con 3 especies, le siguió las familias *Catartidae, Corvidae, Trochilidae, Emberizidae, Fringilidae, Troglodytae* y *Turdidae* con 2 especies, por mencionar algunos de los grupos más destacables. Los detalles del resto de las Familias se pueden observar en el siguiente gráfico:

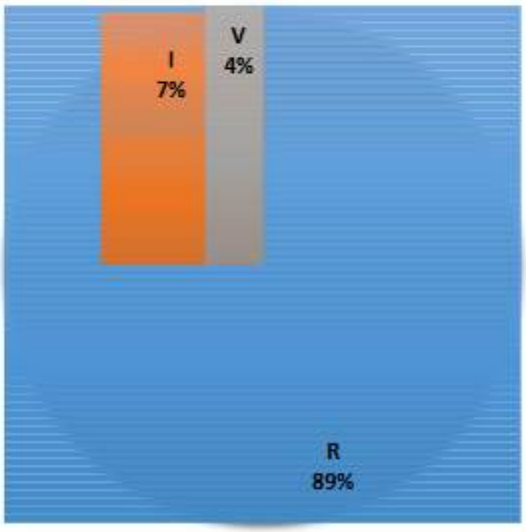
Figura 137. Número de especies de Aves por Familias registradas en las áreas del proyecto.



Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

En cuanto al análisis de la estacionalidad, el 89% de las especies son residentes, mientras que el 7% son migratorias de invierno y el 4% migratorias de verano. Esto se aprecia mejor en el siguiente gráfico:

Figura 138. Estacionalidad de las especies de aves observadas en las áreas del proyecto.



Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

Abundancia de aves en las áreas del proyecto

En este aspecto, se registraron 78 ejemplares pertenecientes a 28 especies, los cuales se muestran en la siguiente Tabla.

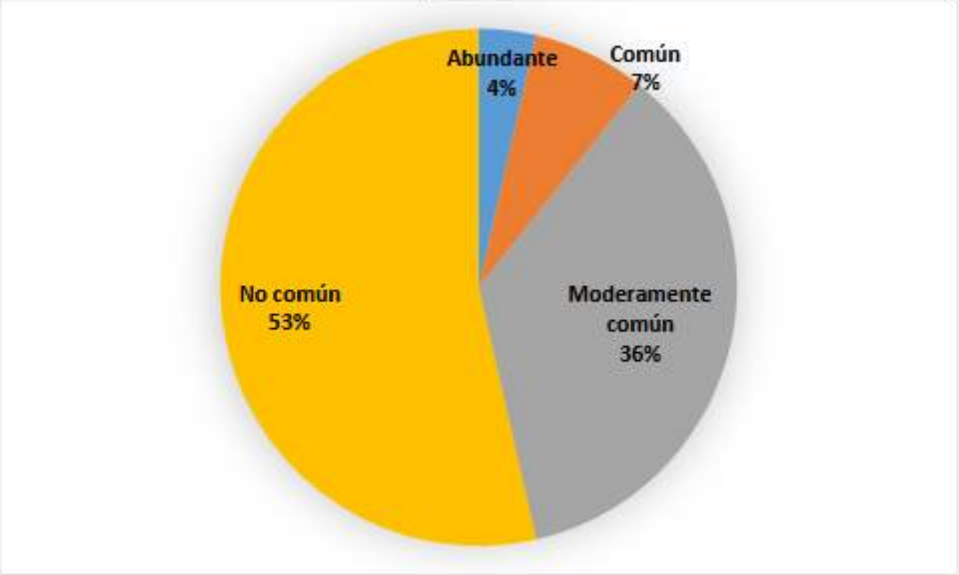
Tabla 58. Abundancia de especies de aves registradas en las áreas del proyecto.

Nombre científico	Nombre común	N	Abundancia relativa	Categoría
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	1	13	No común
Cathartes aura	Aura	6	75	Común
Coragyps atratus	Zopilote cabeza negra	3	38	Moderamente común
Cynanthus latirostris	Colibrí pico ancho	1	13	No común
Selasphorus platycercus	Zumbador cola ancha	1	13	No común
Patagioenas fasciata	Paloma encinera	2	25	No común
Zenaida asiatica	Paloma de alas blancas	4	50	Moderamente común
Zenaida macroura	Paloma huilota	1	13	No común
Geococcyx californianus	Correcaminos	1	13	No común
Psaltriparus minimus	Sastrecillo	3	38	Moderamente común
Aphelocoma woodhouseii	Chara de collar	3	38	Moderamente común
Corvus corax	Cuervo comun	5	63	Moderamente común
Junco hyemalis	Junco ojo negro	3	38	Moderamente común
Melozone fusca	Gorrión corona café	4	50	Moderamente común
Spizella pallida	Gorrión pálido	8	100	Abundante
Haemorhous mexicanus	Gorrión mexicano	2	25	No común
Spinus psaltria	Jilguero dominico	6	75	Común
Poecile sclateri	Carbonero mexicano	3	38	Moderamente común
Phainopepla nitens	Capulinero negro	2	25	No común
Regulus calendula	Reyezuelo	2	25	No común
Auriparus flaviceps	Verdin	2	25	No común
Salpinctes obsoletus	Saltapared de rocas	3	38	Moderamente común
Thryomanes bewickii	Saltapared cola larga	3	38	Moderamente común
Sialia mexicana	Azulejo	2	25	No común
Turdus migratorius	Mirlo primavera	2	25	No común
Sayornis saya	Papamoscas llanero	2	25	No común
Vireo huttoni	Vireo reyezuelo	2	25	No común
Dryobates scalaris	Carpintero mexicano	1	17	No común
TOTAL		**78**		

Abundancia de acuerdo con Pettingill (1969): rara (1–9.9 %), no común (10–30.9 %), moderadamente común (31–64.9 %), común (65–89.9 %) y abundante (90–100 %).

Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

Figura 139. Abundancia relativa de las especies de aves observadas en las áreas del proyecto.



Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

Mirlo primavera (*Turdus migratorius*).
Fuente: Visita de campo.

Mamíferos en el Sistema Ambiental

La mastofauna del Sistema Ambiental quedó conformada por un total de 29 taxa que incluye a 2 artiodáctilos, 5 carnívoros, 13 especies de quiróptera, 1 marsupial, 2 lagomorfos y 6 roedores. Las 29 especies de mamíferos que se registraron para el área de estudio representan el 18.5% de la mastofauna descrita para el Estado de Durango que suma un total de 157 especies (Coordinación de Estrategias de Biodiversidad y Cooperación-CONABIO,

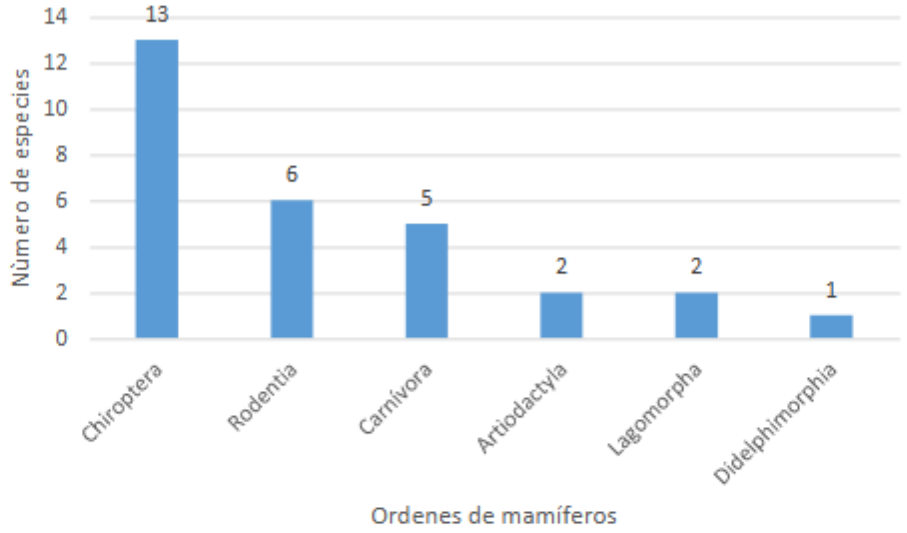
2021). Los mamíferos encontrados pertenecen a seis órdenes 13 familias y 29 especies. El Orden *Chiroptera* presentó la mayor riqueza con 13 especies siendo la familia *Verpetilionidae* la que registró mayor representatividad con 11 especies. El siguiente orden en importancia fue el *Rodentia* con 6 especies, siendo la familia *Muridae* la mejor representada con 4 especies. El orden *Carnívora* presentó 5 especies, siendo la familia *Canidae* la mejor representada con 2 especies. Ninguna especie de mamífero registrada se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Para más detalle del resto de las especies, se presenta en los siguientes gráficos y Tabla.

Tabla 59. Listado de especies de mamíferos registradas en el Sistema Ambiental.

No.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
1	Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca
2	Artiodactyla	Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Jabalí de collar
3	Carnívora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote
4	Carnívora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris
5	Carnívora	Felidae	*Lynx rufus*	Lince, gato montés
6	Carnívora	Mephitidae	*Mephitis mephitis*	Zorrillo norteño
7	Carnívora	Mustelidae	*Mustela frenata*	Comadreja cola larga
8	Chiroptera	Molossidae	*Tadarida brasiliensis*	Murciélago guanero mexicano
9	Chiroptera	Phyllostomidae	*Desmodus rotundus*	Vampiro común
10	Chiroptera	Vespertilionidae	*Antrozous pallidus*	Murciélago pálido
11	Chiroptera	Vespertilionidae	*Corynorhinus mexicanus*	Murciélago orejón
12	Chiroptera	Vespertilionidae	*Corynorhinus townsendii*	Murciélago orejón
13	Chiroptera	Vespertilionidae	*Eptesicus fuscus*	Murciélago grande moreno
14	Chiroptera	Vespertilionidae	*Lasiurus cinereus*	Murciélago cola peluda canoso
15	Chiroptera	Vespertilionidae	*Lasiurus xanthinus*	Murciélago cola peluda amarillo
16	Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis auriculus*	Murciélago orejudo
17	Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis californicus*	Miotis de california
18	Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis velifer*	Miotis mexicano
19	Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis volans*	Miotis pata larga
20	Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis yumanensis*	Miotis de yuma
21	Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache
22	Lagomorpha	Leporidae	*Lepus californicus*	Liebre cola negra
23	Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano
24	Rodentia	Muridae	*Neotoma mexicana*	Rata cambalachera mexicana
25	Rodentia	Muridae	*Peromyscus melanotis*	Ratón de orejas negras
26	Rodentia	Muridae	*Sigmodon fulviventer*	Rata algodonera vientre leonado
27	Rodentia	Muridae	*Sigmodon ochrognathus*	Rata algodonera nariz amarilla
28	Rodentia	Sciuridae	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón, ardilla de rocas
29	Rodentia	Sciuridae	*Tamias dorsalis*	Chichimoco de barranca

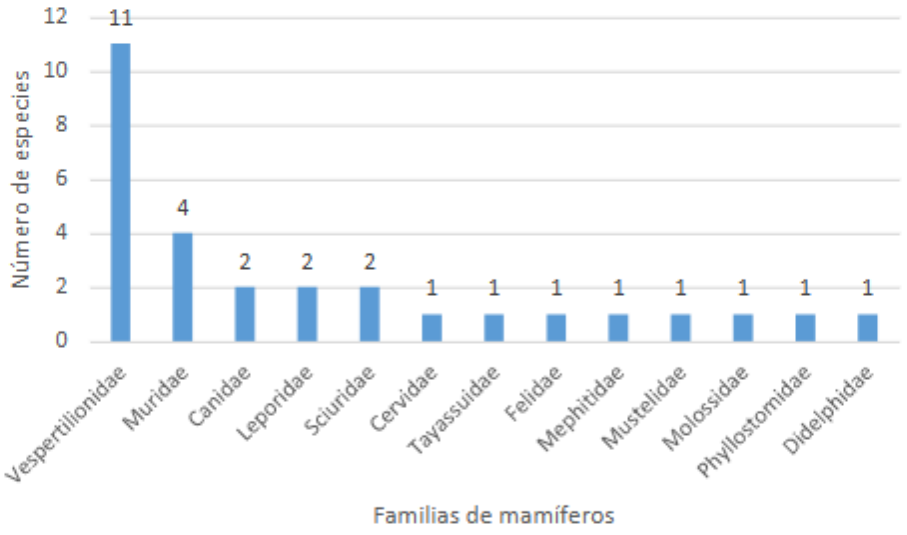
Fuente: Con datos de campo complementados de bases de datos de GBIF, Naturalista y Enciclovida.

Figura 140. Número de especies de Mamíferos por Ordenes registradas en el Sistema Ambiental.



Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

Figura 141. Número de especies de Mamíferos por Familias registradas en el Sistema Ambiental.



Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

Abundancia de mamíferos en el sistema ambiental

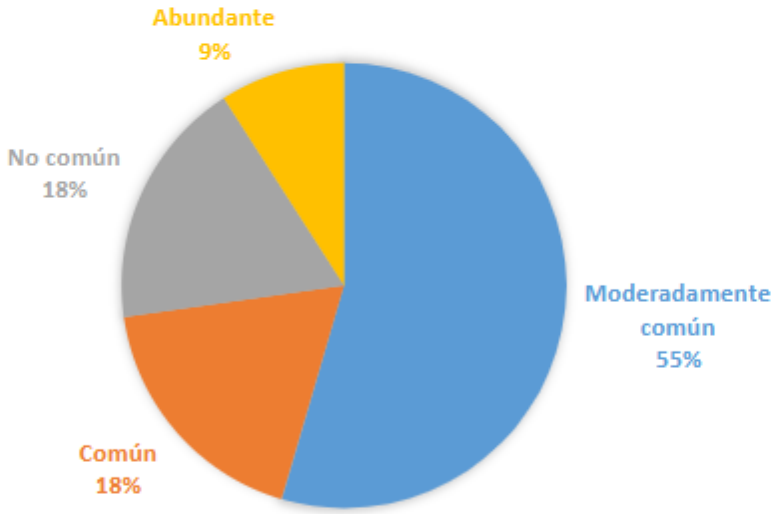
Se observaron el 37% de las especies registradas en el Sistema Ambiental en el presente estudio, mientras que el 63% se encuentran como potenciales, es decir, no se observaron durante los muestreos, pero de acuerdo con la literatura y observaciones en plataformas de registro de avistamientos de otras temporadas, estas especies se pueden encontrar en el área de estudio. Se registraron 64 organismos pertenecientes a 11 especies, las cuales se desglosan a continuación:

Tabla 60. Abundancia de mamíferos registrada en el Sistema Ambiental.

Nombre científico	Nombre común	N	Abundancia relativa	Distribución
Odocoileus virginianus	Venado cola blanca	6	50	Moderadamente común
Pecari tajacu	Jabalí de collar	4	33	Moderadamente común
Canis latrans	Coyote	2	17	No común
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	10	83	Común
Mephitis mephitis	Zorrillo norteño	2	17	No común
Corynorhinus townsendii	Murciélago orejón	4	33	Moderadamente común
Lepus californicus	Liebre cola negra	6	50	Moderadamente común
Sylvilagus floridanus	Conejo serrano	12	100	Abundante
Neotoma mexicana	Rata cambalachera mexicana	4	33	Moderadamente común
Peromyscus melanotis	Ratón de orejas negras	6	50	Moderadamente común
Otospermophilus variegatus	Ardillón, ardilla de rocas	8	67	Común
Total		**64**		

Abundancia de acuerdo con Pettingill (1969): rara (1–9.9 %), no común (10–30.9 %), moderadamente común (31–64.9 %), común (65–89.9 %) y abundante (90–100 %).
Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

Figura 142. Abundancia relativa de las especies de mamíferos observadas en el Sistema Ambiental.



Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*)

Zorrillo norteño (*Mephitis mephitis*)

Excreta de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*)

Excreta de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*)

Fuente: Visita de campo.

Mamíferos en las áreas del proyecto

La mastofauna de las áreas del proyecto quedó conformada por un total de 9 especies que incluye a 2 artiodáctilos, 2 carnívoros, 2 lagomorfos y 2 roedores. Las 9 especies de mamíferos que se registraron para el área de estudio representan el 31% de la mastofauna descrita para las áreas del proyecto sumando un total de 29 especies. Los mamíferos encontrados pertenecen a cuatro órdenes 7 familias y 9 especies. El Orden *Rodentia* presentó la mayor riqueza con 3 especies, siendo la familia *Muridae* la que registró mayor representatividad con 2 especies. El resto de los órdenes presento 2 especies cada uno. Para más detalle se presenta en la siguiente Tabla y gráficos.

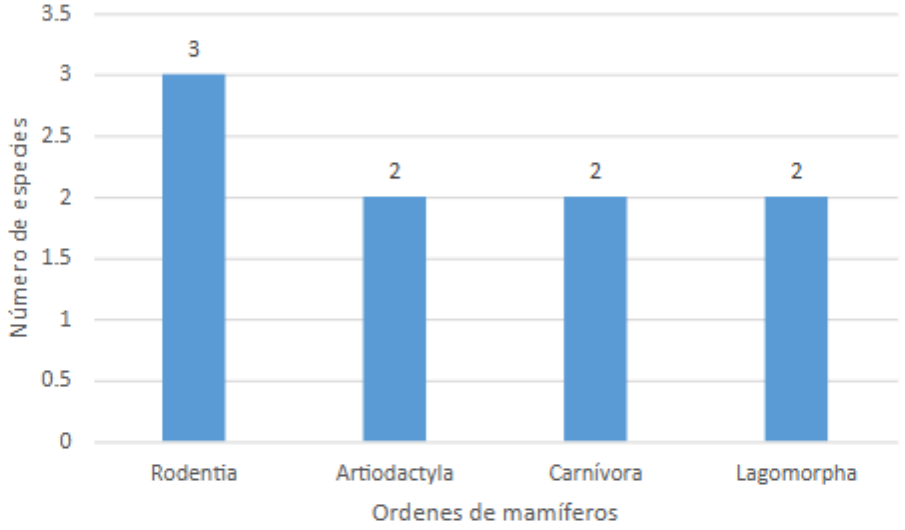
Tabla 61. Listado de especies de mamíferos registradas en las áreas del proyecto.

No.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
1	Artiodactyla	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca
2	Artiodactyla	Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Jabalí de collar
3	Carnívora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris
4	Carnívora	Mephitidae	*Mephitis mephitis*	Zorrillo norteño
5	Lagomorpha	Leporidae	*Lepus californicus*	Liebre cola negra

No.	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común
6	Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano
7	Rodentia	Muridae	*Neotoma mexicana*	Rata cambalachera mexicana
8	Rodentia	Muridae	*Peromyscus melanotis*	Ratón de orejas negras
9	Rodentia	Sciuridae	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón, ardilla de rocas

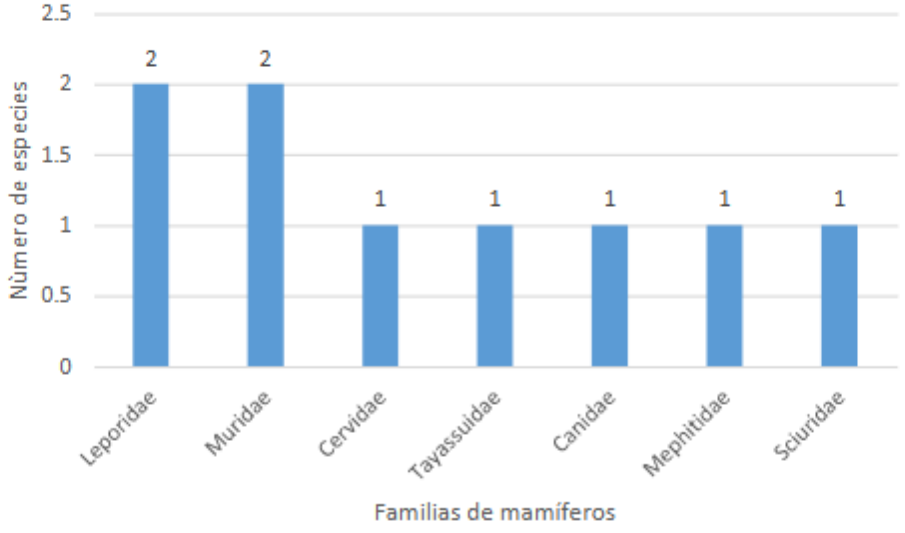
Fuente: Con datos de trabajo de campo.

Figura 143. Número de especies de mamíferos por Ordenes registradas en las áreas del Proyecto.



Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

Figura 144. Número de especies de mamíferos por Familias registradas en las áreas del proyecto.



Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

Abundancia de mamíferos en las áreas del proyecto

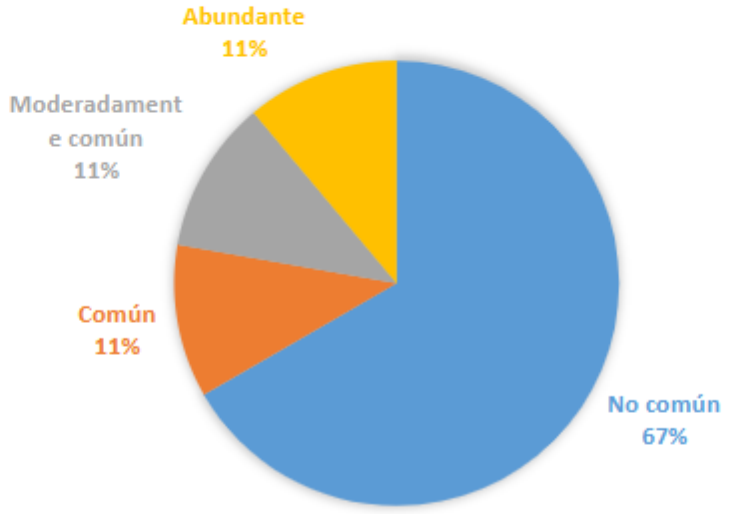
Se observaron el 31% de las especies registradas en el presente estudio, mientras que el 69% se encuentran como potenciales, es decir, no se observaron durante los muestreos, pero de acuerdo con la literatura y observaciones en plataformas de registro de avistamientos de otras temporadas, estas especies se pueden encontrar en el área de estudio. Se registraron 25 organismos pertenecientes a 9 especies, las cuales se desglosan a continuación:

Tabla 62. Abundancia de mamíferos registrada en las Áreas del Proyecto.

Nombre científico	Nombre común	N	Abundancia relativa	Distribución
Odocoileus virginianus	Venado cola blanca	1	12.5	No común
Pecari tajacu	Jabalí de collar	1	12.5	No común
Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	6	75	Común
Mephitis mephitis	Zorrillo norteño	1	12.5	No común
Lepus californicus	Liebre cola negra	4	50	Moderadamente común
Sylvilagus floridanus	Conejo serrano	8	100	Abundante
Neotoma mexicana	Rata cambalachera mexicana	1	12.5	No común
Peromyscus melanotis	Ratón de orejas negras	2	25	No común
Otospermophilus variegatus	Ardillón, ardilla de rocas	1	12.5	No común
Total		**25**		

Abundancia de acuerdo con Pettingill (1985): rara (1–9.9 %), no común (10–30.9 %), moderadamente común (31–64.9 %), común (65–89.9 %) y abundante (90–100 %).
Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

Figura 145. Abundancia relativa de las especies de mamíferos observadas en las áreas del proyecto.



Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

Mandíbula de pecarí de collar (*Pecari tajacu*)

Excreta de conejo (*Sylvilagus floridanus*)

Excreta de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*)

Huella de zorrillo norteño (*Mephitis mephitis*)

Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

Especies de fauna silvestre incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el Sistema Ambiental

De acuerdo a los registros en diversas plataformas antes citadas sobre la observación de vida silvestre y al trabajo en campo, en el Sistema Ambiental se encuentran 9 especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 de las cuales 4 son reptiles y 5 aves. No se encontraron especies en riesgo de anfibios ni mamíferos. De las especies registradas en la NOM-059, 2 son endémicas de México.

Tabla 63. Registro de especies de fauna silvestres incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el Sistema Ambiental.

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM -059	Endemismos
Reptilia	Squamata	Anguidae	*Barisia imbricata*	Lagarto alicante de las montañas	Pr	Endémica
Reptilia	Squamata	Colubridae	*Thamnophis cyrtopsis*	Culebra lineada de bosque	A	No endémica
Reptilia	Squamata	Viperidae	*Crotalus lepidus*	Víbora de cascabel	Pr	No endémica
Reptilia	Squamata	Viperidae	*Crotalus molossus*	Víbora de cascabel	Pr	No endémica
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter striatus*	Gavilán pajarero	Pr	No endémica

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM -059	Endemismos
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Aquila chrysaetos*	Águila Real	A	No endémica
Aves	Anseriformes	Anatidae	*Anas platyrhynchos diazi*	Pato mexicano	A	No endémica
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	*Rhynchopsitta pachyrhyncha*	Cotorrona serrana	P	Endémica
Aves	Strigiformes	Strigidae	*Athene cunicularia*	Tecolote llanero	Pr	No endémica

Nota: NOM-059-SEMARNAT-2010: A = amenazada; Pr = protección especial; P = peligro de extinción
Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

Especies de fauna silvestre incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en las Áreas del Proyecto.

De acuerdo a la búsqueda de registros de especies de Fauna Silvestre, tanto históricos como de trabajo de campo para el presente estudio, no se localizó ningún ejemplar de ninguna especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en las áreas del proyecto.

V.2.3. Paisaje.

El término paisaje ha sido empleado a lo largo de la historia en diversos áreas, lo cual ha significado que su concepto también varia dependiendo de cómo se percibe en las distintas disciplinas, no obstante, se puede concluir que el paisaje constituye una expresión visual del entorno e incluye la forma de percepción de la naturaleza, el territorio, un área geográfica, el medio ambiente, un componente globalizador del sistema, un recurso natural más, hábitat, escenario visual, pero ante todo y en todos los casos el paisaje es una manifestación espacial que da cuenta de una imagen del estado de un territorio, por lo tanto, es un indicador o clave de los procesos que tienen lugar en el territorio, ya sea en el ámbito natural, humano o interacción de ambos.

La interpretación del paisaje medido como manifestación visual y espacial del medio se trasforma en una herramienta útil para la comprensión del estado de uso de un territorio mediante el análisis de los componentes que interactúan sobre un territorio, incluyendo aspectos de índole estético, biofísicos, sociales, y de manejo del medio. Según lo anterior, es posible realizar una aproximación conceptual del término Paisaje como:

"Toda manifestación espacial y visual del medio, cuya imagen da cuenta del resultado de las interrelaciones de los factores que la conforman, lo que unido a la identificación de los patrones estéticos de visualización, permiten en conjunto la comprensión integral de un territorio". (Rojas, H. 1997).

Esta definición nos indica, que el paisaje tiene como principal característica integrar elementos que configuran un territorio específico y analizar las continuas relaciones que estos generan, el cual puede ser visto desde la dimensión antrópica, como también en

ausencia de éste; no obstante, la percepción y consiguiente valoración del fenómeno físico observado depende de interpretación subjetiva del observador.

La problemática radica entonces, en objetivizar los parámetros de análisis, de tal manera de consensuar los aspectos que para el colectivo tienen valor y por consiguiente merecen ser conservados (SERNATUR, 2008).

Existen numerosas definiciones de paisaje que han ido evolucionado hasta determinarlo y centrarlo como un valor estético, como un recurso y como una combinación delementos físicos, bioecológicos y humanos (Lowenthal 1962, González 1981a, Benayas 1992). Si consideramos al paisaje como el escenario de la actividad humana, cualquier acción artificial repercute inmediatamente en los factores perceptuales. El paisaje puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas (Dunn 1974, MOPT 1993). Por lo tanto, para estudiarlo, se deben investigar sus elementos constituyentes.

Hoy en día, el hombre se relaciona con el paisaje de manera más intensa, transformando su configuración producto de las distintas actividades productivas que ejecuta en él. Por lo que nos vemos en la necesidad de estudiar la relación entre paisaje y actividad humana, intentando determinar los principales impactos sobre este recurso y las formas de manejo que permitan una integración armónica de las actividades productivas con el paisaje, sin el evidente deterioro en la calidad de vida de la población que genera la pérdida de los valores estéticos de un territorio.

Para evaluar el paisaje se necesita de alguna metodología, ya que es un tema que se presta para mucha subjetividad. Para esto existen tres tipos de métodos, dependiendo la evaluación y el grado de análisis que se requiera:

- *Métodos Directos:* En ellos se analiza exclusivamente la calidad visual del territorio. Generalmente se utiliza como un análisis "preliminar" del paisaje.
- *Métodos Indirectos:* El paisaje se analiza a través de sus componentes, por lo que es muy importante tener en claro la escala de trabajo.
- *Métodos mixtos:* Es el método más objetivo ya que mezcla los métodos directos e indirectos, tomando en cuenta más de una de las etapas mencionadas anteriormente. Es valorado los recursos visuales, ordenación del territorio, calidad visual y fragilidad.

Visibilidad

Es la cantidad de superficie que puede verse desde distintos puntos de observación. Evidentemente aquellos paisajes que son más visibles desde diversos puntos de observación

tienen mayor fragilidad visual, pues cualquier alteración que se haga en ellos será más visible.

Con independencia de las características inherentes al territorio y de significación sensorial y cultural, como elementos definidores de la calidad visual del paisaje, resulta imprescindible determinar la zona visualmente afectada por la futura instalación del proyecto pretendido. Se puede entonces concretar su posible afectación visual, reduciéndolo a sus términos precisos, en cuanto a superficie, como al posible número de personas afectadas.

El instrumento básico para este análisis es la cuenca visual del proyecto, aunque no hay que olvidar que es un mero instrumento para anticipar el área de influencia del proyecto a posibles efectos visuales. La cuenca visual de un punto es aquella porción del territorio visible desde ese punto; por extensión se aplica esta definición a elementos de dimensiones físicas apreciables. De igual manera, la cuenca visual engloba a todos los posibles puntos de observación desde donde el proyecto será visible. Su determinación limita el ámbito de los posibles efectos visuales.

Debido a la topografía del terreno donde se desarrollará el proyecto, los límites visuales varían dependiendo de la ubicación de las diferentes zonas en las que se desarrollará el mismo. Además, se debe considerar los núcleos de población y las carreteras o caminos cercanos al área del proyecto. En este caso, el proyecto es cercano a la localidad de Guanaceví y ya se tienen instalaciones relacionadas con la actividad minera, por lo que la población ya está acostumbrada a ellas, y debido a lo mismo, la ejecución del proyecto puede verse como algo común en la que la misma población de la localidad participa directamente.

Calidad paisajística.

La calidad visual de define como el valor intrínseco que posee un paisaje, y está definida como la evaluación estética de los elementos que lo conforman y que en conjunto permiten definir las características y potencialidades que presenta un territorio en términos paisajísticos.

Para este trabajo se utilizó el Modelo de Rojas, Kong (1998), adaptación de los métodos aplicados por USDA Forest Service (1974) y Bureau of land Management de Estados Unidos (1980). Este modelo es un método indirecto de evaluación que separa y analiza de forma independiente los factores que conforman el paisaje (Bióticos, Abióticos, Estéticos, Humanos). Cada factor evaluado, se estima en relación a su forma, color, línea, textura, escala, configuración espacial, y grado de perturbación, definiendo finalmente dominancia visual, importancia visual, complejidad o simplicidad, coherencia o desarmonía, nivel de organización visual, grado de singularidad o rareza del recurso y desarrollo en el tiempo.

A continuación se presentan los criterios empleados para determinar la Calidad Visual.

Tabla 64. Criterios empleados para determinar la calidad visual del paisaje.

Elemento Valorado	Calidad visual alta	Calidad visual media	Calidad visual baja
Morfología o topografía	Pendiente de más de un 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos.	Pendientes entre 15 y 30%, estructura morfológica de modelado suave u ondulado.	Pendientes entre 0 y 15%, dominancia del plano horizontal visualizando ausencia de estructuras de contraste y jerarquía.
Fauna	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación, reproducción y alimentación.	Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de animales domésticos (ganado).	No hay presencia de fauna nativa. Sobre pastoreo o crianza masiva de animales domésticos.
Vegetación	Presencia de masas vegetales de alta dominancia. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos.	Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona. Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual.	Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo el 50%. Presencia de áreas con erosión sin vegetación. Dominancia de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua, con significancia en la estructura global del paisaje.	Presencia de cuerpo de agua, pero sin jerarquía visual.	Ausencia de cuerpos de agua.
Acción antrópica	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas.	La calidad escénica está modificada por menor grado por obras, no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje.
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia e incrementa el área evaluada. Presencia de vistas y proyecciones visuales de alta significancia visual.	El paisaje circundante Incrementa moderadamente la calidad estética del área evaluada.	El paisaje circundante no ejerce influencia visual al área evaluada.
Variabilidad cromática	Combinaciones de color, intensas y variadas, contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua.	Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos o continuos.
Singularidad o rareza	Paisaje único, con riqueza delementos singulares.	Característico, pero similar a otros de la región.	Paisaje común, inexistencia delementos únicos o singulares.

Fuente: SERNATUR, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, Gobierno de Chile, 2008.

De acuerdo con la información recabada en los apartados anteriores, y según la aplicación del Modelo de Rojas, Kong (1998), se obtuvo una calificación de 13 puntos en la Calidad Visual de las áreas del proyecto, como se puede ver en la siguiente Tabla.

Tabla 65. Calidad visual del paisaje en el área de estudio.

Elemento Valorado		Calidad visual: Alta=3, Media=2, Baja=1
Morfología o topografía		2
Fauna		2
Vegetación		2
Formas de agua		2
Acción antrópica		1
Fondo escénico		1
Variabilidad cromática		1
Singularidad o rareza		2
Puntuación Total:		13
Síntesis de Calidad Visual	Alta	> 21
	Media	11 - 21
	Baja	< 11

Fuente: SERNATUR, del Modelo Rojas, Kong (1998), Elaboración propia.

De acuerdo a la Tabla anterior y tomando como base el Modelo de Rojas, Kong (1998), se deduce que las áreas del proyecto presentan una calidad visual de paisaje media, muy cercana a baja. Por ello, de manera general, el sitio del proyecto no posee una buena calidad paisajística de acuerdo a los elementos valorados. Aunado a ello, la actividad antropocéntrica es importante en el sitio, como la actividad minera que se realiza en la zona, lo que ha demeritado las comunidades vegetales.

Fragilidad

La fragilidad visual se define como "la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él". Expresa el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones. El grado de fragilidad que tenga un paisaje depende del medio, y se liga al mayor o menor poder del mismo para ocultar objetos (capacidad de absorción visual).

La fragilidad visual es independiente tanto de la calidad de un paisaje como de la actividad que se desarrolle en el territorio. Así, una misma actividad causará un impacto visual mayor en aquel territorio que tenga mayor fragilidad visual.

Para este estudio también se tomó como base el Modelo Rojas, Kong (1998), que corresponde a una adaptación al Modelo general de fragilidad visual (Escribano et al. 1987). Este método contempla el análisis y clasificación de los paisajes o porciones de él, en función de una selección de los principales componentes del paisaje, divididos en 4 factores. Se aplica la siguiente escala de valores:

- Alta: Baja capacidad de absorción visual.
- Media: Capacidad de absorción visual moderada.
- Baja: Alta capacidad de absorción visual.

Tabla 66. Criterios empleados para determinar la fragilidad visual del paisaje.

Factores	Elementos de influencia	Alta	Media	Baja
Biofísicos	Pendiente	Pendientes de más de un 30%, terrenos con un dominio del plano vertical de visualización.	Pendientes entre 15 y 30%, Terrenos con modelado suave u ondulado.	Pendientes entre 0 a 15%, terrenos con plano horizontal de dominancia visual.
	(Vegetación) Densidad	Grandes espacios sin vegetación. Agrupaciones aisladas. Dominancia estrata herbácea.	Cubierta vegetal discontinua. Dominancia de estrata arbustiva o arbórea aislada.	Grandes masas boscosas. 100% de ocupación de suelo.
	(Vegetación) Contraste	Vegetación monoespecífica, escasez vegetacional, contrastes poco evidentes.	Diversidad de especies media con contrastes evidentes pero no sobresalientes.	Alto grado en variedad de especies, contrastes fuertes, gran estacionalidad de especies
	(Vegetación) Altura	Vegetación arbustiva o herbácea, no sobrepasa los 2 m de altura.	No hay gran altura de las masas (-10 m) baja diversidad de estratos.	Gran diversidad de estratos. Alturas sobre los 10 m.
Visualización	Tamaño de la cuenca visual	Visión de carácter cercana o próxima (0 a 1,000 m). Dominio de los primeros planos.	Visión media (1,000 a 4,000 m). Dominio de los planos medios de visualización.	Visión de carácter lejano o a zonas distantes > a 4,000m.
	Forma de la cuenca visual	Cuencas alargadas, Generalmente unidireccionales en el flujo visual.	Cuencas irregulares, mezcla de ambas categorías.	Cuencas regulares extensas, generalmente redondeadas.
	Compacidad	Vistas panorámicas, abiertas. El paisaje no presenta elementos que obstruyan los rayos visuales.	El paisaje presenta zonas de menor incidencia visual, pero en un bajo porcentaje.	Vistas cerradas u obstaculizada. Presencia constante de zonas de sombra o menor incidencia visual.
Singularidad	Unicidad de paisaje	Paisajes singulares, notables con riqueza delementos únicos y distintivos.	Paisajes de importancia visual, pero habituales, sin presencia delementos singulares.	Paisaje común, sin riqueza visual, o muy alterado.
Accesibilidad	Visual	Percepción visual alta, visible a distancia y sin mayor restricción.	Visibilidad media, ocasional, combinación de ambos niveles	Baja accesibilidad visual; vistas repentinas, escasas o breves.

Fuente: SERNATUR, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, Gobierno de Chile, 2008.

De acuerdo con la información recabada en los apartados anteriores, y según la aplicación del Modelo de Rojas, Kong (1998), se obtuvo una calificación de 18 puntos en la Fragilidad Visual de las áreas del proyecto, como se puede ver en la siguiente Tabla.

Tabla 67. Fragilidad visual del paisaje en las áreas del proyecto.

Factores	Elementos de influencia	Fragilidad visual: Alta=3, Media=2, Baja=1
Biofísicos	Pendiente	2
	(Vegetación) Densidad	2
	(Vegetación) Contraste	2
	(Vegetación) Altura	2
Visualización	Tamaño de la cuenca visual	2
	Forma de la cuenca visual	2
	Compacidad	2
Singularidad	Unicidad de paisaje	2
Accesibilidad	Visual	2
	Total	**18**
Síntesis Fragilidad Visual	**Alta**	**> 23**
	Media	**12 – 23**
	Baja	**< 12**

Fuente: SERNATUR, del Modelo Rojas, Kong (1998), Elaboración propia.

De acuerdo a la Tabla anterior y tomando como base el Modelo de Rojas, Kong (1998), se deduce que las áreas del proyecto presentan una fragilidad visual de paisaje media. Considerada la fragilidad visual como la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él, puede manifestarse que el paisaje donde se ubica el proyecto tiene una capacidad de absorción visual moderada.

Frecuencia de la presencia humana

La presencia humana en el sitio del proyecto y sus alrededores se considera alta, debido a las actividades mineras que ya se realizan en las zonas aledañas y a la que ya se realizó en algún momento en la misma área del proyecto, además de su cercancía a la cabecera municipal de Guanaceví.

V.2.4. Medio socioeconómico.

a) Demografía.

El Municipio de Guanaceví está ubicado entre los paralelos 25° 33' y 26° 32' de latitud norte; los meridianos 105° 29' y 106° 34' de longitud oeste; altitud entre 1,200 y 3,400 m. Colinda al norte con la zona interestatal Durango-Chihuahua, y los Municipios de Ocampo y San Bernardo; al este con los Municipios de San Bernardo y El Oro; al sur con los Municipios de El Oro, y Tepehuanes; al oeste con los Municipios de Tepehuanes, el Estado de Chihuahua y la zona interestatal Durango-Chihuahua. Ocupa el 4.4% de la superficie del Estado y cuenta con 213 localidades.

De acuerdo al INEGI, el Municipio tenía una población de 9,869 personas en el año 2020, cuya distribución se muestra en la siguiente Tabla. La densidad de población, al año 2020, era de 1.8 habitantes por kilómetro cuadrado. En comparación al 2010, la población en Guanaceví decreció un 2.76%.

Tabla 68. Población en el Municipio de Guanaceví (2020).

Indicador	2020
Población total	**9,869**
Hombres	5,153
Mujeres	4,716
Relación hombres-mujeres	**109.26**

Fuente: INEGI. Banco de información sociodemográfica y económica. Elaboración propia.

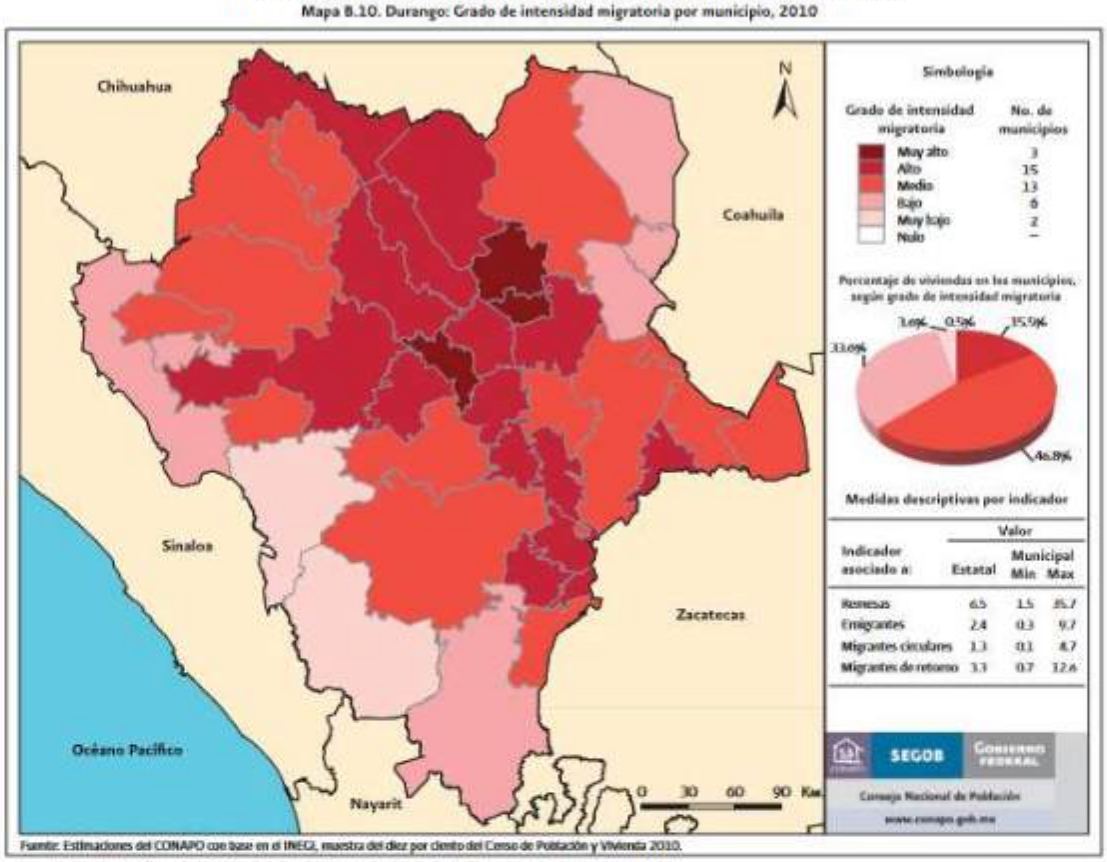
La edad mediana de la población era de 29 años en general, aunque al separarlo en hombres y mujeres, ésta es de 29 años para hombres y 28 para mujeres, mientras que su índice de envejecimiento (porcentaje) era de 46.1 (INEGI, 2020).

En relación a la natalidad, de acuerdo al INEGI, el promedio de hijos nacidos vivos de las mujeres de 12 y más años en el año 2010 fue de 3.1. El número de nacimientos registrados en el 2022 fue de 171, de los cuales 77 fueron hombres y 94 mujeres.

Con respecto a la mortalidad, según el INEGI en el 2022 hubo 89 defunciones registradas, 48 de hombres y 41 de mujeres. Hubo 2 defunciones de menores de un año y el porcentaje de hijos fallecidos de las mujeres entre 15 y 49 años es del 5.3%.

En cuanto a la migración, el porcentaje de población inmigrante (reciente) en el 2020 fue de 2.5, según el INEGI. De acuerdo a la CONAPO, al año 2010, el grado de intensidad migratoria en el Municipio de Guanaceví es Media, con un índice de intensidad migratoria de -0.1237, lo cual se puede ver en la siguiente Figura.

Figura 146. Grado de intensidad migratoria en Durango.



Fuente: CONAPO, 2010.

Según SEDESOL, el grado de marginación del Municipio se mantuvo en nivel Medio del 2010 al 2020. En cuanto al grado de rezago social municipal, éste se mantuvo en el nivel Muy bajo.

En cuanto a la población en pobreza extrema, de acuerdo a SEDESOL el Municipio de Guanaceví se tiene lo siguiente, para el año 2020:

- Porcentaje de población en pobreza extrema: 10.3.
- Población en pobreza extrema: 1,030.

De acuerdo a información presentada por la administración del Municipio de Guanaceví, se tiene lo siguiente con respecto a sus actividades económicas:

Agricultura

La superficie abierta al cultivo se estima en 5,997 hectáreas, de las cuales se cultivan de temporal y 419 en la modalidad de riego mediante cuatro presas derivadoras y dos manantiales.

En la estructura de los cultivos realizados en el municipio, el maíz y frijol ocupan el 67% de la superficie antes mencionada, siguiéndole en importancia la avena forrajera.

Las principales limitaciones que frenan el desarrollo de esta actividad productiva son los siguientes: presencias de fenómenos climatológicos como sequías, excesos de humedad y heladas tempranas que influyen en los bajos rendimientos obtenidos sobre todo en los cultivos de temporal.

Industria

Las industrias establecidas en el municipio son plantas beneficiadoras de minerales o aserraderos. Desde el punto de vista de la actividad minera, Guanaceví es una zona muy importante ya que cuenta con extensos yacimientos de minerales, los cuáles en su mayoría aún están sin exploración y explotación.

La minería es la actividad que en la actualidad le da sustento a la localidad de Guanaceví, debido a la inversión que se recibe por parte de inversores canadienses. Otra actividad de gran relevancia es la forestal, al contar la localidad con miles de hectáreas de pino, las cuales se extraen y se trasladan a otros lugares para su manufactura.

Ganadería

El municipio de Guanaceví, por los recursos que posee, permite el desarrollo de la actividad ganadera, el 22% se consideran pastizales así mismo el área forestal también se dedica a la ganadería que en conjunto ocupa una superficie de 568,703 hectáreas.

Las cifras estadísticas indican que los inventarios de las especies de pastoreo directo han disminuido en algunos años por efectos de las sequías que se presentan y que limitan la disponibilidad de aguas para abrevar y la recuperación de los pastizales.

La especie bovina es la que representa el mayor dinamismo comercial, seguida por la especie caprina y ovina, así como aves, existiendo producción de carne, leche, lana y huevo.

Silvicultura

La actividad forestal al igual que la ganadería constituyen el soporte económico de este municipio, la superficie estimada de explotación de especies maderables integrada por las especies de pino y encino es de 438,303 has. Equivalente al 75% del área total del Municipio el volumen total extraído en los últimos años ha sido de 189,705 metros cúbicos en rollo, destacando en orden de importancia los trozos para asierre y el material para celulosa.

Comercio

La actividad comercial del Municipio se lleva a cabo en establecimientos de diferentes giros y tamaños, de propiedad privada, empleando a varias personas. Se cuenta con comercio al por menor en tiendas de abarrotes, ultramarinos y miscelaneas.

Vivienda

Según el Censo General de Población y Vivienda 2020 efectuado por el INEGI, el Municipio contaba con 2,880 viviendas particulares habitadas y su promedio de ocupación era de 3.4 habitantes por vivienda.

Tabla 69. Viviendas particulares habitadas con disponibilidad de servicios.

Servicio	2020
Energía eléctrica	2,683
Agua de la red pública en el ámbito de la vivienda	2,769
Drenaje	2,363
Excusado o sanitario	2,734
Lavadora	1,505
Computadora	409

Fuente: INEGI. Banco de información sociodemográfica y económica. Elaboración propia.

Educación

En 2020, los principales grados académicos de la población de Guanaceví fueron Primaria (2.85k personas o 44.9% del total), Secundaria (2.25k personas o 35.4% del total) y Preparatoria o Bachillerato General (866 personas o 13.7% del total).

La tasa de analfabetismo de Guanaceví en 2020 fue 8.66%. Del total de población analfabeta, 54.9% correspondió a hombres y 45.1% a mujeres.

Salud

En Guanaceví, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (2.99k), IMSS (Seguro social) (2.8k) y Consultorio de farmacia (2.47k). En el mismo año, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron Pemex, Defensa o Marina (4.17k) y No Especificado (3.09k).

En 2020, las principales discapacidades presentes en la población de Guanaceví fueron discapacidad visual (376 personas), discapacidad física (332 personas) y discapacidad auditiva (191 personas).

b) Factores socioculturales.

Se utiliza el término sociocultural para hacer referencia a cualquier proceso o fenómeno relacionado con los aspectos sociales y culturales de una comunidad o sociedad. De tal modo, un elemento sociocultural tendrá que ver exclusivamente con las realizaciones humanas que puedan servir tanto para organizar la vida comunitaria como para darle significado a la misma.

Para el análisis del sistema cultural del presente proyecto se consideró lo siguiente:

1. El uso que se da a los recursos naturales del área de influencia del proyecto.
   Como ya se presentó y analizó en apartados anteriores, en su conjunto, de acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI Serie VII escala 1:250 000, el

Sistema Ambiental presenta 7 tipos de vegetación en la que se destaca un bosque de pino en un 36% de su superficie, le sigue el bosque de pino-encino en un 21%, mientras que la vegetación secundaria de bosque de pino está en un tercer lugar con 18.3% y en menor porcentaje los otros tipos de vegetación.

La vegetación característica que se identificó en todos los sitios de muestreo fue bosque de pino con vegetación arbustiva secundaria y en otros puntos un matorral de junípero en asociación con uña de gato. Es importante destacar que la presencia de uña de gato o espino (*Mimosa aculeaticarpa*) es síntoma de perturbación en los ecosistemas forestales. Además, existe actividad pecuaria y minera en la zona, lo que ha dejado en varias partes la roca desnuda con poco suelo fértil.

Se debe destacar que históricamente el Estado nació con la minería, que actualmente sigue siendo un factor importante para el aumento en la actividad minera. Guanaceví cuenta con minas importantes como El Carmen, Guanaceví y San Julián, con yacimientos tipo vetas y stockworks, teniendo minerales de oro, plata, plomo, cobre y zinc (Servicio Geológico Mexicano, 2021).

Esto permite concluir que la producción minera en el Estado ha sido relevante en cuanto a minerales metálicos, al contar con yacimientos minerales muy importantes que se encuentran a la fecha aún en explotación.

2. Nivel de aceptación del proyecto.
   Debido al tipo de actividad que se desarrollará en la zona, que es común en el Municipio de Guanaceví, el proyecto es aceptado, ya que es normal para la población, además de que habrá generación de empleos directos e indirectos en un lugar cercano a la cabecera municipal.

3. Valor que se da a los sitios ubicados dentro del terreno donde se ubicará el proyecto.
   El valor otorgado al área del proyecto es solamente el que obtienen al utilizarlo como agostadero, o bien para actividad minera, ya que ha sido utilizado con este fin con anterioridad.

4. Patrimonio histórico.
   El Municipio de Guanaceví cuenta, entre sus principales intereses históricos y turísiticos, con pinturas rupestres (El Zape, Los Berros, Coscomate, San Miguel y Las Figuras), observatorio precortesiano (El Zape y San Pedro), manantiales de aguas termales (El Zape y J.Ma. Morelos), y específicamente en la cabecera municipal de Guanaceví se tienen iglesias del siglo XVIII, así como troneras que se usaban en Haciendas para beneficios de minerales.
   Es importante mencionar que este patrimonio no se verá afectado por el desarrollo del proyecto.

V.2.5. Diagnóstico ambiental.

a) Integración e interpretación del inventario ambiental.

Del análisis de las condiciones físicas y naturales de la región, en donde se establece el área de influencia y el sitio del proyecto, se desprende que se tiene que en las áreas del proyecto se presentan 2 tipos de clima (de acuerdo a la clasificación de Köppen, modificado por Enriqueta García): 1) BS1kw, *clima semiseco templado con lluvias en verano con porcentaje de lluvia invernal de 5 a 10.2 mm*, y 2) Cw(0), *clima templado subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad*. De acuerdo a los datos obtenidos de estación climatológica 10029 (Guanaceví), administrada por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), dependiente de la Comisión Nacional del Agua ubicada dentro del área de estudio, la temperatura máxima promedio de 1922 al 2018 es de 23.4°C, mientras que la mínima promedio en el mismo período es de 6.5 °C. La temperatura promedio anual del poblado es de 15.3 °C, con una oscilación térmica de 12.6 °C entre el més más frío y el más cálido: la media de enero es de 8.5 °C y la de junio es de 21.1 °C. En el área de estudio no se presenta la canícula, la cual es una ola de calor en un período prolongado excesivamente cálido, que puede ser también excesivamente húmedo.

En cuanto a la precipitación pluvial, el área de estudio presenta un claro régimen de lluvias de verano, ya que las máximas precipitaciones ocurren durante los meses de junio a septiembre. La precipitación promedio anual es de 601.21 mm.

Las condiciones ambientales descritas limitan el establecimiento de ciertos tipos de vegetación, permitiendo el desarrollo de especies con mecanismos de adaptación tales que favorezcan el ahorro de agua, ya sea a través de estructuras que limiten la pérdida por evapotranspiración, o a través de un sistema radicular que haga más eficiente la absorción de la humedad del suelo.

Específicamente en las áreas del proyecto, la mayor parte del terreno presenta vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino en un 42% de la superficie y vegetación de bosque de pino-encino en un 41%.

En cuanto a las condiciones geológicas del sitio, éstas indican que se trata de un estrato adecuado para el establecimiento y permanencia del tipo de vegetación reportada. En relación al suelo Regosol, que es el tipo de suelo mayormente presente en las áreas del proyecto, se caracteriza por ser suelos minerales muy débilmente desarrollados, y muchos de ellos se usan para pastoreo extensivo; los regosoles en regiones montañosas son delicados y es mejor dejarlos bajo bosque.

En concordancia a las condiciones físicas y biológicas del sitio, al igual que en los sitios de muestreo del Sistema Ambiental, también en los sitios de muestreo del área del proyecto, la especie predominante en el estrato arbóreo fue el pino piñonero (*Pinus cembroides*). En el estrato arbustivo predomina la presencia del Junípero (*Juniperus coahuilensis*), y no hubo

registro de helechos ni cactáceas en los puntos de muestreo. Es importante destacar la presencia de uña de gato o espino (*Mimosa aculeaticarpa*) en los sitios de las áreas del proyecto en grandes cantidades. Esta planta es síntoma de perturbación en los ecosistemas forestales. En lo que respecta al estrato herbáceo, al estar compuesto de plantas anuales, la mayor parte del año está ausente, por lo que no fue posible cuantificarlo en los muestreos.

La fauna presente en las áreas del proyecto queda representada en su mayoría por aves (gorrión pálido, aura y jilguero dominico) y mamíferos pequeños (conejo serrano, zorra gris, liebre cola negra), de acuerdo a lo observado durante los muestreos.

Durante el muestreo se registró un total de 63 especies en el Sistema Ambiental (282 individuos), mientras que en las áreas del proyecto se encontraron 38 especies (105 individuos), con lo que se puede ver que en las áreas sujetas a CUSTF se registró el 60.3% de especies del Sistema Ambiental.

Entre las especies encontradas, con abundancia común, dentro de las áreas del proyecto se tienen: Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus),* Jilguero dominico (*Spinus psaltria),* Aura (*Cathartes aura).* Solamente se tuvo el registro de una sola especie de reptil que correspondió a la lagartija espinosa chihuahuense (*Sceloporus lemosespinali)*. Los registros de aves en las áreas del proyecto quedaron conformados por 28 especies. De esta riqueza específica, representan el 60.8% de las aves reportadas para el Sistema Ambiental que suman 46 especies. En el análisis de este grupo de vertebrados, el Orden *Passeriformes* fue el mejor representado con 18 especies; el segundo Orden en importancia fue *Accipitriformes* representado por 3 especies, junto con el Orden *Columbiformes*; el tercer orden en importancia fue el Orden *Apodiformes* representado por 2 especies. La mastofauna de las áreas del proyecto quedó conformada por un total de 9 especies que incluye a 2 artiodáctilos, 2 carnívoros, 2 lagomorfos y 2 roedores. Los mamíferos encontrados pertenecen a cuatro órdenes, 7 familias y 9 especies. El Orden *Rodentia* presentó la mayor riqueza con 3 especies, siendo la familia *Muridae* la que registró mayor representatividad con 2 especies.

Es importante considerar que, aún cuando durante el trabajo de campo se encontraron especies (reptiles y aves) dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el Sistema Ambiental, de éstas no se encontró ningún ejemplar en las áreas del proyecto.

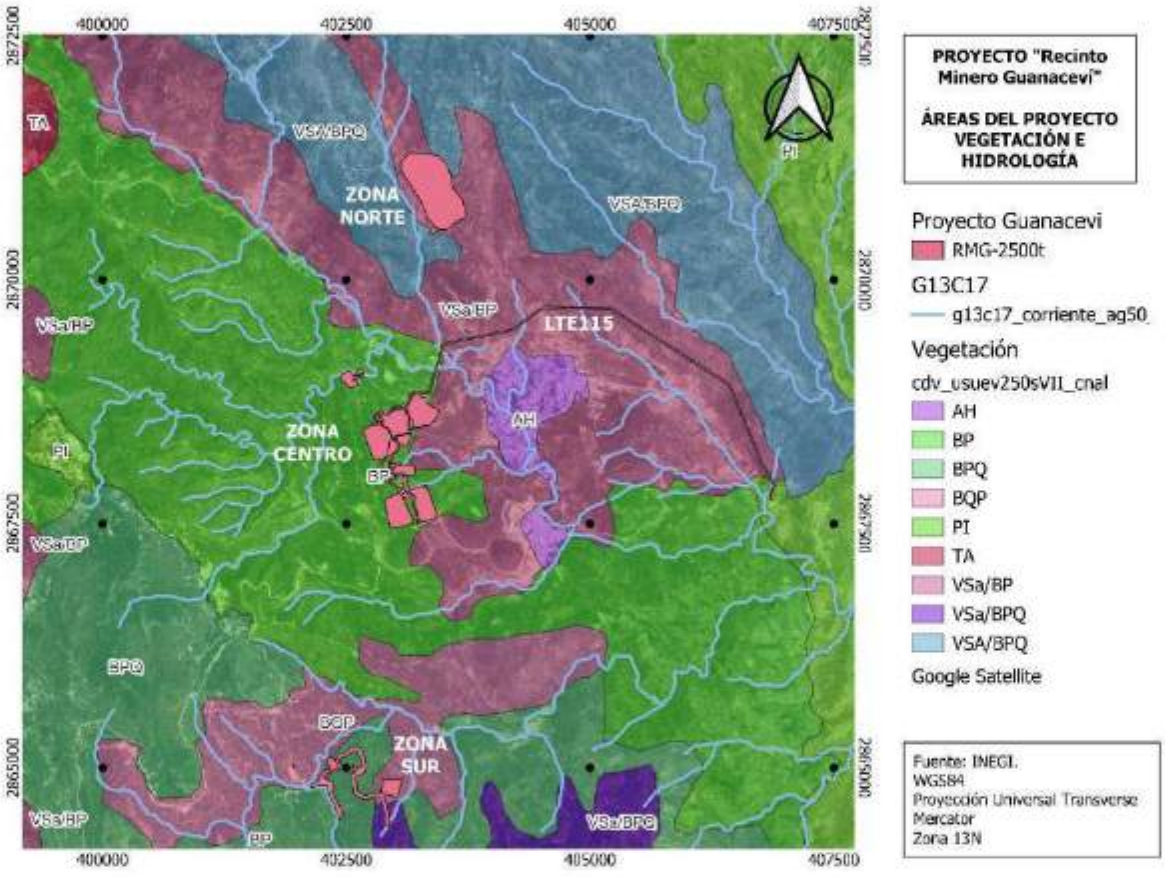
Cabe mencionar que el sitio del proyecto en particular no presenta características que permitan considerarlo como un hábitat único para el desarrollo de actividades básicas (anidación, refugio, guarida, etc.) en el desarrollo de las poblaciones de fauna local.

En cuanto a la hidrología, en las áreas del proyecto el principal afluente es el Arroyo de Guanaceví, el cual es perenne, existiendo otros afluentes de menor importancia que son intermitentes. Estos afluentes no se verán afectados por el desarrollo del proyecto. En esta

zona se presentan dos coeficientes de escurrimiento: del 0 al 5% y del 10 al 20%, siendo éste el que mayor superficie abarca.

En la siguiente Figura se pueden ver características físicas de las áreas del proyecto y sus zonas aledañas, como son: uso de suelo y vegetación e hidrología, mismas que se tomaron como base para realizar el diagnóstico ambiental del proyecto.

Figura 147. Uso de suelo y vegetación e hidrología en las áreas del proyecto y zonas aledañas.



Fuente: INEGI, Elaboración propia.

De acuerdo a las observaciones realizadas durante la visita de campo, se presenta pastoreo de ganado, aunque al momento de llevar a cabo el recorrido no se apreció presencia de animales. Así mismo, en el Municipio ya se presenta la actividad minera, por lo que se considera un pilar económico de la población, con un elevado porcentaje de ocupación laboral.

Además de lo anterior, se tomaron en cuenta los siguientes criterios de valoración para describir el escenario ambiental:

- Normativo: De acuerdo al análisis realizado de los diferentes ordenamientos jurídicos aplicables al proyecto, la actividad planteada en este documento es una actividad lícita y ajustada a derecho, en virtud de que ninguno de los ordenamientos contenidos en la vinculación prohíbe su realización.
- De diversidad: La diversidad de especies se refiere esencialmente al número de diferentes especies presentes en un área determinada (ecosistema, país, región, continente, etc.) y se conoce también como "riqueza de especies". Específicamente para los recursos florísticos a nivel del Sistema Ambiental como a nivel de proyecto, utilizando el índice de Shannon-Wiener, se puede ver que la diversidad de plantas es más baja en el sitio del Área del Proyecto que en el Sistema Ambiental, y en general es baja en ambos sitios, ya que los valores son menores a 2 de acuerdo al índice de Shannon, mientras que el índice de equidad los valores están cercanos a la mitad, lo cual indica que las especies se están repartiendo los recursos de manera equitativa. Por otro lado, el Sistema ambiental presenta valores más bajos del índice de diversidad de Simpson, lo cual indica que la comunidad vegetal es más diversa en el Sistema Ambiental que la comunidad vegetal del Área del Proyecto. Por lo anterior, se concluye que realizar el cambio de uso de suelo en el área propuesta y llevar a cabo el proyecto no compromete la biodiversidad de la flora existente.
- Rareza: Se refiere a la escasez de determinado recurso y está condicionado por el ámbito espacial que tenga en cuenta. En este caso, por las características físicas y biológicas presentes en las áreas del proyecto, no se considera que exista rareza, ya que la vegetación y la fauna presentes en el mismo también se encuentran en otros lugares del Municipio.
- Grado de aislamiento: Dado que el proyecto se encuentra ubicado cerca de la cabecera municipal de Guanaceví y que ya se realiza la actividad minera en la zona, se considera que el grado de aislamiento es bajo.

Así, después del análisis llevado a cabo, se establece que la realización del proyecto generará impacto en diversos ámbitos, como son vegetación, fauna, y suelo, que tendrán diferentes magnitudes. Por lo tanto, las condiciones físicas y ambientales del área de estudio sufrirán efectos negativos, directos e indirectos, temporales o permanentes, reversibles o irreversibles. En cuanto a las condiciones socioeconómicas, se prevé que mejorarán, ya que se crearán fuentes de empleo directas e indirectas durante el tiempo de vida útil del proyecto.

b) Síntesis del inventario ambiental.

Las áreas donde se ubicará el proyecto presentan vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino y bosque de pino, principalmente. El principal tipo de suelo identificado en el sitio corresponde a Regosol esquelético de clase textural media y frudica pedregosa (RGsklep+LPdysk/2R). El suelo Regosol tiene poco desarrollo y por ello no presenta capas muy diferenciadas entre sí. En general es claro o pobre en materia orgánica, se parece bastante a la roca que les da origen. En México constituye el segundo tipo de suelo más

importante por su extensión (19.2%). Muchas veces está asociado con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente es somero, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad.

Las áreas donde se llevará a cabo el proyecto tiene un uso aparente como agostadero o bien ya fueron impactadas con anterioridad por la activida minera, y no poseen rasgos culturales importantes. De acuerdo a los recorridos y muestreos realizados en dichas áreas, se registraron 36 especies de plantas las cuales se agrupan en 4 Clases, 12 Ordenes y 14 familias. En cuanto a los estratos, en el arbóreo se presenta el 5% de las especies, mientras que en el arbustivo el 31% y finalmente, en el herbáceo el 64%. Este último estrato al estar compuesto de plantas anuales, la mayor parte del año está ausente, no obstante, los registros que se muestran son con base en los registros que se tienen de la zona, sin embargo, no fue posible cuantificarlo en los muestreos. Es importante mencionar que no se encontró ninguna especie de planta incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni en el Sistema Ambiental ni en el Área del Proyecto.

La diversidad de plantas es más baja en el sitio del Área del Proyecto que en el Sistema Ambiental, y en general es baja en ambos sitios, ya que los valores son menores a 2 de acuerdo al índice de Shannon, mientras que el índice de equidad los valores están cercanos a la mitad, lo cual indica que las especies se están repartiendo los recursos de manera equitativa, como se aprecia en la siguiente Tabla.

Tabla 70. Comparación de los índices de biodiversidad de Shannon entre las Áreas del Proyecto y el Sistema Ambiental.

Índice	Proyecto	Sistema Ambiental
Shannon H' Log Base 10.	0.521	0.599
Shannon Hmax Log Base 10.	0.778	0.903
Shannon J'	0.67	0.663

Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la siguiente Tabla, el Sistema ambiental presenta valores más bajos del índice de diversidad de Simpson, lo cual indica que la comunidad vegetal es más diversa en el Sistema Ambiental que la comunidad vegetal de las áreas del proyecto.

Tabla 71. Comparación de los índices de biodiversidad de Simpson entre las Áreas del Proyecto y el Sistema Ambiental.

Índice	Proyecto	Sistema Ambiental
Simpsons Diversity (D)	0.361	0.293
Simpsons Diversity (1/D)	2.771	3.41

Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

Con respecto a la fauna silvestre, se calcularon los índices de biodiversidad de Shannon, tanto para el sistema ambiental como para las áreas del proyecto, obteniendo los siguientes resultados:

Comparación de la biodiversidad de herpetofauna entre el Sistema Ambiental y las áreas del proyecto

Índice de Diversidad de Shannon

La diversidad de herpetofauna es más baja en el sitio de las áreas del Proyecto que en el Sistema Ambiental, y en general es baja en ambos sitios, ya que los valores son menores a 2 de acuerdo al índice de Shannon, mientras que en el índice de equidad los valores son cercanos a 1, en el cual todas las especies son igualmente abundantes, como se aprecia en la siguiente Tabla.

Tabla 72. Comparación del índice de diversidad de herpetofauna de Shannon entre el Sistema Ambiental y las áreas del proyecto

Índice	Sistema Ambiental	Área del Proyecto
Shannon H' Log Base 10.	0.728	0.276
Shannon Hmax Log Base 10.	0.778	0.301
Shannon J'	0.936	0.918

Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

Comparación de la diversidad de aves entre el Sistema Ambiental y las áreas del proyecto

Índice de Diversidad de Shannon

La diversidad de aves es más baja en el sitio de las áreas del proyecto que en el Sistema Ambiental, y en general es baja en ambos sitios, ya que los valores son menores a 2 de acuerdo al índice de Shannon, mientras que el índice de equidad los valores son cercanos a 1, en el cual todas las especies son igualmente abundantes, como se aprecia en la siguiente Tabla.

Tabla 73. Comparación del índice de diversidad de aves entre el Sistema Ambiental y las áreas del proyecto.

Índice	Sistema Ambiental	Áreas del proyecto
Shannon H' Log Base 10.	1.549	1.375
Shannon Hmax Log Base 10.	1.653	1.447
Shannon J'	0.937	0.95

Fuente: Visita de campo. Elaboración propia.

Comparación de la diversidad de mamíferos entre el Sistema Ambiental y las áreas del proyecto.

Índice de Diversidad de Shannon

La diversidad de mamíferos es más baja en el sitio de las áreas del proyecto que en el Sistema Ambiental, y en general es baja en ambos sitios, ya que los valores son menores a 2 de acuerdo al índice de Shannon, mientras que el índice de equidad los valores son cercanos a 1, en el cual todas las especies son igualmente abundantes, como se aprecia en la siguiente Tabla.

Tabla 74. Comparación del índice de diversidad de mamíferos entre el Sistema Ambiental y las áreas del proyecto.

Índice	Sistema Ambiental	Áreas del proyecto
Shannon H' Log Base 10.	0.984	0.802
Shannon Hmax Log Base 10.	1.041	0.954
Shannon J'	0.945	0.84

Fuente: Elaboración propia.

Especies de fauna silvestre incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en las Áreas del Proyecto.

De acuerdo a la búsqueda de registros de especies de Fauna Silvestre, tanto históricos como de trabajo de campo para el presente estudio, no se localizó ningún ejemplar de ninguna especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en las áreas del proyecto.

- Herpetofauna: La diversidad de herpetofauna es más baja en el sitio de las áreas del proyecto (0.276) que en el Sistema Ambiental (0.728), y en general es baja en ambos sitios, ya que los valores son menores a 2 de acuerdo al índice de Shannon, mientras que en el índice de equidad los valores son cercanos a 1, en el cual todas las especies son igualmente abundantes.
- Aves: Al igual que en herpetofauna, la diversidad de aves es más baja en el sitio de las áreas del proyecto (1.375) que en el Sistema Ambiental (1.549), y en general es baja en ambos sitios, ya que los valores son menores a 2 de acuerdo al índice de Shannon, mientras que el índice de equidad los valores son cercanos a 1, en el cual todas las especies son igualmente abundantes.
- Mamíferos: De igual manera que en los casos anteriores, la diversidad de mamíferos es más baja en el sitio de las áreas del proyecto (0.802) que en el Sistema Ambiental (0.984), y en general es baja en ambos sitios, ya que los valores son menores a 2 de acuerdo al índice de Shannon, mientras que el índice de equidad los valores son cercanos a 1, en el cual todas las especies son igualmente abundantes.

Por lo mencionado, se considera que el presente proyecto representa un impacto bajo para la fauna silvestre del lugar, por lo que no se compromete la biodiversidad de la fauna

existente. Sin embargo, se implementarán medidas para el rescate y reubicación de la fauna silvestre que se encuentre dentro de las áreas del proyecto, buscando mitigar los impactos ambientales que se presentarán durante la puesta en marcha del proyecto productivo, y teniendo como meta la conservación de la riqueza genética existente en las comunidades, poblaciones o individuos fauna silvestre que se vean afectados por el mismo.

Por otro lado, el sitio del proyecto en particular no presenta características que permitan considerarlo como un hábitat único para el desarrollo de actividades básicas (anidación, refugio, guarida, etc.) en el desarrollo de las poblaciones de fauna local.

En virtud de las dimensiones del proyecto, se considera que existe un solo escenario ambiental, de acuerdo a las condiciones físicas y biológicas presentes en el área de estudio, lo que se ve reflejado en los mapas presentados en los Apartados anteriores.

VI. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales.

VI.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es presentada y asumida como: a) instrumento de política pública, b) procedimiento administrativo, y c) metodología para la ejecución de los estudios de impacto, los que son componente central de las EIA.

La evaluación del impacto ambiental tiene como objetivo prevenir la degradación del medio ambiente por medio de la aportación de información a los encargados de la toma de decisiones sobre las consecuencias que un proyecto pudiera ocasionar al ambiente, pero que por sí mismas no pueden prevenirse. Por ello, la evaluación de los impactos ambientales consiste en la identificación, previsión, interpretación y medición de las consecuencias ambientales de los proyectos, y debe realizarse en el marco de procedimientos adecuados que, en forma concurrente, permitan identificar las acciones y el medio a ser impactado, establecer las posibles alteraciones y valorar las mismas. Esta etapa está encaminada a expresar los impactos en forma cuantitativa y, cuando ello no es posible, cualitativamente.

VI.1.1. Indicadores de impacto.

Impacto ambiental hace referencia al efecto que genera la actividad humana sobre el medio ambiente. Es habitual que se utilice el concepto para nombrar a los efectos colaterales que una determinada explotación económica tiene sobre el medio natural.

Los impactos ambientales se valoran de manera cualitativa, estableciendo una magnitud del impacto global (compatible, moderado, severo, crítico), o de forma cualitativa, a través de indicadores de impacto. La selección de indicadores debe considerar lo siguiente:

- Estado del medio ambiente (suelo, flora, fauna, patrimonio cultural, etc.).
- Interacción entre el medio ambiente y el desarrollo socioeconómico (la población y sus procesos).
- Debe adoptarse un sistema de indicadores abierto adaptado a las posibilidades y necesidades de cada lugar.

Los criterios de selección de indicadores de impacto son:

- Representatividad, en cuanto a su capacidad para determinar el estado de los recursos y calidad del medio.
- Facilidad para detectarlos e identificarlos.
- Sensibilidad para reflejar cambios.
- Factibilidad de seguimiento continuo.
- Operatividad de aplicación y cuantificación.
- Extrapolación a nivel regional.

VI.1.2. Lista indicativa de indicadores de impacto.

De acuerdo a las características del presente proyecto, se estableció analizar el impacto generado por el mismo a través de diferentes factores ambientales, los cuales se enlistan a continuación:

- Agua:
  - Patrones de drenaje.
  - Calidad del agua.
  - Regímenes de infiltración.
- Aire:
  - Gases de combustión.
  - Partículas en suspensión.
  - Ruido.
- Suelo:
  - Erosión.
  - Calidad de suelo.
- Flora:
  - Biodiversidad y su abundancia.
  - Cubierta vegetal.
  - Fragmentación del hábitat.
- Fauna:
  - Barrera de desplazamiento.
  - Biodiversidad y su abundancia.
- Paisaje:
  - Vista paisajística.
- Socioeconomía:
  - Economía local.
  - Ingresos públicos.
  - Empleo.
  - Calidad de vida.

La evaluación del impacto por cada factor ambiental, se presenta en el siguiente Apartado.

VI.1.3. Criterios y metodología de evaluación.

Antes de establecer los criterios y la metodología de evaluación, se procedió a realizar la identificación de impactos durante las etapas del proyecto, tanto de los factores abióticos como de los bióticos.

Factores abióticos

Agua

Este recurso se afecta en el sentido de que al disminuir la población vegetal y al ser eliminado el suelo superficial, se disminuye la cantidad de agua infiltrada y la consecuente recarga de

acuífero. Así mismo, debido a la modificación de la topografía en determinadas zonas, se puede aumentar la escorrentía. Además, se construirán edificios y se ampliarán caminos, lo que, debido a la pavimentación, afectará la infiltración de agua al subsuelo.

En términos químicos, puede existir afectación en el caso de derrame de sustancias como aceites, combustibles, grasas, etc. en lugares cercanos a los afluentes. Así mismo, puede existir la ocurrencia de drenaje ácido en los depósitos de jal, lo que podría ocasionar la contaminación sobre los recursos hídricos.

Aún cuando el proyecto no afecta el curso natural de corrientes en el lugar, se pueden ocasionar azolves en los escurrimientos debido a los movimientos de tierra, a la pérdida de cubierta vegetal y a la generación de polvos fugitivos. Este impacto es negativo, pero mitigable.

Aire

Esta afectación se da debido a la generación de partículas, polvos y humos, resultantes de los trabajos de desmonte y despalme, construcción de instalaciones, ampliación de caminos, y de la combustión interna de los equipos pesados utilizados durante las diferentes etapas del proyecto.

El primer impacto negativo registrado durante las etapas de cambio de uso de suelo, se refiere a la emisión de polvos fugitivos. La erosión conlleva a otros impactos como la emisión de polvo a la atmósfera por efecto del viento. Debido a este fenómeno las partículas permanecer sueltas y ser fácilmente transportadas por los vientos. Al mismo tiempo, la sedimentación de las partículas y polvo ocasiona el azolve de escurrimientos, por lo que pueden presentar la reducción de la capacidad de conducción.

También habrá generación de partículas sólidas por la conformación de terracerías, el acarreo de materiales y el movimiento de maquinaria. Estas emisiones se mantendrán en un nivel bajo mediante riegos para humedecer las terracerías, evitando así el levantamiento de partículas. En este punto debe mencionarse que, por el tamaño de las partículas, éstas se sedimentan finalmente, por lo que no permanecen por tiempo prolongado en el aire. La suspensión de polvos fugitivos producto del despalme, y de la extracción y traslado de materiales, será un impacto de baja magnitud porque pueden mitigarse, y de baja importancia porque se limitan espacialmente a la zona donde se llevará a cabo el proyecto, ya que en los alrededores no se realizan actividades incompatibles.

Así mismo habrá emisiones que estarán conformadas por gases de combustión por la operación de la maquinaria pesada durante el periodo de trabajo de la obra, así como por los vehículos de trabajadores. Dichas emisiones estarán sujetas bajo los límites permisibles indicados en la normatividad correspondiente, mediante el mantenimiento preventivo a toda la maquinaria, y dejarán de ser emitidas una vez que el proyecto llegue al final de su vida útil.

Se considera la generación del ruido, tanto por la operación de la maquinaria involucrada en el transporte, como por las voladuras (éstas también generarán vibraciones). Este factor afecta más bien a los trabajadores, aunque sí es importante considerar la ubicación de la población más cercana, la cabecera municipal de Guanaceví. En relación a los vehículos que se utilizarán, contarán con mantenimiento continuo, por lo que el ruido que producirán será mínimo.

Suelo

El impacto es ocasionado principalmente por el desmonte y despalme de la cubierta vegetal, trayendo consigo erosión del suelo y pérdida de las características físico-químicas y microbiológicas del mismo.

Con la realización del proyecto existirá la modificación topográfica del lugar. En consecuencia, se generarán condiciones ambientales diferentes, por ejemplo, cambio en la radiación solar recibida, los patrones de temperatura y evaporación, se modifica la dirección del escurrimiento y el movimiento de los sedimentos de la superficie, lo cual representa un incremento en la sedimentación y azolve de los sistemas de drenaje, así como emisión de polvo. Con los cambios en la topografía natural aparece la erosión hídrica y eólica, también influye la frecuencia e intensidad de la lluvia y el viento, con su dirección e intensidad.

La compactación, el declive de la actividad microbiana, la pérdida de las propiedades químicas y del banco de semillas, dificultarán la recuperación de vegetación ocurrente previo al desmonte. Las nuevas condiciones ambientales sólo permitirán que las especies con características adecuadas para enfrentar las condiciones adversas se establezcan. El resultado será una vegetación distinta a la establecida antes del desmonte. Los cambios en la composición de las especies no sólo obedecen a lo anterior, también influyen de manera importante las topoformas del área. La forma y orientación de los taludes determinan las condiciones ambientales diferenciales (temperatura y humedad) a las que responde la vegetación; aún cuando el suelo se preserve, el arribo de las semillas viables provenientes de otros lugares, modifica la composición de la vegetación.

Cabe mencionar que el aspecto de la compactación no es del todo debido a las acciones permanentes, ya que, al haber estrictamente roca en los niveles inferiores del suelo, obviamente se trata de características compactas del mismo y sólo podrá restituirse al final de la etapa de del proyecto cuando se recupere la cubierta de tierra, que disminuye el nivel de compactación, tal como se encuentra actualmente.

También puede existir un impacto desfavorable de la generación de basura de tipo doméstico, o bien por contaminación debido a algún derrame de combustibles por desperfecto de maquinaria. Así mismo, se tendrán sustancias químicas, residuos peligrosos y reactivos, tanto de los procesos industriales, de la planta de recuperación, en las áreas de fundición y refinación, como también del laboratorio, talleres de mantenimiento y en el

almacén de residuos peligrosos. También existe la posibilidad de contaminación del suelo causada por drenaje ácido, aunque es importante considerar que, de acuerdo a los resultados del análisis de peligrosidad de los jales de Guanaceví obtenidos en pruebas de laboratorio, se determina que los jales no son peligrosos por extracto PECT ni por potencial de generador de drenaje ácido.

Este factor ambiental es el más afectado, porque se puede perder casi completamente. Es por eso que se consideran impactos de alta magnitud, pero de baja importancia por delimitarse al área del proyecto. Estos impactos son negativos e irreversibles a mediano plazo.

Por otro lado, durante la etapa de cierre de la mina, aunque se tiene considerado llevar a cabo la reforestación en diferentes áreas, puede haber zonas en las que el suelo se quede sin cubierta vegetal y presentando una superficie plana nivelada en algunos puntos de la profundidad en abundancia del material, dando como resultado el suelo erosionado.

Paisaje

El paisaje se verá modificado debido a la pérdida de topoformas y eliminación de cubierta vegetal, así como por la ampliación del área de producción y de caminos, y por las tepetateras y los depósitos de jal. Este impacto se considera mínimo toda vez que las condiciones actuales de la zona presentan impactos causados por la misma actividad minera de la zona.

Socioeconomía

Las actividades para el desarrollo del proyecto traen consigo la generación de ruido por parte de la maquinaria pesada y camiones, así como la emisión de polvo, dada la ubicación del proyecto con respecto a la población más cercana que es la cabecera municipal de Guanaceví, aunque este aspecto no tiene un impacto considerable; por otro lado, la afectación al paisaje, el cual será drásticamente modificado, no tiene gran importancia debido a que no hay interés especial en este punto.

Además, el establecimiento de este proyecto implica la generación de empleos nuevos, así como la consolidación de otros más, lo cual trae consigo un beneficio económico tanto para los empleados como para la empresa. El establecimiento de este tipo de proyectos no afecta las actividades en los predios colindantes por lo que no hay una modificación de usos y costumbres habituales.

Los estudios de geología, ingeniería, técnico-ambientales generan para el erario público ingresos por impuestos y permisos varios, estos son de mediana magnitud y de carácter regional. Las exploraciones para obtener el material generan empleo para técnicos y especialistas en geología, ingeniería e impacto ambiental. Este impacto es temporal, permite mejorar los ingresos de técnicos y trabajadores los cuales repercuten en una mayor estabilidad y seguridad social y familiar. Este impacto es positivo de baja a mediana magnitud

pero de alcance local a semiregional. Se puede decir que los mayores impactos se presentan durante la primera parte, ya que se realizan las operaciones que transforman el paisaje. La última parte magnifica y prolonga los impactos ya producidos.

El impacto sobre el entorno social y económico se da prioritariamente sobre la demanda de mano de obra, creando oportunidades de empleo, así como la generación de recursos públicos por el concepto de pago de derechos. Por otro lado, el desarrollo de este proyecto es generador de materias primas para diversos sectores económicos, lo cual aporta al desarrollo del Estado.

Factores bióticos

La primera operación necesaria para acceder a la mena es el descapote, el cual inicia con el desmonte y el despalme, es decir, con la eliminación de las capas más externas, la vegetación y el suelo. La eliminación de la vegetación implica la pérdida de las áreas de alimentación, anidación y refugio de la fauna, lo que origina el desplazamiento de los animales hacia otras áreas donde puedan satisfacer sus necesidades. Por la condición de las especies vegetales encontradas en el sitio, se considera que el proyecto no afecta a la biodiversidad. Este impacto es negativo y de alta magnitud, aunque de mediana importancia por las características de la vegetación y la cantidad de biomasa que se detectaron en la zona del proyecto.

Flora

El impacto sobre la flora silvestre es en cuanto a la remoción y despalme de las especies presentes, por lo que, para determinar el impacto sobre este componente se debe considerar el nivel de deterioro de la zona. Además, debe mencionarse que al perderse la población vegetal de la zona, se produce un efecto acumulativo sobre la pérdida de las funciones realizadas por esta componente, tal como fijación de carbono en forma de CO_2, regulación de temperatura, etc.

Cabe mencionar que, al realizar los muestreos de la vegetación, no se encontraron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Fauna

El impacto sobre la fauna es relativo, ya que, aunque en la zona se han reportado especies endémicas y/o amenazadas, dadas las condiciones actuales de deterioro en el aspecto vegetal y la uniformidad de condiciones en los alrededores, el área del predio ya ha sido afectada, por lo que el impacto de la ubicación del proyecto no incrementará en gran medida dicha afectación. Sin embargo, para disminuir el impacto en la medida de lo posible, se implementarán medidas para el rescate y reubicación de la fauna silvestre que se encuentre en el sitio donde se llevará a cabo el proyecto.

Debido a la introducción de maquinaria pesada y la generación de ruido durante las diferentes etapas del proyecto, así como la eliminación de la flora, estarán formando parches

que funcionarán como barreras de desplazamiento. Además, con el retiro de la vegetación se eliminará la disponibilidad de alimento para las especies herbívoras que circulen por el sitio.

Aún cuando, en el Sistema Ambiental se encuentran especes incluidas en la NOM-59-SEMARNAT-2010, en el área del proyecto no se registró ningún ejemplar al momento de hacer los muestreos.

Microsuelo

La total remoción de suelo se reflejará en la pérdida total de las poblaciones de bacterias, hongos y nematodos en el microsuelo; sin embargo, al ser reforestada la zona, el sistema podrá restituirse gradualmente, una vez que no haya actividades mineras en el sitio del proyecto.

En la siguiente Tabla se muestra la matriz de evaluación de los impactos ambientales de acuerdo a las actividades que se llevarán a cabo en el proyecto en las diferentes etapas del mismo.

Tabla 75. Matriz de evaluación de impactos ambientales.

		Preparación							Construcción						Operación y Mantenimiento										Abandono						
		Delimitación de áreas sujetas a CUSTF	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	Rescate y reubicación de flora	Conformación inicial de almacenes de suelo orgánico	Desmonte y despalme	Construcción de obras de conservación de suelo y agua	Preparación depósitos de jal y tepetatera iniciales	Rehabilitación y ampliación de zonas y caminos	Establecimiento de infraestructura	Movimiento de maquinaria y equipo	Carga, transporte y manejo de materiales	Almacenamiento y uso de combustibles	Manejo y disposición de residuos	Minado del cuerpo mineralizado	Acarreo de material	Manejo de material estéril de mina (tepetatera)	Operación de planta de beneficio	Recirculación de agua en el proceso	Disposición de jales	Manejo y disposición de residuos	Almacenamiento de combustibles	Manejo de aguas residuales	Mantenimiento de instalaciones y equipo	Monitoreo y supervisión ambiental	Desmantelamiento, demolición y retiro de instalaciones	Manejo y disposición de residuos	Reposición de suelo vegetal	Estabilización física de taludes de obras mineras	Reforestación de obras mineras	Restitución del sitio	Monitoreo ambiental post - cierre
Recurso	Factor	Calificación (Positivo/Negativo)																													
AGUA	Dinámica de los escurrimientos					N	P	N	N							N	N			N						N			P	P	P	
	Calidad del agua						P						N	P				N	P		P	N	P	P	P	N	P					P
	Regímenes de infiltración					N	P	N												N								P	P	P	P	

		Preparación							Construcción						Operación y Mantenimiento									Abandono						
		Delimitación de áreas sujetas a CUSTF	Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna	Rescate y reubicación de flora	Conformación inicial de almacenes de suelo orgánico	Desmonte y despalme	Construcción de obras de conservación de suelo y agua	Preparación depósitos de jal y tepetatera iniciales	Rehabilitación y ampliación de zonas y caminos	Establecimiento de infraestructura	Movimiento de maquinaria y equipo	Carga, transporte y manejo de materiales	Almacenamiento y uso de combustibles	Manejo y disposición de residuos	Minado del cuerpo mineralizado	Acarreo de material	Manejo de material estéril de mina (tepetatera)	Operación de planta de beneficio	Recirculación de agua en el proceso	Disposición de jales	Manejo y disposición de residuos	Almacenamiento de combustibles	Manejo de aguas residuales	Mantenimiento de instalaciones y equipo	Monitoreo y supervisión ambiental	Desmantelamiento, demolición y retiro de instalaciones	Manejo y disposición de residuos	Reposición de suelo vegetal	Estabilización física de taludes de obras mineras	Reforestación de obras mineras	Restitución del sitio	Monitoreo ambiental post - cierre
AIRE	Gases de combustión					N			N		N	N			N	N		N				N		P	P	N	P		N			
	Partículas en suspensión					N			N		N	N			N	N										N		P	N			
	Ruido					N			N	N	N	N			N	N		N						P	P	N			N			
SUELO	Erosión				P	N	P	N				N																P		P	P	
	Calidad de suelo									N	N	N	N	P	N	N		N			P	N	P	P	P	N	P					P
FLORA	Biodiversidad y su abundancia			P		N																			P			P		P	P	P
	Cubierta vegetal			P	P	N																			P			P		P	P	
	Fragmentación del hábitat	N				N																			N			P		P	P	
FAUNA	Barrera de desplazamiento	N				N		N	N	N	N														N			P		P	P	
	Biodiversidad y su abundancia		P			N			N															P						P	P	P
PAISAJE	Vista paisajística	N				N		N		N							N			N					N	P	P			P	P	
SOCIOECONOMÍA	Economía local	P				P		P		P	P							P			P					P	P					
	Ingresos públicos									P				P							P						P					
	Empleo	P				P		P		P	P				P			P					P			P						P
	Calidad de vida	P												P							P		P		P		P	P		P	P	P

De la Tabla anterior se obtiene que hay 170 interacciones entre los factores ambientales identificados y las actividades a ser realizadas durante el proyecto. De ellas, 95 se consideran positivas (56%) y 75 negativas (44%). Así mismo, se tiene que la actividad que genera mayor impacto ambiental es el desmonte y despalme, y los factores con más interacciones son calidad del agua, gases de combustión y calidad del suelo.

Criterios y Metodología de Evaluación

La manifestación del efecto de las actividades humanas sobre el ambiente debe ser caracterizada a través de la importancia del impacto. Por ello y tomando en cuenta los impactos ambientales identificados, para este proyecto, se seleccionó la metodología de Conesa Fernández Vítora (1997), quien establece que la importancia del impacto se mide "en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cualitativo tales como extensión, tipo de efecto plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad". Estos atributos se explican a continuación:

1. **Carácter del impacto o Naturaleza.** Los impactos pueden ser beneficiosos o perjudiciales. Los primeros son caracterizados por el signo positivo, los segundos se expresan como negativos.

2. **Magnitud/Intensidad.** Representa la incidencia de la acción causal sobre el factor impactado en el área en la que se produce el efecto. Para ponderar la magnitud, se considera:
   - Baja: 1
   - Media baja: 2
   - Media alta: 3
   - Alta: 4
   - Muy alta: 8
   - Total: 12

3. **Extensión.** A veces la incidencia del impacto está circunscrita; en otros casos se extiende disminuyendo sus efectos (contaminación atmosférica e hídrica) hasta que los mismos no son medibles. En algunos casos sus efectos pueden manifestarse más allá de las áreas del proyecto y de la zona de localización del mismo. Por caso, los efectos secundarios sobre la atmósfera (CO_2 y su incidencia en el efecto invernadero) y los efectos de degradación de humedales o de contaminación de cultivos (disminución de áreas reproductivas o de alimentación de aves migratorias y la mortandad directa de las aves, y sus efectos en sistemas ecológicos de otros países).

El impacto puede ser localizado (puntual) o extenderse en todo el entorno del proyecto o actividad (se lo considera total). La extensión se valora de la siguiente manera:

- Impacto puntual: 1
- Impacto parcial: 2
- Impacto extenso: 4
- Impacto total: 8

Existen otras consideraciones que deben efectuarse en el momento de valorar la extensión. En efecto, debe considerarse que la extensión se refiere a la zona de influencia de los efectos. Si el lugar del impacto puede ser considerado un "lugar crítico" (alteración del paisaje en zona valorada por su valor escénico, o vertido aguas arriba de una toma de agua), al valor obtenido se le adicionan cuatro (4) unidades. Si en el caso de un impacto "crítico" no se puede realizar medidas correctoras, se deberá cambiar la ubicación de la actividad que, en el marco del proyecto, da lugar al efecto considerado.

4. **Sinergia.** Se refiere a que el efecto global de dos o más efectos simples es mayor a la suma de ellos, es decir a cuando los efectos actúan en forma independiente. Se le otorga los siguientes valores:
   - Si la acción no es sinérgica sobre un factor: 1
   - Si presenta un sinergismo moderado: 2
   - Si es altamente sinérgico: 4

   Si en lugar de "sinergismo" se produce "debilitamiento", el valor considerado se presenta como negativo.

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 (caso de vertidos de contaminantes) o irreversible (caso de afectar el valor escénico en zonas de importancia turística o urbanas a través de la alteración de geoformas o por la tala de un bosque). En otros casos los efectos pueden ser temporales. Los impactos se valoran de la siguiente manera:
   - Fugaz: 1
   - Temporal (entre 1 y 10 años): 2
   - Permanente (duración mayor a 10 años): 4

6. **Efecto.** El impacto de una acción sobre el medio puede ser "directo", que impacta en forma directa, o "indirecto", que se produce como consecuencia del efecto primario

el que, por tanto, devendría en causal de segundo orden. A los efectos de la ponderación del valor se considera:

- Efecto secundario: 1
- Efecto directo: 4

7. **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. Por ejemplo, en el caso de los procesos de eutrofización de los cuerpos de agua, es posible disponer de modelos.

   La predicción del momento de aparición del impacto, será mejor cuanto menor sea el plazo de aparición del efecto. Además, la predicción es importante en razón de las medidas de corrección de los impactos que deban realizarse. El momento se valora de la siguiente manera:

   - Inmediato: 4
   - Corto plazo (menos de un año): 4
   - Mediano plazo (1 a 5 años): 2
   - Largo plazo (más de 5 años): 1

   Si el momento de aparición del impacto fuera crítico se debe adicionar cuatro (4) unidades a las correspondientes.

8. **Acumulación.** Se refiere al aumento del efecto cuando persiste la causa (efecto de las substancias tóxicas). La asignación de valores se efectúa considerando:

   - No existen efectos acumulativos: 1
   - Existen efectos acumulativos: 4

9. **Recuperabilidad.** Mide la posibilidad de recuperar (total o parcialmente) las condiciones de calidad ambiental iniciales como consecuencia de la aplicación de medidas correctoras. La Recuperabilidad se valora de la siguiente manera:

   - Si la recuperación puede ser total e inmediata: 1
   - Si la recuperación puede ser total a mediano plazo: 2
   - Si la recuperación puede ser parcial (mitigación): 4
   - Si es irrecuperable: 8

10. **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 transcurrido el tiempo de permanencia, el factor retornará a la condición inicial. Se asignan, a la Reversibilidad, los siguientes valores:

    - Corto plazo (menos de un año): 1

- Mediano plazo (1 a 5 años): 2
- Irreversible (más de 10 años): 4

11. **Periodicidad.** Este atributo hace referencia al ritmo de aparición del impacto. Se le asigna los siguientes valores:
    - Si los efectos son continuos: 4
    - Si los efectos son periódicos: 2
    - Si son discontinuos: 1

12. **Importancia del Impacto.** Conesa Fernández Vítora expresa la "importancia del impacto" a través de: I = ± (3*Intensidad + 2*Extensión + Sinergismo + Persistencia + Efecto + Momento + Acumulación + Recuperabilidad + Reversibilidad + Periodicidad). Los valores de Importancia del Impacto varían entre 13 y 100, y se les clasifica como:
    - Irrelevantes o compatibles (CO): Impacto de poca relevancia. En el caso de impactos compatibles adversos, habrá recuperación inmediata de las condiciones originales tras el cese de la actuación. No se precisan medidas correctoras, (I < 25).
    - Moderados (MO): La recuperación de las condiciones originales requiere cierto tiempo y es aconsejable la aplicación de medidas correctoras, (25 ≤ I ≤ 50).
    - Severos (SE): a magnitud del impacto exige la aplicación de medidas correctoras que minimicen o anulen su efecto. La recuperación, aún con estas prácticas, exige un período dilatado, (50 < I ≤ 75).
    - Críticos (CR): La magnitud del impacto supera el umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación de las mismas. Es poco factible la aplicación de medidas correctoras, y en su caso, son poco efectivas, (I > 75).

Con base en la metodología mencionada, en la siguiente Tabla se muestra la cuantificación de impactos derivados del proyecto.

Tabla 76. Cuantificación de impactos derivados del proyecto.

RECURSO	FACTOR	IMPACTO	CI: Carácter del impacto	I: Intensidad	EX: extensión	SI: Sinergia	PE: Persistencia	EF: Efecto	MO: Momento del Impacto	AC: Acumulación	RC: Recuperabilidad	RV: Reversibilidad	PR: Periodicidad	IM: Importancia del Impacto	CLASI: Clasificación del Impacto
AGUA	Dinámica de los escurrimientos	Con la ausencia de suelo y vegetación, las corrientes pluviales correrán más rápidamente sobre la	-	2	1	1	4	4	4	1	4	4	4	**-34**	**MO**

RECURSO	FACTOR	IMPACTO	CI: Carácter del impacto	I: intensidad	EX: extensión	SI: Sinergia	PE: Persistencia	EF: Efecto	MO: Momento del Impacto	AC: Acumulación	RC: Recuperabilidad	RV: Reversibilidad	PR: Periodicidad	IM: Importancia del Impacto	CLASI: Clasificación del Impacto
		pendiente, lo que puede propiciar el arrastre de una mayor cantidad de sólidos.													
	Calidad del agua	La calidad del agua se verá afectada debido al incremento de partículas sueltas procedentes de la labor de desmonte y despalme, lo que propiciará que durante la época de lluvias, estas partículas sean arrastradas, incrementando su concentración en la corriente.	-	2	2	1	4	1	2	1	4	2	4	-29	MO
	Regímenes de infiltración	Con la eliminación del suelo se perderá la cubierta que hace la función de retención temporal y absorción de agua, lo que hará que disminuya la cantidad de agua que se infiltre.	-	2	1	1	4	4	4	1	4	4	4	-34	MO
AIRE	Gases de combustión	Las labores de desmonte y despalme y el proceso de producción requieren de la operación de maquinaria pesada dentro del área del proyecto, por lo que se tendrán emisiones a la atmósfera.	-	1	2	1	4	4	4	4	2	1	2	-29	MO
	Partículas en suspensión	Una vez que la vegetación haya sido retirada y el suelo removido, se tendrán partículas que podrán ser levantadas por acción del viento e incrementará éstas en el aire de manera temporal, mientras que por su	-	2	1	1	2	4	4	1	2	1	2	-25	MO

RECURSO	FACTOR	IMPACTO	CI: Carácter del impacto	I: intensidad	EX: extensión	SI: Sinergia	PE: Persistencia	EF: Efecto	MO: Momento del Impacto	AC: Acumulación	RC: Recuperabilidad	RV: Reversibilidad	PR: Periodicidad	IM: Importancia del Impacto	CLASI: Clasificación del impacto
		propio peso caerán nuevamente en el sitio y sus alrededores inmediatos.													
	Ruido	La introducción de maquinaria pesada y el funcionamiento de la planta generarán niveles de ruido que no ocurren en las condiciones actuales.	-	2	1	1	4	4	4	1	1	1	2	-26	**MO**
SUELO	Erosión	La superficie del proyecto será susceptible a la erosión, tanto por la acción del viento, como del agua.	-	3	1	1	4	4	4	1	4	2	4	-35	**MO**
		Con la eliminación del suelo se perderán las propiedades físicas, químicas y microbiológicas de éste. Es decir, condiciones como pH, reserva de semillas, contenidos nutricionales y poblaciones microbiológicas desaparecerán del sitio.	-	2	1	1	4	4	4	1	4	2	4	-32	**MO**
	Calidad del suelo	Con la operación de maquinaria y equipos y la presencia del personal, puede existir un impacto desfavorable de la generación de basura de tipo doméstico, o bien por contaminación debido a algún derrame de combustibles por desperfecto de maquinaria, o por drenaje ácido de los depósitos de jales.	-	2	1	1	4	1	4	1	2	2	2	-25	**MO**

RECURSO	FACTOR	IMPACTO	CI: Carácter del impacto	I: intensidad	EX: extensión	SI: Sinergia	PE: Persistencia	EF: Efecto	MO: Momento del Impacto	AC: Acumulación	RC: Recuperabilidad	RV: Reversibilidad	PR: Periodicidad	IM: Importancia del Impacto	CLASI: Clasificación del Impacto
FLORA	Biodiversidad y su abundancia	El impacto sobre la flora silvestre se da debido a la remoción y despalme de las especies presentes en el área del proyecto.	-	3	1	1	4	4	4	1	4	2	4	-35	MO
	Cubierta vegetal	La población vegetal se perderá en su mayor parte, ya que sólo algunas de las especies encontradas serán transplantadas. Con esto se perderá la capacidad de procesar el bióxido de carbono, de absorber la radiación solar, de modulación de humedad y de alimentación.	-	3	1	1	4	4	4	1	4	2	4	-35	MO
	Fragmentación del hábitat	Con el establecimiento de la zona desprovista de vegetación se fragmentará el hábitat, pues se interrumpirán los flujos energéticos del medio ambiente.	-	3	1	1	4	1	4	1	4	2	4	-32	MO
FAUNA	Barrera de desplazamiento	La introducción de maquinaria pesada y la generación de ruido, así como la eliminación de la flora, estarán formando parches que funcionarán como barreras de desplazamiento.	-	3	1	1	4	4	4	1	4	2	4	-35	MO
	Biodiversidad y su abundancia	Se afectarán nidos y madrigueras, ubicados en árboles y matorrales dentro del área del proyecto.	-	3	1	1	4	4	4	1	4	2	4	-35	MO
		Con el retiro de la vegetación se eliminará la disponibilidad de alimento para las especies herbívoras que circulen por el sitio.	-	2	1	1	4	1	4	1	4	2	4	-29	MO

RECURSO	FACTOR	IMPACTO	CI: Carácter del impacto	I: intensidad	EX: extensión	SI: Sinergia	PE: Persistencia	EF: Efecto	MO: Momento del Impacto	AC: Acumulación	RC: Recuperabilidad	RV: Reversibilidad	PR: Periodicidad	IM: Importancia del Impacto	CLASI: Clasificación del Impacto
		Con el retiro del suelo se eliminarán las poblaciones de hongos, bacterias y nematodos que conforman un sistema microbiológico que favorece el desarrollo radicular de las especies vegetales.	-	2	1	1	4	4	4	1	4	2	4	-32	MO
PAISAJE	Vista paisajística	Con la eliminación de la vegetación se modificará el paisaje actual, mostrándose un suelo desnudo dentro del área del proyecto. De igual manera, la rehabilitación y ampliación de la planta de beneficio, y el establecimiento de tepetateras y depósitos de jal, ocasionará afectación al paisaje.	-	3	1	1	4	4	4	1	4	2	4	-35	MO
SOCIO-ECONOMÍA	Economía local	La contribución al desarrollo de la industria de la construcción traerá consigo el desarrollo de casas de materiales, constructoras, bienes raíces, etc.	+	2	2	1	4	1	2	1	4	2	4	-29	MO
	Ingresos públicos	El desarrollo del proyecto representa la generación de ingresos públicos por conceptos de pagos de derechos, tanto a nivel federal, como estatal.	+	2	2	1	4	4	4	1	4	2	4	-34	MO
	Empleo	La operación del banco requerirá de operarios de nuevo ingreso, lo que contribuirá con el desarrollo económico del Municipio.	+	2	2	1	4	4	4	1	4	2	4	-34	MO

RECURSO	FACTOR	IMPACTO	CI: Carácter del impacto	I: intensidad	EX: extensión	SI: Sinergia	PE: Persistencia	EF: Efecto	MO: Momento del Impacto	AC: Acumulación	RC: Recuperabilidad	RV: Reversibilidad	PR: Periodicidad	IM: Importancia del Impacto	CLASI: Clasificación del Impacto
	Calidad de vida	El incentivo a la economía local generará una mejoría en la calidad de vida de los pobladores del Municipio y del Estado.	+	2	2	1	4	1	2	1	4	2	4	-29	**MO**

Fuente: Conesa Fernández Vitora (1997), Elaboración propia.

En la Tabla anterior se muestran los resultados obtenidos al aplicar la metodología de Conesa Fernández Vitora (1997). Como se puede ver, todos los impactos ambientales resultaron Moderados, no existiendo Críticos ni Severos, por lo que la recuperación de las condiciones originales requiere cierto tiempo y es aconsejable la aplicación de medidas correctoras. Además, 4 de los Impactos Moderados resultaron positivos, por lo que ellos no requieren de medida de prevención o mitigación.

VII. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales.

VII.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.

De acuerdo a la identificación y evaluación de los impactos ambientales que se generarán en cada una de las etapas del proyecto, se proponen las medidas de prevención y mitigación para evitar, mitigar o compensar los efectos adversos, lo cual se muestra en la Tabla que sigue.

Tabla 77. Medidas de prevención y mitigación.

FACTOR	IMPACTO	NO.	TIPO DE MEDIDA	MEDIDA	PERIODICIDAD
AGUA	Dinámica de los escurrimientos	M1	Mitigación	Instalar tuberías de decantación en las áreas de reforestación para conducir el agua fuera de las superficies de los depósitos de jal y tepetateras, para su posterior descarga al entorno del arroyo local, de manera que sean inflitrada en áreas aledañas.	Cada vez que se requiera
		M2	Prevención	Colocar la vegetación removida en sitios donde no se reduzca el drenaje natural. Esta vegetación deberá ser utilizada para el control de la erosión, para proveer de materia orgánica durante las tareas de replantación	Cada vez que se requiera
		M3	Mitigación	Colocar el suelo fértil en la zona designada como almacen de material orgánico, de forma tal que se evite su arrastre y el subsecuente azolve del arroyo o zonas de escurrimiento.	Cada vez que se requiera
		M4	Restauración	Utilizar la capa fértil en la etapa de recuperación según se vaya haciendo la reforestación en diferentes áreas del proyecto.	Al realizar la reforestación en las áreas asignadas
		M5	Prevención	Respetar las zonas de amortiguamiento de los escurrimientos presentes en el área del proyecto, principalmente del Arroyo de Guanacevi.	Permanente durante la vida útil del proyecto
		M6	Prevención	Prohibir dejar tirado cualquier tipo de residuo, tanto dentro del predio como en sus alrededores.	Permanente durante la vida útil del proyecto
	Calidad del agua	M7	Prevención	Realizar la supervisión de fugas en los vehículos de transporte y maquinaria establecida dentro del sitio, para evitar goteos de los equipos. El mantenimiento de maquinaria y equipo se llevará a cabo el almacén construido para dicho fin.	Permanente durante la vida útil del proyecto

FACTOR	IMPACTO	NO.	TIPO DE MEDIDA	MEDIDA	PERIODICIDAD
		M8	Mitigación	En caso de desperfecto de la maquinaria en campo, y de requerirse intervención mecánica, colocar bajo la maquinaria una cubierta impermeable, para retener todo derrame accidental de aceite, diesel o grasa.	Cada vez que se requiera
		M9	Prevención	Utilizar los sanitarios existentes, y si fuera necesario, instalar sanitarios portátiles, contando con mantenimiento constante para evitar derrames y malos olores. La empresa contratada para proporcionar la limpieza y mantenimiento de los sanitarios portátiles contará con los permisos correspondientes y se hará cargo del tratamiento y disposición final de los residuos sanitarios generados.	Permanente durante la vida útil del proyecto
		M10	Prevención	Prohibir el uso de fuego, herbicidas y agroquímicos para la remoción de vegetación.	Permanente durante la vida útil del proyecto
		M11	Prevención	Disponer de contenedores para los residuos sólidos que se generen durante el desarrollo de las actividades, ya sean domésticos, de manejo especial, etc.	Permanente durante la vida útil del proyecto
		M12	Mitigación	En caso de presentarse derrames de hidrocarburos en el sitio, estos deberán ser recogidos, depositados en contenedores, almacenados y dispuestos conforme lo establece la normatividad correspondiente en materia de residuos peligrosos.	Permanente durante la vida útil del proyecto
		M6	Prevención	Prohibir dejar tirado cualquier tipo de residuo, tanto dentro del predio como en sus alrededores.	Permanente durante la vida útil del proyecto
		M13	Prevención	Hacer monitoreos de la calidad del agua superficial de aguas arriba y aguas abajo de los depósito de jales, de acuerdo a lo estipulado en la NOM-141-SEMARNAT-2003.	Permanente durante la vida útil del proyecto
		M14	Prevención	Seguir las directrices y protocolos para el manejo y disposición final según el tipo de residuo (doméstico, de manejo especial, peligroso), y hacer su disposición final a través de transportes y empresas de servicio autorizadas por la Secretaría	Permanente durante la vida útil del proyecto

FACTOR	IMPACTO	NO.	TIPO DE MEDIDA	MEDIDA	PERIODICIDAD
		M15	Restauración	Llevar a cabo un monitoreo post-cierre para evitar que se deteriore el estado de conservación de los elementos del sistema ambiental.	Al final de la vida útil del proyecto
	Regímenes de infiltración	M16	Restauración	La restitución de la capacidad de infiltración se dará, cuando se coloque nuevamente algo de suelo con la siembra de vegetación en las zonas de pendiente baja, para permitir que la zona vaya restableciendo por si misma su condición actual.	Cada vez que se requiera
		M1	Mitigación	Instalar tuberías de decantación en las áreas de reforestación para conducir el agua fuera de las superficies de los depósitos de jal y tepetateras, para su posterior descarga al entorno del arroyo local, de manera que sean inflitrada en áreas aledañas.	Cada vez que se requiera
AIRE	Gases de combustión	M17	Prevención	Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria, equipo y vehículos que garanticen su funcionamiento en condiciones óptimas. El mantenimiento de maquinaria y equipo se llevará a cabo el almacén construido para dicho fin.	Permanente durante la vida útil del proyecto
	Partículas en suspensión	M18	Mitigación	En caso necesario, humedecer la superficie por donde circula la maquinaria y los caminos, con la finalidad de evitar partículas suspendidas.	Cada vez que se requiera
		M19	Mitigación	Colocar lonas a los camiones que transporten material y/o residuos de desecho y de construcción.	Permanente durante la vida útil del proyecto
		M20	Mitigación	Cubrir con material de arrope las sobre elevaciones del depósito de jales para impedir la dispersión de partículas.	Permanente durante la vida útil del proyecto
		M21	Prevención	Establecer límites de velocidad máxima y colocar señalamientos con los límites de velocidad permitidos en los caminos de acceso y dentro del sitio del Proyecto.	Permanente durante la vida útil del proyecto
	Ruido	M17	Prevención	Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria, equipo y vehículos que garanticen su funcionamiento en condiciones óptimas. El mantenimiento de maquinaria y equipo se llevará a cabo el almacén construido para dicho fin.	Permanente durante la vida útil del proyecto

FACTOR	IMPACTO	NO.	TIPO DE MEDIDA	MEDIDA	PERIODICIDAD
		M22	Prevención	Proporcionar al personal el equipo de protección personal necesario que minimice los efectos del ruido como tapones auditivos.	Permanente durante la vida útil del proyecto
SUELO	Erosión	M23	Prevención	Delimitar adecuadamente el área sujeta a cambio de uso de suelo antes de iniciar actividades.	Cada vez que se requiera
		M24	Prevención	Evitar la remoción innecesaria de suelo.	Permanente durante la vida útil del proyecto
		M25	Prevención	Prohibir el abandono de maquinaria.	Permanente durante la vida útil del proyecto
		M26	Prevención	Prohibir la circulación de la maquinaria y vehículos fuera de caminos existentes o de las áreas del proyecto.	Permanente durante la vida útil del proyecto
		M27	Restauración	Plantar vegetación autóctona para prevenir la erosión y propiciar el desarrollo auto sostenible de un ecosistema productivo en la zona restaurada.	Al final de la vida útil del proyecto
		M28	Restauración	Almacenar la tierra vegetal con vistas a su utilización para cuando se realice la reforestación de especies del mismo sitio y restauración del lugar.	Permanente durante la vida útil del proyecto
	Calidad del suelo	M7	Prevención	Realizar la supervisión de fugas en los vehículos de transporte y maquinaria establecida dentro del sitio, para evitar goteos de los equipos. El mantenimiento de maquinaria y equipo se llevará a cabo el almacén construido para dicho fin.	Permanente durante la vida útil del proyecto
		M9	Prevención	Utilizar los sanitarios existentes, y si fuera necesario, instalar sanitarios portátiles, contando con mantenimiento constante para evitar derrames y malos olores. La empresa contratada para proporcionar la limpieza y mantenimiento de los sanitarios portátiles contará con los permisos correspondientes y se hará cargo del tratamiento y disposición final de los residuos sanitarios generados.	Permanente durante la vida útil del proyecto
		M10	Prevención	Prohibir el uso de fuego, herbicidas y agroquímicos para la remoción de vegetación.	Permanente durante la vida útil del proyecto

FACTOR	IMPACTO	NO.	TIPO DE MEDIDA	MEDIDA	PERIODICIDAD
		M11	Prevención	Disponer de contenedores para los residuos sólidos que se generen durante el desarrollo de las actividades, ya sean domésticos, de manejo especial, etc.	Permanente durante la vida útil del proyecto
		M14	Prevención	Seguir las directrices y protocolos para el manejo y disposición final según el tipo de residuo (doméstico, de manejo especial, peligroso), y hacer su disposición final a través de transportes y empresas de servicio autorizadas por la Secretaría	Permanente durante la vida útil del proyecto
		M15	Restauración	Llevar a cabo un monitoreo post-cierre para evitar que se deteriore el estado de conservación de los elementos del sistema ambiental.	Al final de la vida útil del proyecto
		M17	Prevención	Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria, equipo y vehículos que garanticen su funcionamiento en condiciones óptimas. El mantenimiento de maquinaria y equipo se llevará a cabo el almacén construido para dicho fin.	Permanente durante la vida útil del proyecto
		M29	Mitigación	Maximizar el uso de material de las tepetateras.	Permanente durante la vida útil del proyecto
		M30	Prevención	Evitar el derrame de materiales o sustancias; en caso de observar riesgo de derrame, colocar una membrana impermeable para proteger el suelo de sustancias tóxicas.	Cada vez que se requiera
		M31	Prevención	Prohibir la defecación al aire libre.	Permanente durante la vida útil del proyecto
		M6	Prevención	Prohibir dejar tirado cualquier tipo de residuo, tanto dentro del predio como en sus alrededores.	Permanente durante la vida útil del proyecto
FLORA	Biodiversidad y su abundancia	M32	Mitigación	Implementar el *Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre*.	Permanente durante la vida útil del proyecto
		M33	Mitigación	Marcar la vegetación arbórea a remover antes de inciar el cambio de uso de suelo.	Cada vez que se requiera
		M34	Prevención	Prohibir la introducción de especies vegetales.	Permanente durante la vida útil del proyecto

FACTOR	IMPACTO	NO.	TIPO DE MEDIDA	MEDIDA	PERIODICIDAD
		M35	Prevención	Prohibir la colecta, comercialización y tráfico de las especies de flora silvestre que se encuentran en el área del proyecto y en las áreas adyacentes al mismo.	Permanente durante la vida útil del proyecto
		M15	Restauración	Llevar a cabo un monitoreo post-cierre para evitar que se deteriore el estado de conservación de los elementos del sistema ambiental.	Al final de la vida útil del proyecto
	Cubierta vegetal	M23	Prevención	Delimitar adecuadamente el área sujeta a cambio de uso de suelo antes de iniciar actividades.	Cada vez que se requiera
		M10	Prevención	Prohibir el uso de fuego, herbicidas y agroquímicos para la remoción de vegetación.	Permanente durante la vida útil del proyecto
		M26	Mitigación	Prohibir la circulación de la maquinaria y vehículos fuera de caminos existentes o de las áreas del proyecto.	Permanente durante la vida útil del proyecto
		M27	Restauración	Plantar vegetación autóctona para prevenir la erosión y propiciar el desarrollo auto sostenible de un ecosistema productivo en la zona restaurada.	Al final de la vida útil del proyecto
		M36	Mitigación	Limitar el desmonte al área autorizada del proyecto.	Cada vez que se requiera
		M37	Prevención	Evitar el uso de fogatas o quema de cualquier material o residuo inflamable.	Permanente durante la vida útil del proyecto.
		M38	Prevención	Prohibir fumar dentro del área o sus alrededores, así como iniciar fogatas en zonas de riesgo y durante días con mucho viento.	Permanente durante la vida útil del proyecto.
	Fragmentación del hábitat	M39	Restauración	Realizar labores de reforestación en las zonas asignadas para ello según se vaya avanzando en el proyecto.	Al final de la vida útil del proyecto
FAUNA	Barrera de desplazamiento	M40	Mitigación	Realizar el desmonte de manera paulatina, lo que permitirá que la fauna pueda trasladarse a otros sitios de interés para ella.	Permanente durante la vida útil del proyecto
	Biodiversidad y su abundancia	M41	Mitigación	Implementar el *Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre*.	Permanente durante la vida útil del proyecto
		M42	Prevención	Prohibir la introducción de especies animales a las zonas de trabajo.	Permanente durante la vida útil del proyecto

FACTOR	IMPACTO	NO.	TIPO DE MEDIDA	MEDIDA	PERIODICIDAD
		M43	Mitigación	Realizar recorridos para ahuyentar a la fauna o retirar aquella que no presente movilidad propia de manera previa al ingreso de la maquinaria para la actividad de remoción de vegetación.	Cada vez que se requiera
		M44	Mitigación	Realizar recorridos minuciosos ubicando nidadas o guaridas de fauna con la finalidad de tomar medidas para evitar su afectación.	Cada vez que se requiera
		M45	Mitigación	Durante el desmonte y despalme al menos un especialista necesita permanecer cerca de las cuadrillas que andan realizando la tarea puesto que muchas especies pueden quedar atrás.	Cada vez que se requiera
		M46	Prevención	Prohibir la cacería, captura, comercialización y tráfico de las especies de fauna silvestre que se encuentran en el área del proyecto y en las áreas adyacentes al mismo.	Permanente durante la vida útil del proyecto
PAISAJE	Vista paisajística	M39	Restauración	Realizar labores de reforestación en las zonas asignadas para ello según se vaya avanzando en el proyecto.	Permanente durante la vida útil del proyecto
		M15	Restauración	Llevar a cabo un monitoreo post-cierre para evitar que se deteriore el estado de conservación de los elementos del sistema ambiental.	Al final de la vida útil del proyecto
		M27	Restauración	Plantar vegetación autóctona para prevenir la erosión y propiciar el desarrollo auto sostenible de un ecosistema productivo en la zona restaurada.	Al final de la vida útil del proyecto
		M47	Restauración	Rellenar la mina ya aprovechada con material de tepetate, con la finalidad de no debilitar el terreno.	Al final de la vida útil del proyecto

Fuente: Elaboración propia.

VII.2. Impactos residuales.

Impacto residual se entiende como aquél que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación. Para el presente proyecto, una vez aplicadas las medidas de mitigación, y habiendo realizado el abandono del sitio, se considera que podrán existir los siguientes impactos residuales:

- Existirá, de manera global, una afectación a la calidad del aire de la zona debido a la emisión de gases contaminantes, los cuales permanecerán en la atmósfera por un tiempo considerable.
- También debe considerarse la modificación de las características del suelo, que permiten o limitan la infiltración del agua, para la recarga del acuífero. Esta situación

no puede ser controlada, por lo que se considera que la alteración provocada prevalecerá en el tiempo y en el espacio. Sin embargo, podrá existir una compensación con el agua superficial, la cual podrá tener mejor calidad, al poder controlar los escurrimientos superficiales, tratando de evitar su contaminación.

- Dado que al final de la vida útil del proyecto, se tiene considerado realizar labores de reforestación, se modificará el paisaje y las características topográficas del lugar. Con ello, habrá modificaciones a las condiciones hidráulicas del sitio.
- Con la fragmentación del hábitat terrestre se limitarán los procesos naturales, tal como la polinización llevada a cabo por la fauna silvestre; dado que se estará provocando la migración de la misma, se afectará dicho proceso de polinización, por lo que la reproducción natural de la flora se verá limitada.
- La migración de fauna silvestre podrá generar la pérdida de especímenes en la zona que, de otra forma, al no llevar a cabo el proyecto, no sucedería.

Cabe mencionar que, por motivos de uso y preservación de los ecosistemas a largo plazo, es necesario que todas las actividades que se realicen se efectúen bajo un esquema de unidad de manejo para la protección y preservación del ambiente.

VIII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas.

VIII.1. Pronóstico del escenario.

Con base en los datos de campo y el análisis de los mismos mediante el uso de metodología de evaluación de impactos, el escenario pronosticado para el área donde se pretende desarrollar el proyecto, de manera general, será el siguiente:

Una vez llevado a cabo el proyecto y que se hayan aplicado las medidas de mitigación, se tendrá un escenario totalmente modificado, que consistirá en primer lugar, en la modificación de las características topográficas, ya que se cambiará la topografía natural del terreno y por lo tanto, de los escurrimientos superficiales.

Otro efecto será el de la remoción de la vegetación que, con la reubicación de especies y la reforestación de las tepetateras y los depósitos de jal al final de su uso, se pretende una menor afectación del sitio, aunque se requerirá de un período determinado para lograrlo, debido al propio desarrollo de las especies.

Así mismo, debido a la remoción de la vegetación y a las actividades propias del proceso de producción de doré, se tendrá como consecuencia un cambio en la distribución y comportamiento de las especies de fauna, ya que habrá movimientos de maquinaria pesada y camiones que transporten el material, además de las actividades en la planta de beneficio, con lo que se afectarán temporalmente los niveles sonoros y habrá efectos en el microclima. Con la rehabilitación de la planta de beneficio actual, y la ampliación de caminos y de zonas de producción, además de la instalación de edificios y servicios, se tendrá efectos sobre la erosión y la geomorfología del área. Los impactos negativos podrán disminuirse mediante la correcta ejecución y cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación.

En el aspecto socioeconómico habrá una notoria mejoría, ya que actualmente el uso que se da al terreno es pecuario; además durante la etapa de preparación del sitio y de aprovechamiento, se dará empleo temporal y directo mejorando las condiciones económicas de las familias de la zona. Así mismo se fomentarán las actividades terciarias.

A continuación, se presenta una Tabla con los escenarios ambientales, sin y con proyecto, así como el pronóstico del escenario ambiental modificado.

Tabla 78. Escenarios ambientales.

Elemento ambiental	Escenario ambiental actual (Sin proyecto)	Escenario ambiental modificado (Con proyecto)	Pronóstico del escenario ambiental modificado (Factible)
Agua	El principal afluente en la zona del proyecto es el Arroyo de Guanaceví, que es perenne, además de la existencia de escurrimientos intermitentes. Las áreas del proyecto tienen cierta influencia sobre ellos,	La calidad del agua se verá afectada debido al incremento de partículas sueltas procedentes de la labor de desmonte y despalme al hacer la remoción de vegetación y durante la construcción de las	Se considera que puede haber afectación en los afluentes cercanos a las áreas del proyecto, por lo que, para mitigar dicha posible afectación, se realizarán diversas actividades, como son:

Elemento ambiental	Escenario ambiental actual (Sin proyecto)	Escenario ambiental modificado (Con proyecto)	Pronóstico del escenario ambiental modificado (Factible)
	debido a los escurrimientos de los mismos y la ubicación del proyecto. Cabe mencionar que la mayoría de los escurrimientos son de tipo intermitente y sólo presentan corrientes importantes en la época de lluvias, ya que permanecen secos la mayor parte del año. Las principales fuentes de recarga son: el agua de lluvia que se infiltra en los afloramientos de roca fracturada, el escurrimiento superficial que baja infiltrándose a lo largo de los cauces, y la infiltración del agua de riego. En la zona donde se ubica el proyecto, hay dos coeficientes de escurrimiento es de 0 al 5%, y del 10 al 20%, siendo éste el que mayor superficie abarca.	instalaciones requeridas, lo que propiciará que, durante la época de lluvias, estas partículas sean arrastradas, incrementando su concentración en la corriente. Con la eliminación del suelo se perderá la cubierta que hace la función de retención temporal y absorción de agua, lo que hará que disminuya la cantidad de agua que se infiltre.	Para evitar azolves y/o inundaciones, se colocará el material de desmonte, limpieza y desperdicio removido en las áreas establecidas como depósitos de material orgánico. Así mismo, se tomarán las medidas pertinentes para conducir las corrientes de agua en las tepetateras y depósitos de jal hacia el exterior de los mismos, de manera que haya infiltración en zonas adecuadas para ello. Por otro lado, el análisis del balance hídrico deriva que, debido al proyecto, se dejaría de infiltrar 35,652.07 m3/año de lluvia, que equivale al 1.73% del total que se infiltra en el Sistema Ambiental, por lo que se considera que el impacto es muy bajo.
Aire	En la región donde se localiza el proyecto predomina un clima subhúmedo templado con lluvias en verano. Debido a que se trata de una zona donde la dispersión es relativamente buena y no existen grandes zonas industriales ni de servicios, aunque existe la actividad minera, se considera que la calidad del aire es buena. Cabe mencionar que el total de emisiones de contaminantes generadas en el Municipio de Guanaceví corresponde el 0.69% del total generado en el Estado de Durango (SINEA).	La vida útil del proyecto se considera de 18 años, tiempo durante el cual se esperan emisiones de partículas suspendidas por movimiento de tierras, y generación de emisiones de combustión.	Las alteraciones que se esperan en la calidad del aire, derivadas de las actividades del proyecto serán temporales y puntuales, ya que estarán restringidas a un área de dispersión de polvos o emisiones. El riego de las áreas de trabajo y el mantenimiento de los vehículos y maquinaria permitirán que la generación se reduzca. Además, una vez concluida la vida útil del proyecto, las emisiones disminuirán considerablemente al ya no realizarse la actividad. Con relación a la captura de carbono, considerando las superficies del área del proyecto, por el desarrollo del mismo se dejarán de capturar 127.3 tCO2, lo que se considera que el impacto es muy bajo. Además, se llevará a cabo la reforestación en 65.87, lo que mitigará el impacto y, conforme vaya creciendo la vegetación, se podrá recuperar una parte de la absorción total actual de CO2.
Suelo	El tipo de suelo presente en la zona donde se desarrollará el proyecto es Regosok, el cual es	El proyecto tendrá un efecto importante ya que se removerá el suelo, subsuelo y material	Las diferentes zonas del proyecto perderán el suelo que sustenta la cubierta vegetal.

Elemento ambiental	Escenario ambiental actual (Sin proyecto)	Escenario ambiental modificado (Con proyecto)	Pronóstico del escenario ambiental modificado (Factible)
	un tipo de suelo que Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad. Al aplicar la fórmula EUPS, se tiene que la pérdida actual de suelo con cobertura forestal es de 40.98 Ton/ha año.	geológico. De ese material, el suelo que se considera de mayor relevancia es el correspondiente a la capa de suelo orgánico. Con la eliminación del suelo se perderán las propiedades físicas, químicas y microbiológicas de éste. Además, se mostrará una superficie susceptible a la erosión, tanto por la acción del viento, como del agua.	Al aplicar la fórmula EUPS se tiene que la pérdida actual de suelo con cobertura forestal es de 40.98 Ton/ha año, mientras que la erosión potencial se incrementa 10 veces si no se tiene la cobertura del suelo. Debido a las características que tendrán al final de su vida útil, se prevé la restauración paisajística de las tepetateras y los depósitos de jañ (65.87 ha) mediante la reforestación con especies nativas. Por otro lado, se tiene contemplado el mantenimiento de condiciones de seguridad para el tránsito de fauna y personas en las zonas abandonadas, así como una tarea de constante capacitación del personal respecto a la aplicación de prácticas preservacionistas y de mitigación de impactos ambientales.
Flora	La vegetación predominante en la zona donde se llevará a cabo el proyecto es vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino en un 42.04% de la superficie, y le sigue la vegetación de bosque de pino encino en un 40.72%. Al igual que en el Sistema Ambiental, la especie predominante en el estrato arbóreo fue el pino piñonero (*Pinus cembroides*), pero en este caso, sólo se presentó en el 40% de sitios muestreados. En cuanto al estrato arbustivo, también predominó la presencia del Junípero (*Juniperus coahuilensis*); sin embargo, no hubo registro de helechos ni cactáceas. Se debe destacar la presencia de uña de gato o espino (*Mimosa aculeaticarpa*) en los sitios de las áreas del proyecto en grandes cantidades, considerando que esta planta es síntoma de perturbación en los ecosistemas forestales.	Con la realización del proyecto, la población vegetal se perderá en su mayor parte, ya que sólo algunas de las especies presentes serán transplantadas. Con esto se perderá la capacidad de procesar el bióxido de carbono, de absorber la radiación solar, de modulación de humedad y de alimentación.	Previo a la limpieza, una cuadrilla del personal realizará trabajos de rescate en la zona de interés de acuerdo al avance de actividades en la preparación del sitio y durante el proceso de producción, rescatando y reubicando estas especies en la zona designada. Cabe mencionar que en los muestreos no se encontaron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de difícil regeneración, y/o de importancia en la región, considerando rescatar un promedio del 5% para las especies de pino y junípero, incluyendo elementos arbóreos y arbustivos mientras que para los agaves será el 30%, y las cactáceas será del 100% de los ejemplares. Para llevar a cabo la reubicación de especies, se implementará un *Programa de Rescate y Trasplante de Flora Silvestre.* Cabe resaltar que dentro de las áreas del proyecto se tiene considerada la existencia de un vivero, en el cual se cuidará de las especies rescatadas para su posterior reubicación.

Elemento ambiental	Escenario ambiental actual (Sin proyecto)	Escenario ambiental modificado (Con proyecto)	Pronóstico del escenario ambiental modificado (Factible)
Fauna	La fauna presente en las áreas del proyecto queda representada en su mayoría por aves (gorrión pálido, aura y jilguero dominico) y mamíferos pequeños (conejo serrano, zorra gris, liebre cola negra), de acuerdo a lo observado durante los muestreos. Durante el muestreo se registró un total de 63 especies en el Sistema Ambiental (282 individuos), mientras que en las áreas del proyecto se encontraron 38 especies (105 individuos), con lo que se puede ver que en las áreas donde se desarrollará el proyecto se registró el 60.3% de especies del Sistema Ambiental. Cabe mencionar que el sitio del proyecto en particular no presenta características que permitan considerarlo como un hábitat único para el desarrollo de actividades básicas (anidación, refugio, guarida, etc.) en el desarrollo de las poblaciones de fauna local.	Con la modificación del sitio se podría afectar a la fauna existente en la zona, aunque la fauna que puede sentir más los efectos del proyecto son los pequeños mamíferos como los roedores y posiblemente algunos reptiles. Las aves se ahuyentarán de manera inmediata al inicio de las actividades.	Se implementarán medidas para el rescate y ahuyentamiento de los individuos de fauna que se encuentren dentro de la superficie del proyecto, y se prohibirá la caza, tanto dentro del área del proyecto como en sus alrededores, entre otras acciones, con lo que se mitigará su afectación. Cabe mencionar que las afectaciones que se presenten serán únicamente a nivel de individuos, sin afectar a las poblaciones de las especies en la región. Aún cuando en el Sistema Ambiental se encontraron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, pero éstas no fueron encontradas en el área sujeta a CUSTF, se implementará el Programa de Rescate y Reubicación de Especies de Fauna, con especial cuidado hacia las especies listadas en la NOM-059 que pudieran ser encontradas en la zona del proyecto.
Paisaje	La región donde se ubica el proyecto es un sistema de topoformas de superficie de gran meseta con cañadas, y se presentan elevaciones que van de los 2300 a los 2160 msnm, con algunas zonas que van desde los 2480 a los 2240 msnm. De acuerdo a la visita de campo y a los cálculos realizados, se tiene una pendiente promedio en las áreas del proyecto de 26.34%, encontrándose que el área es un terreno irregular. En relación a la calidad visual, se tiene que, tomando como base el Modelo de Rojas, Kong, se deduce que las áreas del proyecto presenta una calidad visual de paisaje media, muy cercana a baja.	Con la eliminación de la vegetación se modificará el paisaje actual, ya que se llevará a cabo la ampliación de caminos, la rehabilitación y ampliación de la planta de beneficio, y la construcción de edificios y servicios. Así mismo, se modificará la topografía del sitio debido a las tepetateras y los depósitos de jal.	Debido a las características que tendrán al final de su vida útil, se prevé la restauración paisajística de las tepetateras y los depósitos de jañ (65.87 ha) mediante la reforestación con especies nativas. Por otro lado, se tiene contemplado el mantenimiento de condiciones de seguridad para el tránsito de fauna y personas en las zonas abandonadas, así como una tarea de constante capacitación del personal respecto a la aplicación de prácticas preservacionistas y de mitigación de impactos ambientales. Dado que el área donde se ubica el proyecto presenta una calidad visual de paisaje media, muy cercana a baja, el sitio del proyecto no posee una buena calidad paisajística de acuerdo a los elementos valorados. Aunado a lo anterior, la actividad antropocéntrica es importante en el sitio, principalmente por la

Elemento ambiental	Escenario ambiental actual (Sin proyecto)	Escenario ambiental modificado (Con proyecto)	Pronóstico del escenario ambiental modificado (Factible)
			actividad minera que ya se realiza en la región.

Fuente: Elaboración propia.

VIII.2. Programa de Vigilancia Ambiental.

Con base en el escenario descrito, se elaboró el Programa de Vigilancia Ambiental, para el cual se seleccionaron las medidas de prevención, mitigación y restauración a monitorear. Los objetivos de dicho Programa son:

1. Controlar la correcta ejecución de las medidas previstas y, más concretamente, recogidas en el proyecto de ejecución, y evaluar la problemática ambiental en el sitio, lo que coadyuvará a la toma de decisiones con las personas interesadas en la aplicación y evolución de éstas.
2. Comprobar la eficacia de las medidas establecidas y ejecutadas; cuando tal eficacia se considere insatisfactoria, determinar las causas y establecer las medidas de remediación adecuadas.
3. Detectar impactos no previstos en el Estudio de Impacto Ambiental y prever las medidas convenientes para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.
4. Informar al titular del proyecto sobre los aspectos objeto de vigilancia y ofrecerle un método sistemático, lo más sencillo y económico posible, para realizar la vigilancia de una forma eficaz.

El Programa de Vigilancia Ambiental se presenta en la siguiente Tabla, en la cual se establece la frecuencia de verificación de la ejecución de las medidas y el responsable de realizar dicha verificación.

Tabla 79. Programa de Vigilancia Ambiental.

NO.	MEDIDA	FRECUENCIA DE VERIFICACIÓN DE MEDIDAS	RESPONSABLE
M1	Instalar tuberías de decantación en las áreas de reforestación para conducir el agua fuera de las superficies de los depósitos de jal y tepetateras, para su posterior descarga al entorno del arroyo local, de manera que sean inflitrada en áreas aledañas.	Mensual	Promovente
M2	Colocar la vegetación removida en sitios donde no se reduzca el drenaje natural. Esta vegetación deberá ser utilizada para el control de la erosión, para proveer de materia orgánica durante las tareas de replantación	Mensual	Promovente
M3	Colocar el suelo fértil en la zona designada como almacen de material orgánico, de forma tal que se evite su arrastre y el subsecuente azolve del arroyo o zonas de escurrimiento.	Mensual	Promovente
M4	Utilizar la capa fértil en la etapa de recuperación según se vaya haciendo la reforestación en diferentes áreas del proyecto.	Mensual	Promovente

NO.	MEDIDA	FRECUENCIA DE VERIFICACIÓN DE MEDIDAS	RESPONSABLE
M5	Respetar las zonas de amortiguamiento de los escurrimientos presentes en el área del proyecto, principalmente del Arroyo de Guanacevi.	Mensual	Promovente
M6	Prohibir dejar tirado cualquier tipo de residuo, tanto dentro del predio como en sus alrededores.	Semestral	Promovente
M7	Realizar la supervisión de fugas en los vehículos de transporte y maquinaria establecida dentro del sitio, para evitar goteos de los equipos. El mantenimiento de maquinaria y equipo se llevará a cabo el almacén construido para dicho fin.	Mensual	Promovente
M8	En caso de desperfecto de la maquinaria en campo, y de requerirse intervención mecánica, colocar bajo la maquinaria una cubierta impermeable, para retener todo derrame accidental de aceite, diesel o grasa.	Mensual	Promovente
M9	Utilizar los sanitarios existentes, y si fuera necesario, instalar sanitarios portátiles, contando con mantenimiento constante para evitar derrames y malos olores. La empresa contratada para proporcionar la limpieza y mantenimiento de los sanitarios portátiles contará con los permisos correspondientes y se hará cargo del tratamiento y disposición final de los residuos sanitarios generados.	Semestral	Promovente
M10	Prohibir el uso de fuego, herbicidas y agroquímicos para la remoción de vegetación.	Semestral	Promovente
M11	Disponer de contenedores para los residuos sólidos que se generen durante el desarrollo de las actividades, ya sean domésticos, de manejo especial, etc.	Mensual	Promovente
M12	En caso de presentarse derrames de hidrocarburos en el sitio, estos deberán ser recogidos, depositados en contenedores, almacenados y dispuestos conforme lo establece la normatividad correspondiente en materia de residuos peligrosos.	Mensual	Promovente
M13	Hacer monitoreos de la calidad del agua superficial de aguas arriba y aguas abajo de los depósito de jales, de acuerdo a lo estipulado en la NOM-141-SEMARNAT-2003.	Semestral	Promovente
M14	Seguir las directrices y protocolos para el manejo y disposición final según el tipo de residuo (doméstico, de manejo especial, peligroso), y hacer su disposición final a través de transportes y empresas de servicio autorizadas por la Secretaría	Mensual	Promovente
M15	Llevar a cabo un monitoreo post-cierre para evitar que se deteriore el estado de conservación de los elementos del sistema ambiental.	Mensual	Promovente
M16	La restitución de la capacidad de infiltración se dará, cuando se coloque nuevamente algo de suelo con la siembra de vegetación en las zonas de pendiente baja, para permitir que la zona vaya restableciendo por si misma su condición actual.	Semestral	Promovente

NO.	MEDIDA	FRECUENCIA DE VERIFICACIÓN DE MEDIDAS	RESPONSABLE
M17	Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria, equipo y vehículos que garanticen su funcionamiento en condiciones óptimas. El mantenimiento de maquinaria y equipo se llevará a cabo el almacén construido para dicho fin.	Semestral	Promovente
M18	En caso necesario, humedecer la superficie por donde circula la maquinaria y los caminos, con la finalidad de evitar partículas suspendidas.	Mensual	Promovente
M19	Colocar lonas a los camiones que transporten material y/o residuos de desecho y de construcción.	Semanal	Promovente
M20	Cubrir con material de arrope las sobre elevaciones del depósito de jales para impedir la dispersión de partículas.	Semanal	Promovente
M21	Establecer límites de velocidad máxima y colocar señalamientos con los límites de velocidad permitidos en los caminos de acceso y dentro del sitio del Proyecto.	Mensual	Promovente
M22	Proporcionar al personal el equipo de protección personal necesario que minimice los efectos del ruido como tapones auditivos.	Mensual	Promovente
M23	Delimitar adecuadamente el área sujeta a cambio de uso de suelo antes de iniciar actividades.	Mensual	Promovente
M24	Evitar la remoción innecesaria de suelo.	Mensual	Promovente
M25	Prohibir el abandono de maquinaria.	Mensual	Promovente
M26	Prohibir la circulación de la maquinaria y vehículos fuera de caminos existentes o de las áreas del proyecto.	Mensual	Promovente
M27	Plantar vegetación autóctona para prevenir la erosión y propiciar el desarrollo auto sostenible de un ecosistema productivo en la zona restaurada.	Bimestral	Promovente
M28	Almacenar la tierra vegetal con vistas a su utilización para cuando se realice la reforestación de especies del mismo sitio y restauración del lugar.	Mensual	Promovente
M29	Maximizar el uso de material de las tepetateras.	Semanal	Promovente
M30	Evitar el derrame de materiales o sustancias; en caso de observar riesgo de derrame, colocar una membrana impermeable para proteger el suelo de sustancias tóxicas.	Mensual	Promovente
M31	Prohibir la defecación al aire libre.	Mensual	Promovente
M32	Implementar el *Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre*.	Semanal	Promovente
M33	Marcar la vegetación arbórea a remover antes de inciar el cambio de uso de suelo.	Semanal	Promovente
M34	Prohibir la introducción de especies vegetales.	Mensual	Promovente
M35	Prohibir la colecta, comercialización y tráfico de las especies de flora silvestre que se encuentran en el área del proyecto y en las áreas adyacentes al mismo.	Mensual	Promovente
M36	Limitar el desmonte al área autorizada del proyecto.	Semanal	Promovente

NO.	MEDIDA	FRECUENCIA DE VERIFICACIÓN DE MEDIDAS	RESPONSABLE
M37	Evitar el uso de fogatas o quema de cualquier material o residuo inflamable.	Semanal	Promovente
M38	Prohibir fumar dentro del área o sus alrededores, así como iniciar fogatas en zonas de riesgo y durante días con mucho viento.	Semanal	Promovente
M39	Realizar labores de reforestación en las zonas asignadas para ello según se vaya avanzando en el proyecto.	Mensual	Promovente
M40	Realizar el desmonte de manera paulatina, lo que permitirá que la fauna pueda trasladarse a otros sitios de interés para ella.	Semanal	Promovente
M41	Implementar el *Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre*.	Semanal	Promovente
M42	Prohibir la introducción de especies animales a las zonas de trabajo.	Mensual	Promovente
M43	Realizar recorridos para ahuyentar a la fauna o retirar aquella que no presente movilidad propia de manera previa al ingreso de la maquinaria para la actividad de remoción de vegetación.	Semanal	Promovente
M44	Realizar recorridos minuciosos ubicando nidadas o guaridas de fauna con la finalidad de tomar medidas para evitar su afectación.	Semanal	Promovente
M45	Durante el desmonte y despalme al menos un especialista necesita permanecer cerca de las cuadrillas que andan realizando la tarea puesto que muchas especies pueden quedar atrás.	Semanal	Promovente
M46	Prohibir la cacería, captura, comercialización y tráfico de las especies de fauna silvestre que se encuentran en el área del proyecto y en las áreas adyacentes al mismo.	Mensual	Promovente
M47	Rellenar la mina ya aprovechada con material de tepetate, con la finalidad de no debilitar el terreno.	Mensual	Promovente

Fuente: Elaboración propia.

Los indicadores ambientales a los que se les dará seguimiento, para dar cumplimiento al Programa de Vigilancia Ambiental arriba mencionado, se presentan en la Tabla que sigue.

Tabla 80. Indicadores Ambientales.

Impacto ambiental esperado	Indicador ambiental		Criterio de evaluación
Alteración de la calidad del aire por emisiones de contaminantes y partículas suspendidas de vehículos automotores y maquinaria pesada.	Calidad del aire	Normas que regulan las emisiones de vehículos y maquinaria	No rebasar los límites máximos permisibles
Emisiones de ruido por la operación de maquinaria y equipo.	Ruido	Normas que regulan el ruido	No rebasar los límites máximos permisibles
Afectación a la vegetación.	Vegetación	Superficie con vegetación	No mayor al establecido en el presente documento

Impacto ambiental esperado	Indicador ambiental		Criterio de evaluación
Modificación del paisaje.	Paisaje	Superficie de alteración del paisaje	No mayor al establecido en el presente documento
Cambio del uso de suelo por el desarrollo del proyecto	Uso de suelo	Superficie de cambio de uso de suelo	No mayor al establecido en el presente documento
Generación y manejo de residuos (sólidos urbanos, manejo especial, peligrosos).	Residuos	Volúmenes de generación y disposición final de residuos	Disposición final adecuada
Afectación de la calidad del agua superficial de aguas arriba y aguas abajo de los depósito de jales.	Calidad del agua	Parámetros en la NOM-141-SEMARNAT-2003.	No rebasar los límites máximos permisibles
Erosión eólica e hídrica por las tepetateras.	Calidad del suelo	Reforestación de las áreas asignadas como tal.	Seguimiento a la supervivencia de individuos

Fuente: Elaboración propia.

VIII.3. Conclusiones.

Con base en un análisis de las características bióticas, abióticas y socioeconómicas del área de estudio donde se pretende llevar a cabo el proyeto, con lo cual ha sido realizado la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se tienen varias consideraciones entre las que se destacan los impactos que el desarrollo del proyecto provocará al ambiente, aunque también se tendrán beneficios socioeconómicos que conllevará su operación.

Históricamente Guanaceví ha sido un productor de minerales preciosos. Se desconoce cuando inició el minado en Guanaceví, pero al menos en 1535, los españoles trabajaron las minas en el distrito. Al comienzo del siglo XVIII, llegó a ser un importante distrito minero en la Provincia de la Nueva Vizcaya, como lo reportó el barón Alexander von Humboldt (Lewis et al., 2009, 2013; Munroe, 2015). Las minas que fueron trabajadas por los españoles en el año 1616 fueron: Chamole, Nuestra Señora del Aguaje, Soto, Barradon, Capuzalla, Quebradilla, Soledad y Santa Cruz. Antes de 1870, la actividad minera fue esporádica operando a partir de ese año compañías nacionales y extranjeras. Las minas que se destacaron por sus bonanzas fueron: La **Mexicana**, La **Predilecta**, Barradón, Sirena, **Chamole**, Capuzaya, SanJosé, Arianeña, Coloradas, San Rafael, Fanny, Soto, Nueva Australia y El Desengaño, pertenecientes éstas 3 últimas al subdistrito de San Pedro. Los "clavos" ricos llegaron a 100 kg de plata, 1 kg de oro y hasta un 25% de cobre (Cruz-Pérez y Ríos-Vázquez, 1998; Munroe, 2015). Las minas en producción en 1998 y que contaban con toda la infraestructura eran Santa Cruz, Coloradas, Nuevo Porvenir, Sirena, Barradón, El Desengaño, Soto, San Rafael, Buena Fortuna, Dos Hermanos, La Prieta, La **Martha**, Natalia, Rosario y **Chamole** (Cruz-Pérez y Ríos-Vázquez, 1998; Lewis et al., 2009, 2013; Munroe, 2015).

El proyecto consiste en la rehabilitación y ampliación de áreas para procesar mineral de operación subterránea (hasta 2,500 toneladas métricas secas por día) y obtener producción de barras doré (oro + plata). El proyecto es conceptualizó para producir lingotes de doré mediante un proceso que incluye: trituración, molienda y lixiviación dinámica, lavado a contracorriente y planta tipo merrill-crowe. La base de diseño para la planta concentradora de minerales tendrá inicialmente una capacidad de 2,500 toneladas métricas secas por día (TMSPD) en el área de trituración – molienda. La vida útil del proyecto se tiene contemplado a 18 años, considerando 2 años para la preparación del sitio y construcción, 12 de proceso de producción y 4 de post-operación.

La superficie total a ocupar por el proyecto es de 1'035,962.13 metros cuadrados (103.60 hectáreas), de lo cual se requerirá el cambio de uso de suelo en 92.66 hectáreas. Es importante mencionar que, de las 103.60 hectáreas, 64.99 hectáreas serán reforestadas según se vayan abandonando las zonas correspondientes a las tepetateras y los depósitos de jales.

Se identificó que el área de ocupación del presente proyecto no se encuentra dentro de ninguna Área Natural Protegida, ni dentro de alguna Región Terrestre Prioritaria, tampoco se encuentra en ningún Área de Importancia para la Conservación de Aves. Sin embargo, está localizado dentro de la Región Hidrológica Prioritaria "Río Nazas".

La situación del predio con respecto a la erosión de suelos, según los cálculos realizados, en el área sujeta a CUSTF actualmente se tiene una erosión de 40.98 ton/ha/año. Dado que la superficie sujeta a cambio de uso de suelo corresponde a 92.66 ha, entonces tenemos que la erosión en esta superficie es de 3,797.45 ton/año. En el caso de la zona a reforestar conforme se vaya avanzando en el proyecto, se tiene una erosón actual de 40.98 ton/ha/año; tomando en cuenta que la superficie es de 65.87 ha, la erosión total por año es de 2,699.46 ton/año. Con el fin de disminuir la erosión en las zonas aledañas al proyecto, se llevará a cabo la reubicación de especies, en la que se replantarán aquellas especies de difícil regeneración y/o de importancia en la región, que se encuentren dentro de las áreas del proyecto, considerando rescatar un promedio del 5% para las especies de pino y junípero, incluyendo elementos arbóreos y arbustivos mientras que para los agaves será el 30%, y las cactáceas será del 100% de los ejemplares.

En cuanto a la hidrología, en las áreas del proyecto el principal afluente es el Arroyo de Guanaceví, el cual es perenne, existiendo otros afluentes de menor importancia que son intermitentes. Estos afluentes no se verán afectados por el desarrollo del proyecto. En esta zona se presentan dos coeficientes de escurrimiento: del 0 al 5% y del 10 al 20%, siendo éste el que mayor superficie abarca.

Cabe mencionar que, del análisis del balance hídrico realizado se deriva que, debido al proyecto, sin la aplicación de medidas de mitigación, se dejaría de infiltrar 35,652.07 m^3/año de lluvia, que equivale al 1.73% del total que se infiltra en el Sistema Ambiental, por lo que se considera que el impacto es muy bajo. En relación al comparativo realizado entre los litros

totales precipitados en el Sistema Ambiental y las áreas del proyecto, se tiene que ésta solamente representa el 1.73% de la primera, por lo que el impacto también es muy bajo.

La mayor parte de la vegetación presente en el Sistema Ambiental corresponde a los ecosistemas de Bosque de Encino (36.17%) y Bosque de Pino-Encino (21.88%). La vegetación característica que se identificó en todos los sitios de muestreo fue bosque de pino con vegetación arbustiva secundaria y en otros puntos un matorral de junípero en asociación con uña de gato, aunque la presencia de ésta es baja. La especie predominante en el estrato arbóreo de los puntos de muestreo del Sistema Ambiental fue el pino piñonero (*Pinus cembroides*), la cual se encontró prácticamente en todos los sitios de muestreo. En el estrato arbustivo predomina la presencia del Junípero *(Juniperus* coahuilensis), siendo también patente la presencia de helechos (*Myriopteris aurea*), así como de algunos nopales (*Opuntia macrocentra*).

En lo que respecta a las áreas del proyecto, la vegetación predominante es la vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino en un 42.04% de la superficie, y le sigue la vegetación de bosque de pino encino en un 40.72%. Al igual que en el Sistema Ambiental, la especie predominante en el estrato arbóreo fue el pino piñonero (*Pinus cembroides*), pero en este caso, sólo se presentó en el 40% de sitios muestreados. En cuanto al estrato arbustivo, también predominó la presencia del Junípero (*Juniperus coahuilensis*); sin embargo, no hubo registro de helechos ni cactáceas. Se debe destacar la presencia de uña de gato o espino (*Mimosa aculeaticarpa*) en los sitios de las áreas del proyecto en grandes cantidades, considerando que esta planta es síntoma de perturbación en los ecosistemas forestales.

Es importante señalar que no se encontró ninguna especie de planta incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el Sistema Ambiental, ni en las áreas del proyecto.

Al hacer un comparativo de la vegetación presente en el Sistema Ambiental con las áreas del proyecto, se tiene que, la superficie de éste representa solamente el 1.94% de la superficie total del área del Sistema Ambiental, y el área a ser afectada por remoción de vegetación corresponde al 1.73%. De dicho porcentaje, 3.97% corresponde a vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino, 1.95% corresponde a bosque de pino, y 1.45% a pastizal inducido, entre otros. Ello indica que se respetará más del 98% de la vegetación presente en el Sistema Ambiental.

De acuerdo a los resultados obtenidos con el índice de Shannon, se tiene que la diversidad de flora es más baja en el sitio del área del proyecto que en el Sistema Ambiental, y en general es baja en ambos sitios, ya que los valores son menores a 2. Según el índice de equidad, los valores están cercanos a la mitad, lo cual indica que las especies se están repartiendo los recursos de manera equitativa. Por otro lado, el Sistema ambiental presenta valores más bajos del índice de diversidad de Simpson, lo cual indica que la comunidad vegetal es más diversa en el Sistema Ambiental que la comunidad vegetal del Área del Proyecto. Además, en el Sistema Ambiental se registraron 81 especies, mientras que en el sitio donde se llevará a cabo

el proyecto solamente se detectaron 34, lo que representa el 42% de las especies en el Sistema Ambiental. Por lo anterior, se concluye que realizar a remoción de vegetación en el área propuesta y llevar a cabo el proyecto no compromete la biodiversidad de la flora existente.

La fauna presente en las áreas del proyecto queda representada en su mayoría por aves (gorrión pálido, aura y jilguero dominico) y mamíferos pequeños (conejo serrano, zorra gris, liebre cola negra), de acuerdo a lo observado durante los muestreos. Durante el muestreo se registró un total de 63 especies en el Sistema Ambiental (282 individuos), mientras que en las áreas del proyecto se encontraron 38 especies (105 individuos), con lo que se puede ver que en las áreas del proyecto se registró el 60.3% de especies del Sistema Ambiental.

En relación a la abundancia de las especies encontradas por Grupo, tenemos que, para la herpetofauna, tanto en el Sistema Ambiental (9 individuos en 6 especies) y el área sujeta a CUSTF (2 individuos en 1 especie), el índice da abundancia es bajo. Para el Grupo de las aves, de las 46 especies registradas en el Sistema Ambiental, el 69.6% presenta abundancia No Común, mientras que, para el área del proyecto, de 28 especies, el 53.6% también presenta abundancia No Común. Para el Grupo de los mamíferos, de las 11 especies registradas en el Sistema Ambiental, el 54.5% presenta abundancia Moderadamente Común, mientras que, para el área del proyecto, de 9 especies, el 66.7% presenta abundancia No Común. Esto indica que no hay mucha presencia de fauna, ni en el Sistema Ambiental ni en el área sujeta a CUSTF.

De la información presentada, se puede observar que la zona del Sistema Ambiental presenta una riqueza mayor de individuos de fauna con relación a la registrada en el sitio de las áreas del proyecto. Aunado a esto, aún cuando en el Sistema Ambiental se encontraron especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, éstas no fueron encontradas en el área sujeta a CUSTF. De cualquier manera, al momento de llevar a cabo el cambio de uso de suelo, se implementará el Programa de Rescate y Reubicación de Especies de Fauna, con especial cuidado hacia las especies listadas en la NOM-059 que pudieran ser encontradas en la zona del proyecto.

Por lo mencionado, se considera que el presente proyecto representa un impacto bajo para la fauna silvestre del lugar, por lo que no se compromete la biodiversidad de la fauna existente. Sin embargo, se implementarán medidas para el rescate y reubicación de la fauna silvestre que se encuentre dentro del predio del proyecto, buscando mitigar los impactos ambientales que se presentarán durante la puesta en marcha del proyecto productivo, y teniendo como meta la conservación de la riqueza genética existente en las comunidades, poblaciones o individuos fauna silvestre que se vean afectados por el mismo.

Desde el punto de vista económico y social, se considera que los beneficios esperados y proporcionados por la propia obra, significan un aumento en las posibilidades económicas para varias familias, ya que el único ingreso que tienen es el que les brinda la apertura de fuentes de empleo, así como el de incentivar la construcción y el de dotar de material a dicho gremio. Durante la obra, se tendrá demanda principalmente de mano de obra no calificada y

el incremento en la venta de bienes y servicios a la población flotante generada por la obra, lo que redundará en beneficio del sector terciario.

Por otro lado, el desarrollo del proyecto modificará las características naturales del paisaje, debido a la pérdida de la cobertura vegetal. Según los resultados obtenidos con la aplicación del Modelo de Rojas, Kong (1998), el área donde se ubica el proyecto obtuvo una calificación de 13 puntos en la Calidad Visual, con lo se deduce que las áreas del proyecto presentan una calidad visual de paisaje media, muy cercana a baja. Por ello, de manera general, el sitio del proyecto no posee una buena calidad paisajística de acuerdo a los elementos valorados. Aunado a ello, la actividad antropocéntrica es importante en el sitio, como la actividad minera que se realiza en la zona, lo que ha demeritado las comunidades vegetales. Así mismo, se tiene una calificación de 18 puntos en la Fragilidad Visual de las áreas del proyecto, con lo que se deduce que las áreas del proyecto presentan una fragilidad visual de paisaje media. Considerada la fragilidad visual como la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él, puede manifestarse que el paisaje donde se ubica el proyecto tiene una capacidad de absorción visual moderada.

En lo que se refiere a los instrumentos normativos, de acuerdo al análisis realizado, se tiene que la actividad planteada en este documento es una actividad lícita y ajustada a derecho, en virtud de que ninguno de los ordenamientos contenidos en la vinculación jurídica prohíbe su realización.

En lo que respecta a la identificación y evaluación de los impactos ambientales que se generarán en cada una de las etapas del proyecto, se proponen las medidas de prevención y mitigación para evitar, mitigar o compensar los efectos adversos. Así mismo, con base en el escenario descrito en la Manifestación de Impacto Ambiental, se elaboró el Programa de Vigilancia Ambiental, para el cual se seleccionaron diversas medidas de mitigación a monitorear.

Así, de acuerdo a la conformación e integración de la información relativa a la actividad, así como lo referente a las características físicas, biológicas y socioeconómicas del proyecto, y llevando a cabo la metodología que se consideró más apropiada para la identificación y evaluación de impactos ambientales, se concluye que el proyecto no se contrapone con los ordenamientos territoriales y de planeación, y creará fuentes de trabajo, lo que servirá como impulso a la economía de la región.

De manera general, los resultados positivos a corto plazo serán el bienestar social, reducción de índice de desempleo, elevación de la capitalización y la productividad en los diferentes niveles sociales, con lo que se promoverá el desarrollo económico en el Municipio, sin afectar las características culturales de la zona, ya que la localidad de Guanaceví surgió con la actividad minera.

IX. Glosario de términos.

Ambiente: El conjunto delementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

Beneficio: Los trabajos para preparación, tratamiento, fundición de primera mano y refinación de productos minerales, en cualquiera de sus fases, con el propósito de recuperar u obtener minerales o sustancias, al igual que de elevar la concentración y pureza de sus contenidos.

Biodiversidad: La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

Cambio de uso de suelo: Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.

Centro de población: Las áreas urbanas ocupadas por las instalaciones necesarias para su vida normal; las que se reserven a su expansión futura; las constituidas por los elementos naturales que cumplen una función de preservación de las condiciones ecológicas de dichos centros; y las que por resolución de la autoridad competente, se dediquen a la fundación de los mismos.

CONABIO: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

CONAFOR: Comisión Nacional Forestal.

CONAGUA: Comisión Nacional del Agua.

CONAPO: Comisión Nacional de Población.

Contaminación: La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.

Contaminante: Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.

Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Desequilibrio ecológico: La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

Desmonte: Retiro de la capa vegetal (árboles, arbustos, hierbas) de una superficie de terreno.

Despalme: Retiro de la capa edáfica superficial o tierra fértil de un terreno.

Ecosistema: La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de estos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados.

Elemento natural: Los elementos físicos, químicos y biológicos que se presentan en un tiempo y espacio determinado sin la inducción del hombre.

Emisión: Liberación al ambiente de toda sustancia, en cualquiera de sus estados físicos, o cualquier tipo de energía, proveniente de una fuente.

EUPS: Ecuación Universal de Pérdida de Suelos.

Explotación: Las obras y trabajos destinados a la preparación y desarrollo del área que comprende el depósito mineral, así como los encaminados a desprender y extraer los productos minerales o sustancias existentes en el mismo.

Fauna silvestre: Las especies animales que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores que se encuentran bajo control del hombre, así como los animales domésticos que por abandono se tornen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y apropiación.

Franja o zona de protección: Las especies vegetales así como los hongos, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo las poblaciones o especimenes de estas especies que se encuentran bajo control del hombre.

Georeferenciación: Actividades de medición que se realizan en el campo con el objetivo de obtener las coordinadas geográficas de un punto (latitud y longitud).

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Jales: Residuos sólidos generados en las operaciones primarias de separación y concentración de minerales.

LGEEPA: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Lixiviado: Líquido proveniente de los residuos, el cual se forma por reacción química, arrastre o percolación y que contiene, disueltos o en suspensión, componentes que se encuentran en los mismos residuos.

Manifestación del impacto ambiental: El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.

Material peligroso: Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Mena: Cuerpo de roca de composición mineralógica uniforme, generalmente metálica, que en forma de cuerpos continuos forma parte de las reservas económicas de un yacimiento.

Minado: Conjunto de obras realizadas para iniciar la extracción del mineral con valor económico del yacimiento. Pueden ser actividades de minado a cielo abierto y subterráneas.

Msnm: Metros sobre el nivel del mar.

Presa (depósito) de jales: Obra de ingeniería para el almacenamiento o disposición final de los jales, cuya construcción y operación ocurren simultáneamente.

Prevención: El conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente.

Protección: El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro.

Recurso natural: El elemento natural susceptible de ser aprovechado en beneficio del hombre.

Restauración: Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.

SAGARPA: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

SE: Secretaría de Economía.

SEGOB: Secretaría de Gobierno.

SEMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SERNATUR: Servicio Nacional de Turismo del Gobierno de Chile.

SMN: Sistema Meteorológico Nacional.

Talud: Es el ángulo, medido en grados entre la horizontal y una línea imaginaria, juntando el pie de banco y su cresta.

Tepetates: Residuos conformados por apilamiento de material mineral, sin valor económico. Incluye al descapote.

Terraza: Superficie horizontal que irrumpe la inclinación del banco.

Vocación natural: Condiciones que presenta un ecosistema para sostener una o varias actividades sin que se produzcan desequilibrios ecológicos.

Zona urbana: Espacio territorial de influencia dominante de un centro de población.

X. Bibliografía.

Buckland, S. T., S. J. Marsden & Rhys E. Green. *Estimating bird abundance: making methods work*. Bird Conservation International No. 18. Pp:91–108.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*, Texto vigente, <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/259.pdf>

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*, Texto vigente, <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148.pdf>

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental*, Texto vigente, <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PPD02/Reg_LGEEPA_MEIA.pdf>

Campbell, H.W., and S.P. Christman. 1982. *Field techniques for herpetofaunal community analysis.* pgs 193-200. In: N.J. Scott, Jr., editor. Herpetological Communities, Research Report 13. U.S. Fish and Wildlife Service. 239 pp.

CEASSA, S.C, (2010, Diciembre), "Manifestación de Impacto Ambiental", <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/slp/estudios/2011/24SL2011MD002.pdf>

Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. FCE-CONABIO. México. 1986 pp.

Comisión Nacional de Población (CONAPO*), Anexo B. Índices de intensidad migratoria, México-Estados Unidos por entidad federativa y municipio*, México, 2010, 140 pp. <http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/intensidad_migratoria/anexos/Anexo_B1.pdf>

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), *Estadísticas del Agua en México, Edición 2011*, Marzo de 2011, <http://www.conagua.gob.mx/OCB07/Contenido/Documentos/EstadisticaAguamexico2011.pdf>

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), *Sistema Meteorológico Nacional, Climatología estadística Estación 10029*, 2012, <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/Estadistica/10029.pdf>

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), *Catálogo de contenido de carbono en especies forestales de tipo arbóreo del noreste de México*, 2007.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), *Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad*, 2012, <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/region/biotic/rhpri4mgw >

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Programa Regiones Hidrológicas Prioritarias: Arriaga,L., V. Aguilar, J. Alcocer, R. Jiménez, E. Muñoz y E. Vázquez (coordinadores), *Regiones hidrológicas prioritarias, RHP 040,* México, <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rhp_040.html>

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Programa Regiones Hidrológicas Prioritarias: Arriaga,L., V. Aguilar, J. Alcocer, R. Jiménez, E. Muñoz y E. Vázquez (coordinadores), *Regiones hidrológicas prioritarias, Listado,* México, <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Hlistado.html>

Conesa Fernández-Vítora, V., *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental,* Editorial Mundi-Prensa, Madrid, 1997, 3ª edición.

Coordinación de Estrategias de Biodiversidad y Cooperación-CONABIO. 2021. *Resumen de La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado*. CONABIO, México.

Crump & Scott en: Gutiérrez-Lamus, D. L. V. H. Serrano, M. P. Ramírez-Pinilla. 2004. *Composición y abundancia de anuros en dos tipos de bosque (natural y cultivado) en la cordillera oriental Colombiana*. Caldasia. 26(1) pp: 245-264.

Escalante, P., A.G. Navarro S. y A.T. Peterson. 1993. *A geographic, historical, and ecological analysis of avian diversity in Mexico.* Pp. 281-307 en: (T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot, y J. Fa, eds.) The biological diversity of Mexico: origins and distribution. Oxford Univ. Press, New York.

Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO), *Microcuencas*, México.

Flores Villela, Oscar A., Fernando Mendoza Quijano, Gracia González Porter. 1995. *Recopilación de claves para la determinación de anfibios y reptiles de México.* Publicación especial del Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F. Vol. 10: 285 p.

García, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen*. Segunda edición. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 246 p.

Gobierno del Estado de Durango, *Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Durango (2023-2028*), Dirección de Planeación, Seguimiento y Evaluación, 279pp.

Gobierno del Estado de Durango, *Plan Estratégico de Durango 2040*, 2021, 270 pp.

Gobierno del Estado de Durango, *Actualiazación del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango (2016)*, Periódico Oficial del Estado de Durango, Tomo CCXXXI, 8 de septiembre de 2016, No. 72 Bis.

González García, F. & H. Gómez de Silva. 2003. *Especies endémicas: riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación*. Pp. 150-194. En: H. Gómez de Silva y A. Oliveras de Ita (Eds.). Conservación de Aves. Experiencias en México. National Fish and Wildlife Foundation y CONABIO. 58 p.

Greene, H. W. (1997), *SNAKES: The evolution of mystery in nature*, University of California Press, Berkeley, USA.

Hall, E. R. 1981. *The Mammals of North America*. John Wiley Vol. I: XV+600+1-90, VOL II:VI+601=1181+1-90.

Hartl, D. L. y A. G. Clark. 2007. *Principles of population genetics*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts. USA. 652 p

Howell, S.N.G. & S. Webb. 1995. *A guide to the birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press. New York. 851 p.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). *Aguas Superficiales, Serie I, Conjunto de datos eg1307 y eg1308,* México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). *Banco de información socio-demográfica y económica*, Durango, México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). *Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII*, México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). *Carta topográfica 1:50,000*. Durango, México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). *Red Hidrográfica, Subcuenca Hidrográfica RH36Cg,* México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). *Carta topográfica – Curvas de Nivel, G13C17,* México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). *Conjunto de Datos Geológicos Vectoriales G1307, G1308 y G1308pg, Serie I,* México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). *Conjunto de Datos Vectoriales Fisiográficos, Sistema de Topoformas,* México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). *Conjunto Nacional de Datos Vectorial Edafológico, G1308e, Serie II,* México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). *Conjunto de Datos Vectoriales - Climas*, México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). *Erosión de Suelo, Serie I*, México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 1991. *Carta geológica, escala 1:250000. Guachochi G13-4*, México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 1992. *Carta geológica, escala 1:250000. Hidalgo del Parral G13-5*, México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 1999a. *Carta geológica, escala 1:250000. Pericos G13-7*, México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 1999b. *Carta geológica, escala 1:250000. Santiago Papasquiaro G13-8*, México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), *Mapa Digital de México V6.0*, 2013, < http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). *Compendio de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Guanaceví, Durango,* México, 2010.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), *Simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas*, SIATL, 2012, <http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#app=f4c9&e312-selectedIndex=0 >

International Union for Conservation of Nature (IUCN), *The IUCN Red List of Threatened Species*, 2013, <http://www.iucnredlist.org/>

International Union of Soil Sciences (IUSS), Grupo de Trabajo WRB. 2007. *Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103*. FAO, Roma.

Leopold, A.S. 1990. *Fauna silvestre de México*. Editorial Pax. México, D.F. 608 p.

Magurran, A. E. 1989. *Diversidad Ecológica y su medición*. Ediciones Vedrá. Barcelona, 200 p.

Marmillod, D., Pedro P. y P. Ferreira, *Diseño y Aplicación y Aplicación de un inventario Forestal Diversificado (Productos Maderables y No Maderables) en Petén, Guatemala*. Simposio Internacional. Posibilidades de Manejo Forestal Sostenible en América Tropical, 1997.

Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR), Gobierno de Chile, *Turismo y Paisaje: Una aproximación al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental*, 117 p, Santiago, Chile, <http://www.sernatur.cl/estudios-y-estadisticas?did=145>

Monterroso, R. A., Gómez D. J., Tinoco R. J. y Toledo M. M., *Generación de escenarios de cambio climático a escala regional al 2030-2050, Sector Ganadero*, Universidad Autónoma de Chapingo, México, 2008, <http://www.atmosfera.unam.mx/cclimat/Taller_CCA_INE_dic08/SECTOR_GANADERO_Dic08.pdf>

Municipio de Guanaceví, *Actividades económicas (Turismo, Agricultura, Industria, Minería, Comercio, Ganadería, Pesca, Silvicultura)*, <http://www.guanacevi.gob.mx/>

Navarro, A.G. Y H. Benítez D. 1993. *Patrones de riqueza y endemismo de las aves*. Ciencias No. Esp. 7:45-54.

Nelly, C. y Bunning S., *Dryland Pastoral Systems and Climate Change: Implications and Opportunities for Mitigation and Adaptation*, FAO-NRL Working Paper, Roma, Italia, 2008.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura (FAO), *Apoyo a la rehabilitación productiva y el manejo sostenible de microcuencas en municipios de Ahuachapán a consecuencia de la tormenta Stan y la erupción del volcán Ilamatepec, Nota Técnica 1, la Microcuenca como ámbito de planificación de los recursos naturales,* <http://www.fao.org/climatechange/30329-07fbead2365b50c707fe5ed283868f23d.pdf >

Peterson, R.T. & E.L., Chalif. 1989. *Aves de México*. Traducido por Mario Ramos y Maria Isabel Castillo. Diana, México, D.F. 473 p.

Pettingill, O. S. Jr. 1969. *Ornithology in Laboratory and Field*. 4th ed. Burgess, Minneapolis, Minnesota. 524 p.

Ralph, C. John et al. 1996. *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany, CA: Pacific South west Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 pp.

Rzedowski, J., *Vegetación de México*, 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, 2006, <http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Cont.pdf>

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), *Estimación de la Erosión del Suelo*, México, <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/CursoTaller%20Desarrollo%20de%20capacidades%20orientadas%20a/Attachments/23/01.pdf>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), *Compendio de Estadísticas Ambientales 2012, Volúmenes de recarga y extracción de acuíferos sobreexplotados,* <http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/compendio/dgeiawf.semarnat.gob.mx_8080/ibi_apps/WFServletc26a.html>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo*, Diario Oficial de la Federación del 30 de diciembre de 2010, 2da. Sección.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), *Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA),* <http://mapas.semarnat.gob.mx/SIGEIA4PUBLICO/BOS/Bos.php >

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), *Subsistema de Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera de México (SINEA),* <http://sinea.semarnat.gob.mx/sinae.php?steprep=81&process=UkVQT1JURUFET1I=&r=RW1pc2lvbmVzIHBvciBtdW5pY2lwaW8=>

Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), *Normas Oficiales Mexicanas*, <http://stps.gob.mx/02_sub_trabajo/01_dgaj/normas.htm>

Servicio Geológico Mexicano (SGM), *Panorama Minero del Estado de Durango*, Edición 2021, México, 52 pp.

Shaeffer, R.; Mendenhall, W.; Ott, L.. *Elementos de muestreo*. Trad. G. Rendón y J.R. Gómez. México, Grupo Editorial Iberoamericano, 1993, 321 pp.

Sibley, D. A. 2003. *The Sibley Guide to Birds*. National Audubon Society Alfred A. Knopf.

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), *Regiones Sísmicas en México*, Sistema Sismológico Nacional, <http://www2.ssn.unam.mx/website/jsp/region_sismica_mx.jsp>

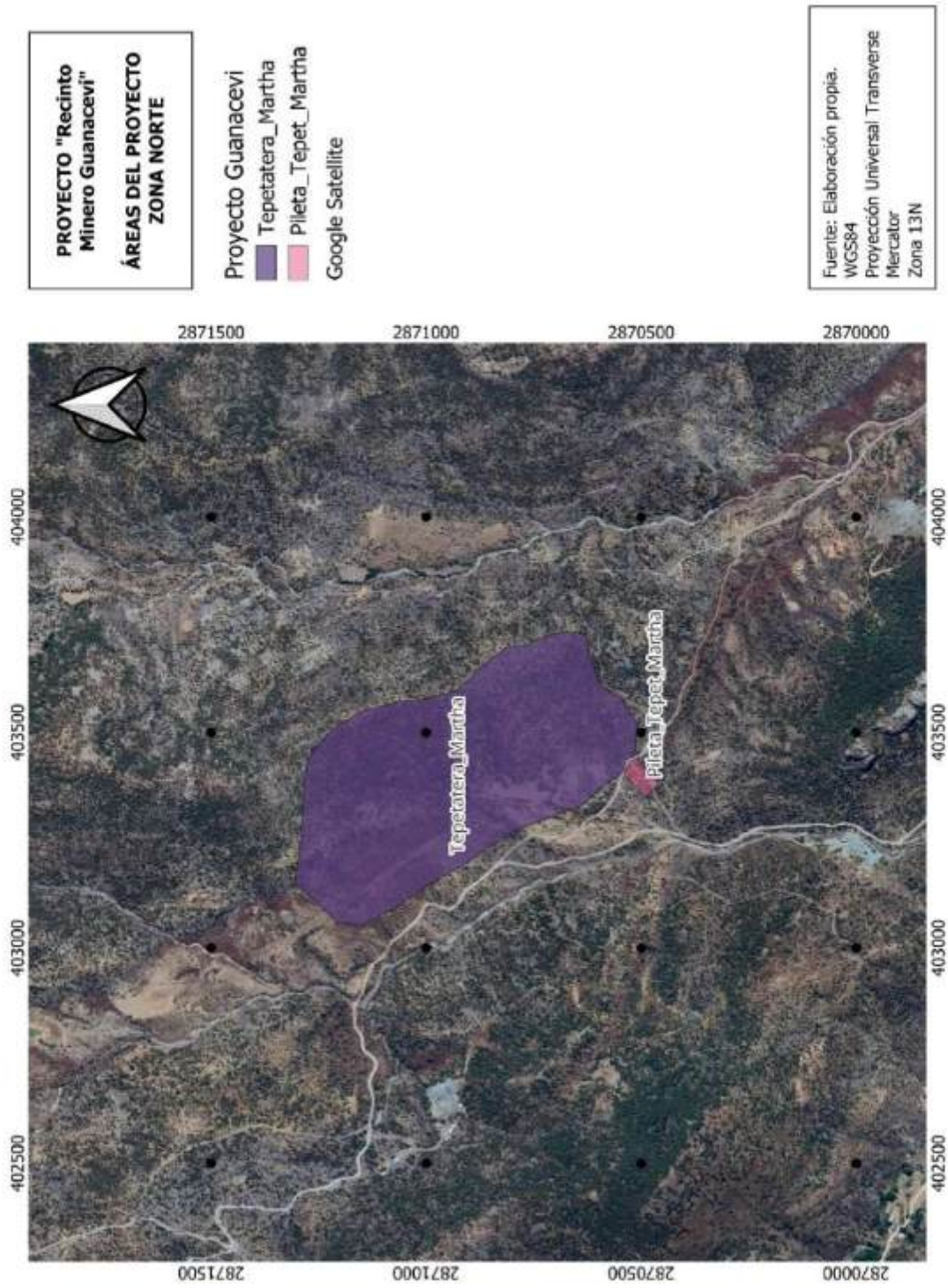
Zamorano de Haro, P. (2009), *La flora y fauna silvestres en México y su regulación, Estudios Agrarios*, Procuraduría Agraria.

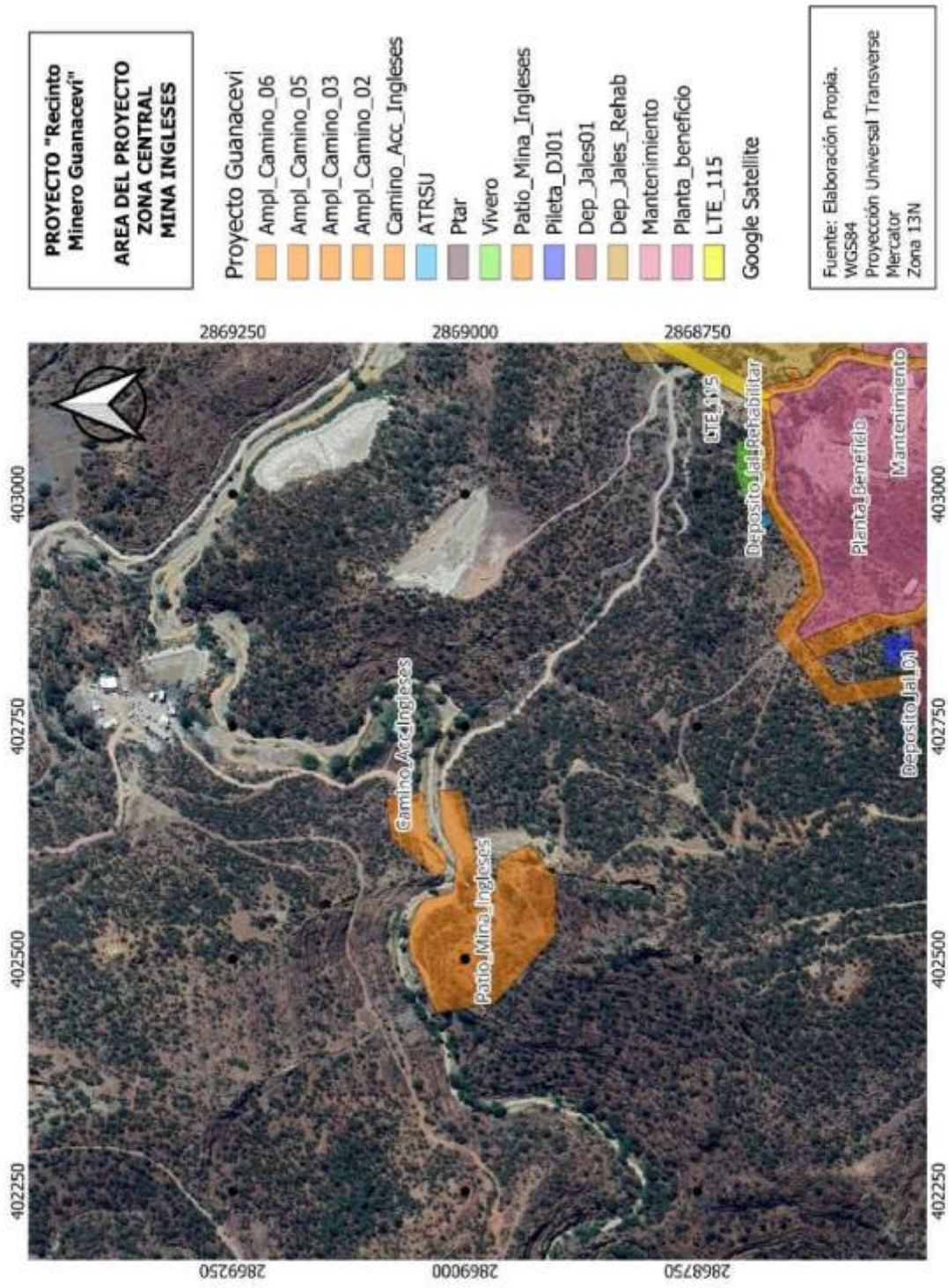
XI. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.

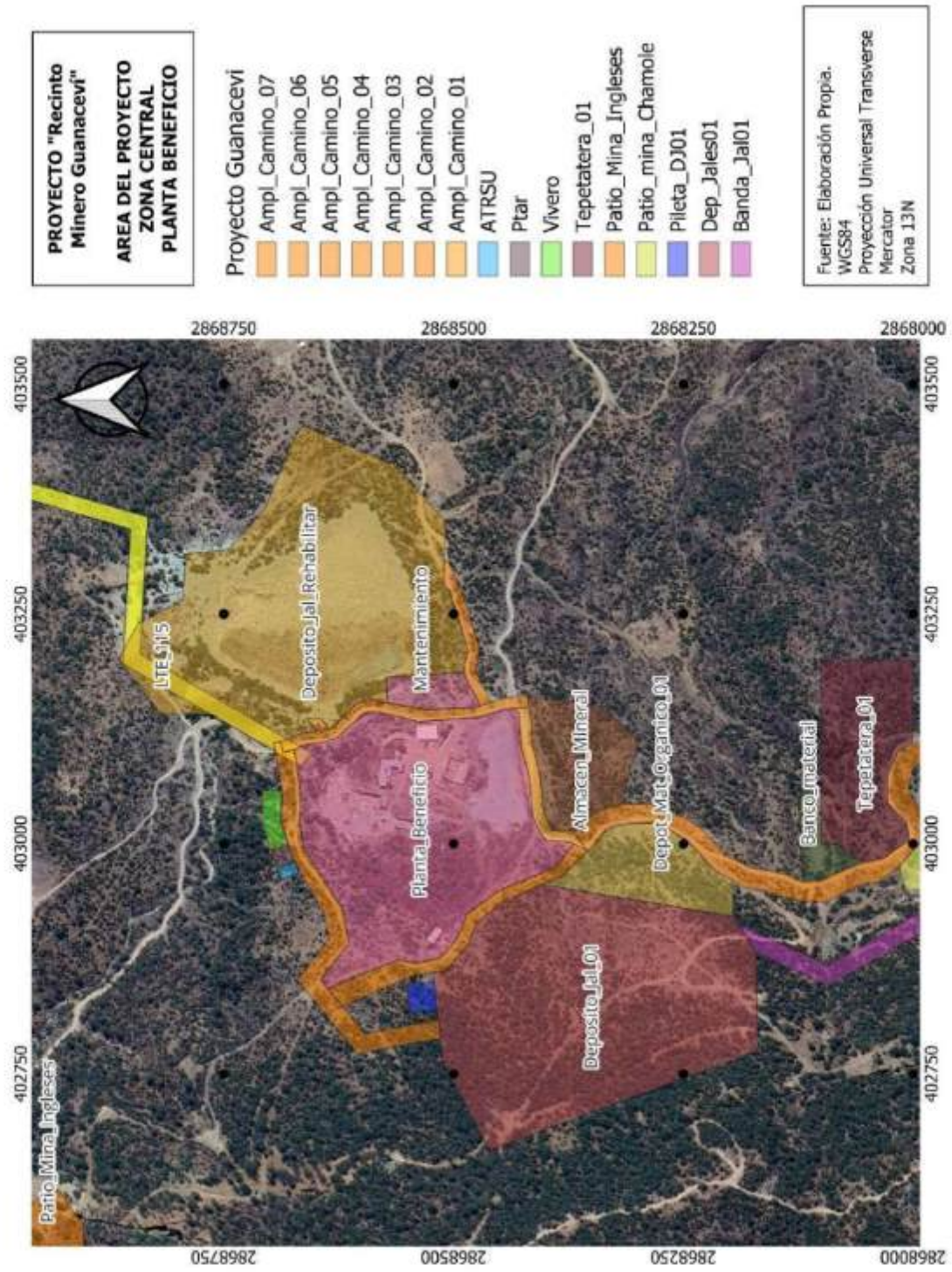
XI.1. Formatos de presentación.

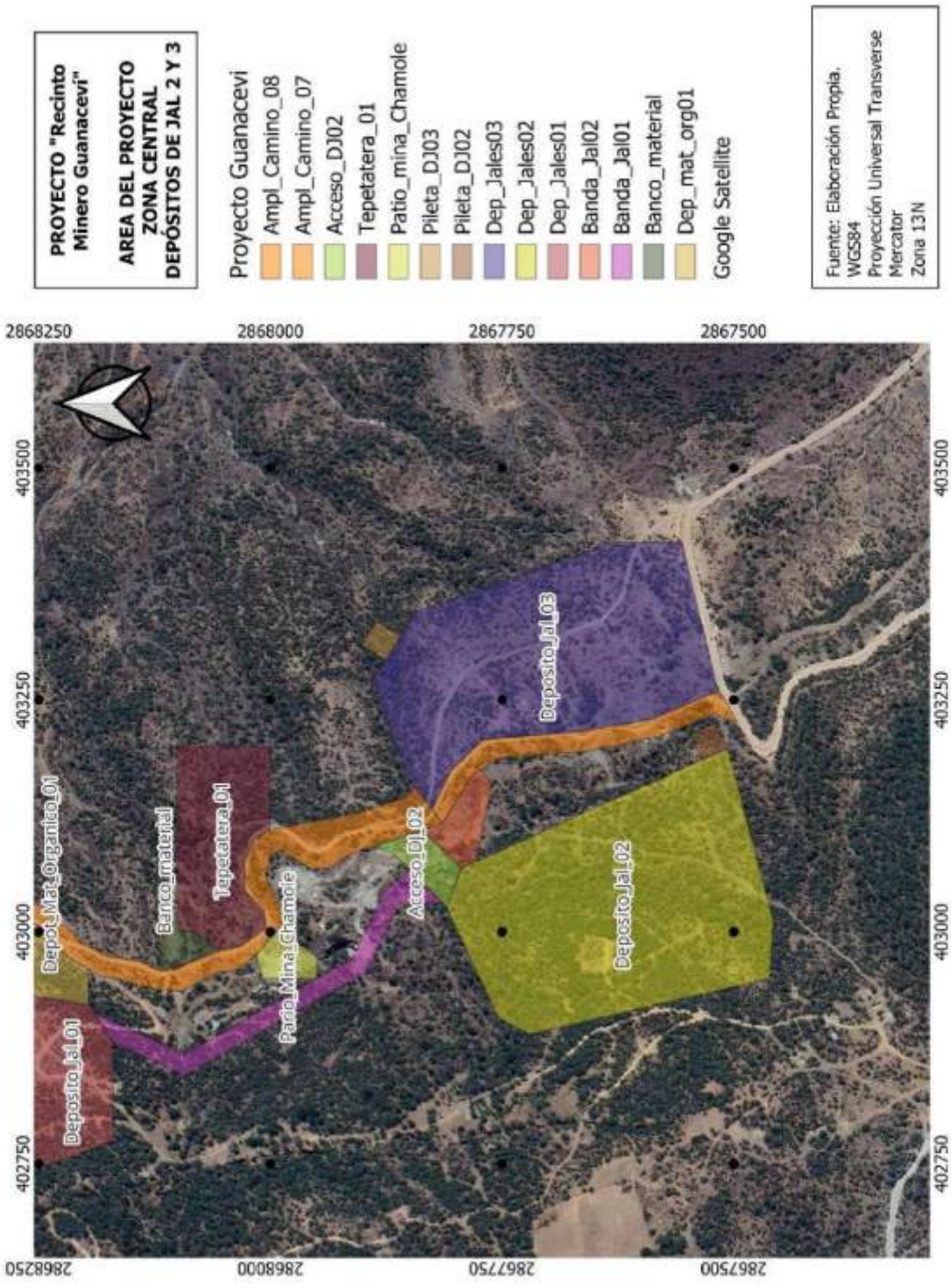
XI.1.1. Ubicación del proyecto.

XI.1.2. Distribución de superficies en las áreas del proyecto.

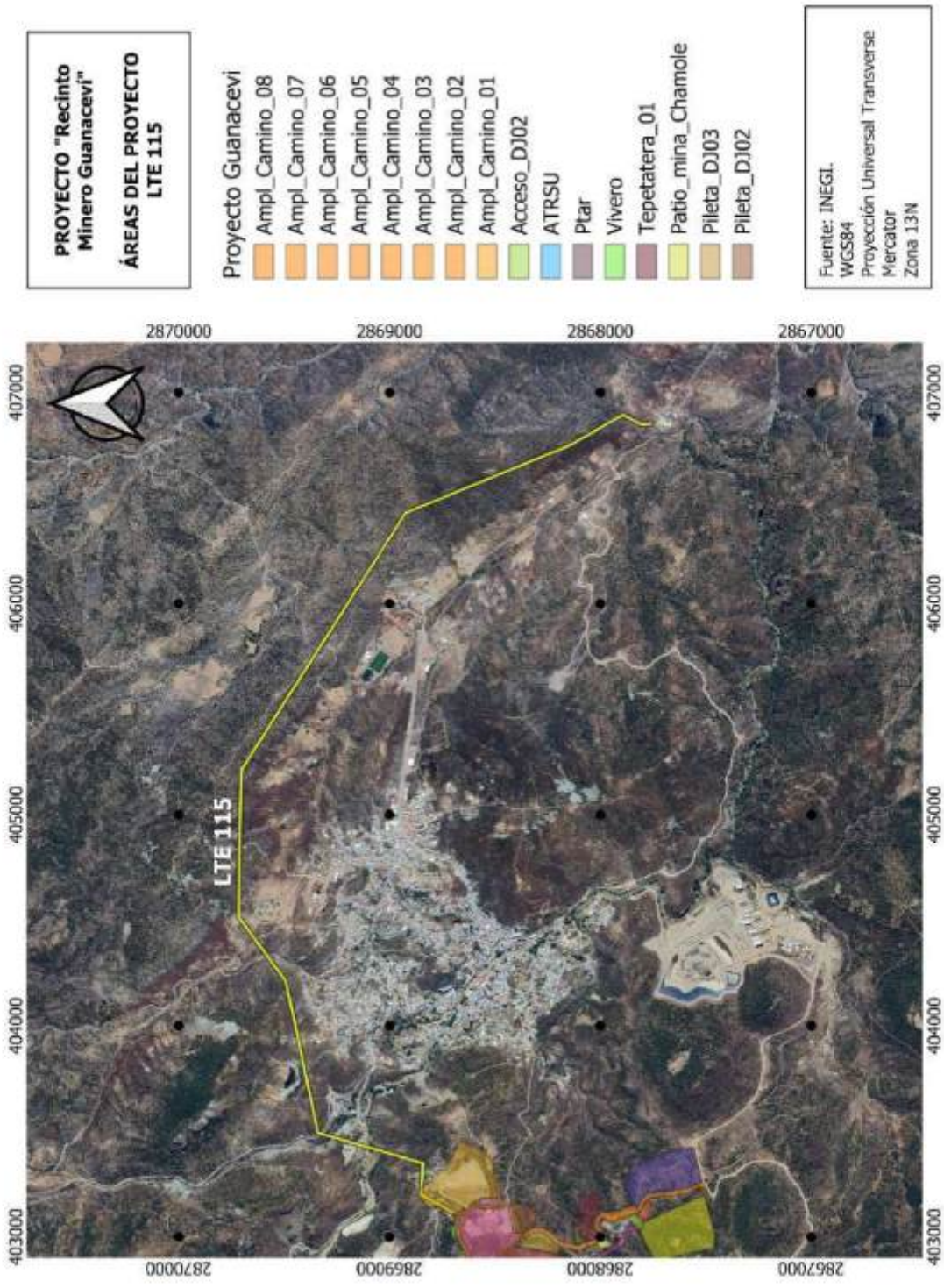



PROYECTO "Recinto Minero Guanacevi"
AREA DEL PROYECTO ZONA CENTRAL MINA INGLESES
Proyecto Guanacevi
Ampl_Camino_06
Ampl_Camino_05
Ampl_Camino_03
Ampl_Camino_02
Camino_Acc_Ingleses
ATRSU
Ptar
Vivero
Patio_Mina_Ingleses
Pileta_DJ01
Dep_Jales01
Dep_Jales_Rehab
Mantenimiento
Planta_beneficio
LTE_115
Google Satellite
Fuente: Elaboración Propia.
WGS84
Proyección Universal Transverse Mercator
Zona 13N
2869250
2869000
2868750
403000
402750
402500
402250
Camino_Acc_Ingleses
Patio_Mina_Ingleses
LTE_115
Deposito_Jal_Rehabilitar
Planta_Beneficio
Mantenimiento
Deposito_Jal_01

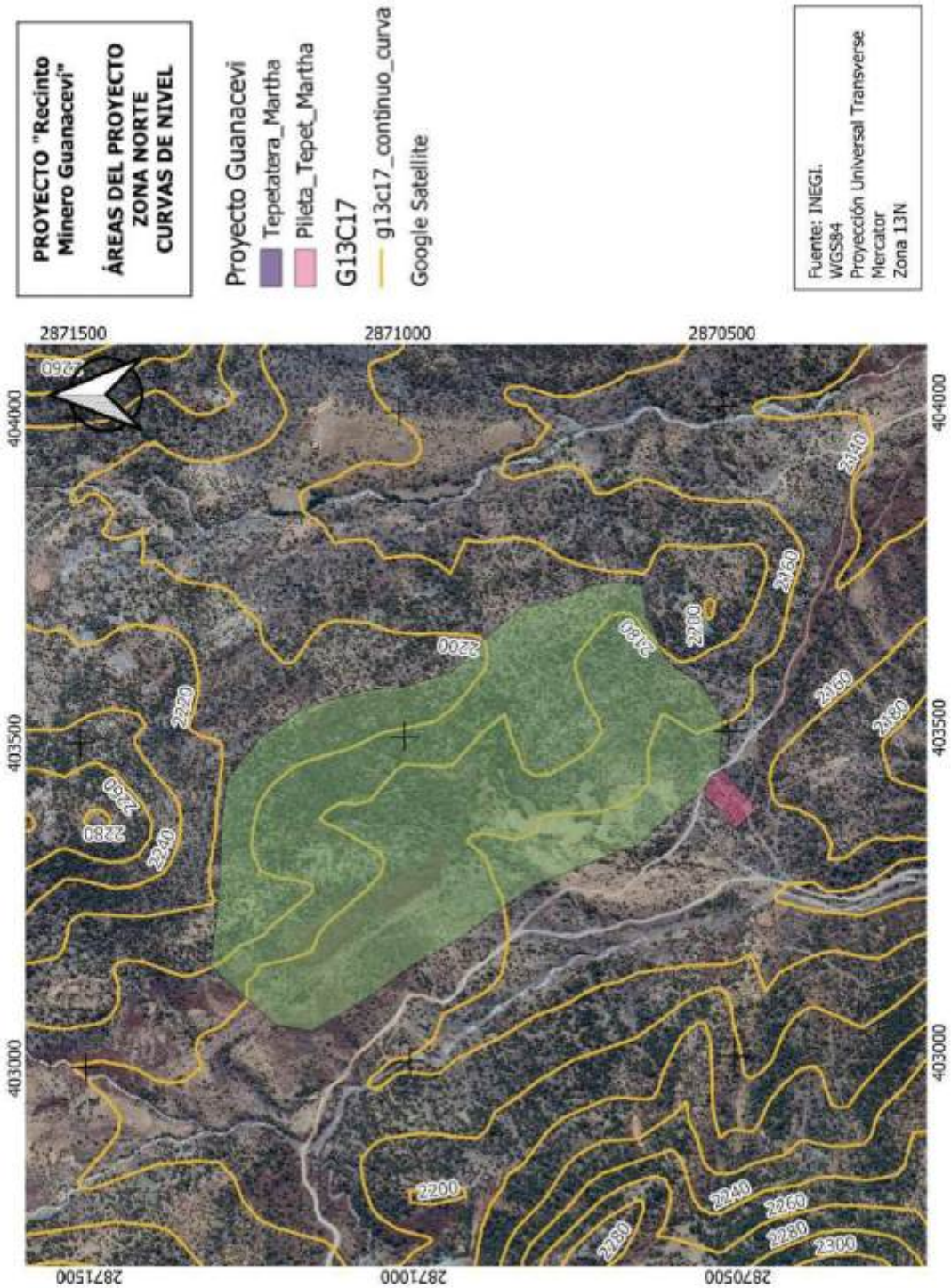

PROYECTO "Recinto Minero Guanacevi"
AREA DEL PROYECTO
ZONA CENTRAL
PLANTA BENEFICIO
Proyecto Guanacevi
Ampl_Camino_07
Ampl_Camino_06
Ampl_Camino_05
Ampl_Camino_04
Ampl_Camino_03
Ampl_Camino_02
Ampl_Camino_01
ATRSU
Ptar
Vivero
Tepetatera_01
Patio_Mina_Ingleses
Patio_mina_Chamole
Pileta_DJ01
Dep_Jales01
Banda_Jal01
Fuente: Elaboración Propia.
WGS84
Proyección Universal Transverse Mercator
Zona 13N
2868750
2868500
2868250
2868000
403500
403250
403000
402750
LTE_115
Deposito_Jal_Rehabilitar
Mantenimiento
Planta_Beneficio
Almacen_Mineral
Depot_Mat_Organico_01
Banco_material
Tepetatera_01
Deposito_Jal_01
Patio_Mina_Ingleses


PROYECTO "Recinto Minero Guanacevi"
AREA DEL PROYECTO ZONA CENTRAL DEPÓSITOS DE JAL 2 Y 3
Proyecto Guanacevi
Ampl_Camino_08
Ampl_Camino_07
Acceso_DJ02
Tepetatera_01
Patio_mina_Chamole
Pileta_DJ03
Pileta_DJ02
Dep_Jales03
Dep_Jales02
Dep_Jales01
Banda_Jal02
Banda_Jal01
Banco_material
Dep_mat_org01
Google Satellite
Fuente: Elaboración Propia.
WGS84
Proyección Universal Transverse Mercator
Zona 13N
2868250
2868000
2867750
2867500
403500
403250
403000
402750
Deposito_Jal_03
Deposito_Jal_02
Deposito_Jal_01
Depot_Mat_Organico_01
Banco_material
Tepetatera_01
Acceso_DJ_02
Patio_Mina_Chamole

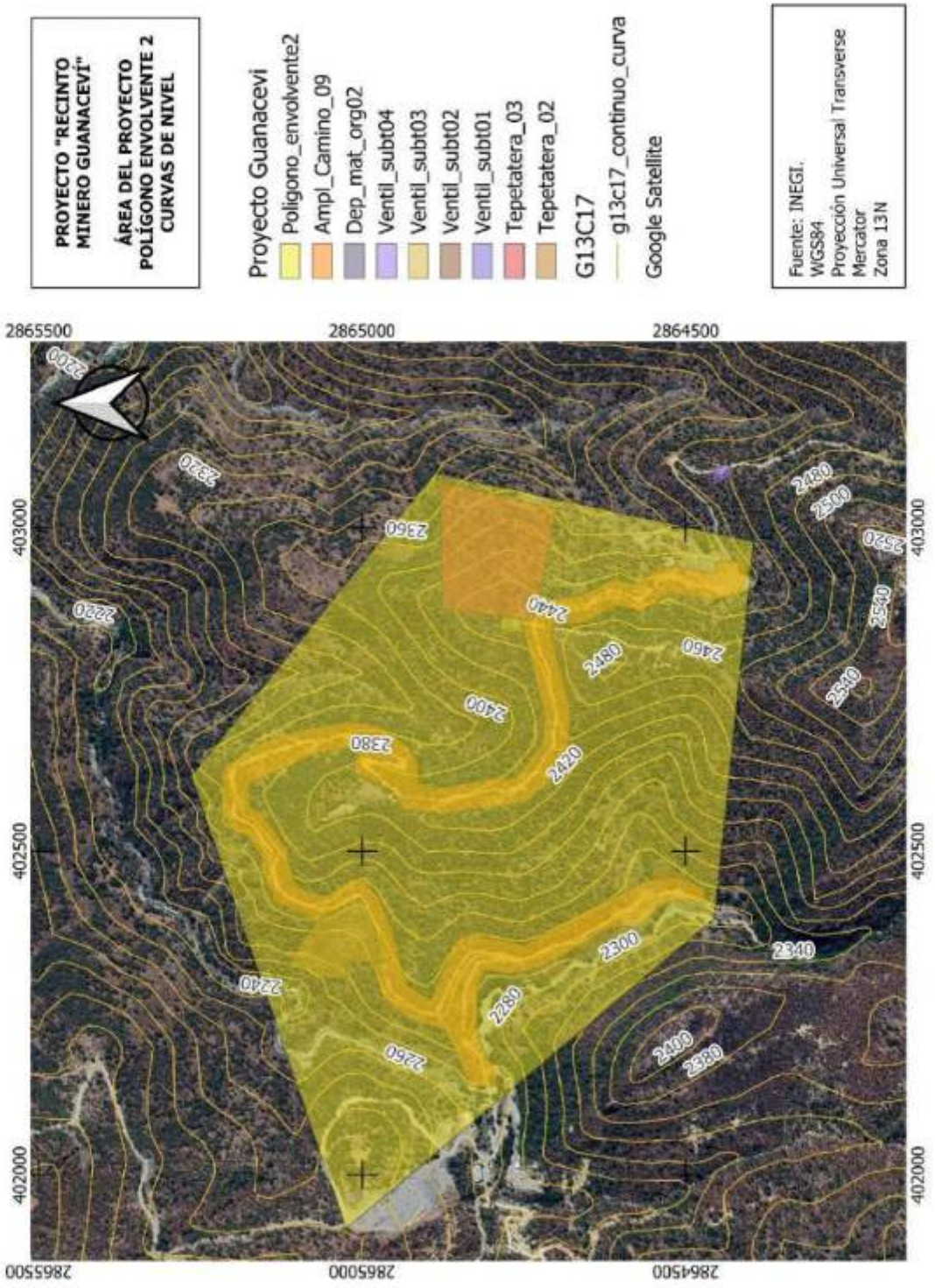
PROYECTO "Recinto Minero Guanacevi"
AREA DEL PROYECTO ZONA SUR
Proyecto Guanacevi
Ampl_Camino_09
Dep_mat_org02
Ventil_subt04
Ventil_subt03
Ventil_subt02
Tepetatera_03
Tepetatera_02
Google Satellite
Fuente: Elaboración Propia.
WGS84
Proyección Universal Transverse Mercator
Zona 13N
2865250
2865000
2864750
2864500
403000
402750
402500
402250
Tepetatera_03
Depot_Mat_Organico_02
Tepetatera_02


PROYECTO "Recinto Minero Guanacevi"
ÁREAS DEL PROYECTO LTE 115
Proyecto Guanacevi
Ampl_Camino_08
Ampl_Camino_07
Ampl_Camino_06
Ampl_Camino_05
Ampl_Camino_04
Ampl_Camino_03
Ampl_Camino_02
Ampl_Camino_01
Acceso_DJ02
ATRSU
Ptar
Vivero
Tepetatera_01
Patio_mina_Chamole
Pileta_DJ03
Pileta_DJ02
Fuente: INEGI.
WGS84
Proyección Universal Transverse Mercator
Zona 13N
2870000
2869000
2868000
2867000
407000
406000
405000
404000
403000
LTE 115

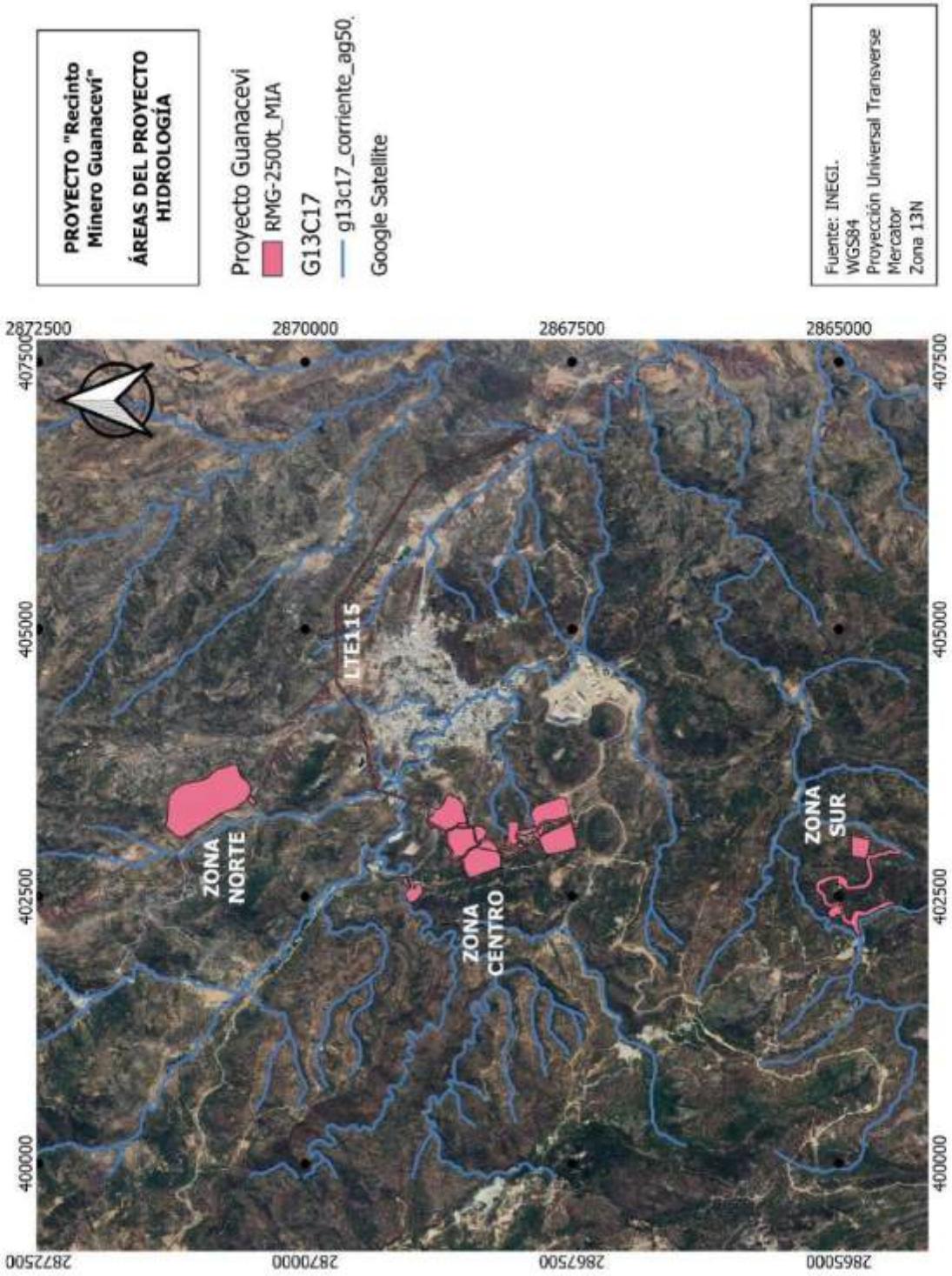
XI.1.3. Relieve en las áreas del proyecto.



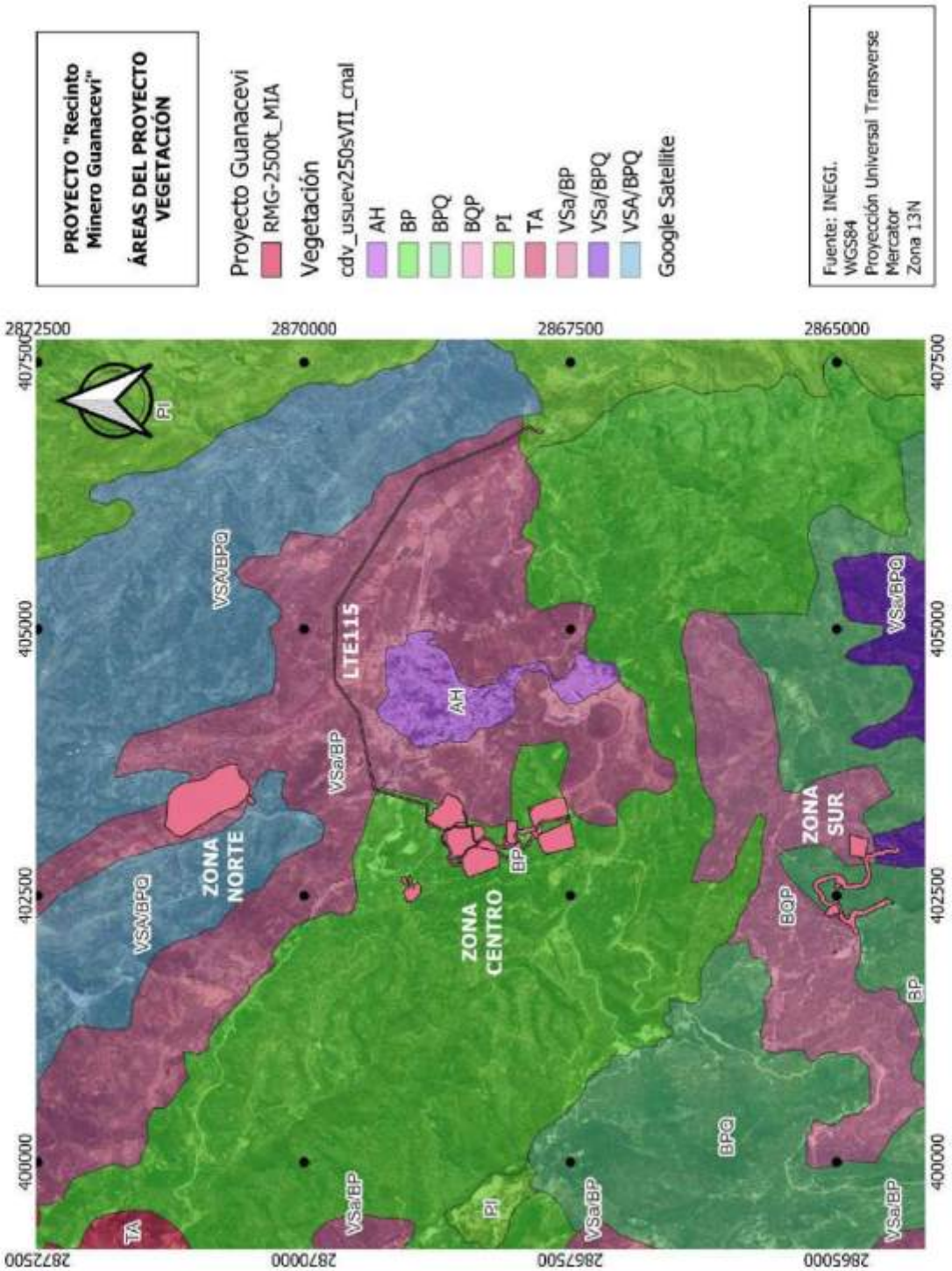
PROYECTO "Recinto Minero Guanacevi"
AREA DEL PROYECTO
POLÍGONO ENVOLVENTE 1
CURVAS DE NIVEL
Proyecto Guanacevi
Poligono_envolvente1
G13C17
g13c17_continuo_curva
Google Satellite
Fuente: INEGI.
WGS84
Proyección Universal Transverse Mercator
Zona 13N
2869000
2868500
2868000
2867500
404000
403500
403000
402500
2080
2100
2120
2140
2160
2180
2200
2220
2240
2260
2280
2300
2320
2340


PROYECTO "RECINTO MINERO GUANACEVÍ"
ÁREA DEL PROYECTO
POLÍGONO ENVOLVENTE 2
CURVAS DE NIVEL
Proyecto Guanacevi
Poligono_envolvente2
Ampl_Camino_09
Dep_mat_org02
Ventil_subt04
Ventil_subt03
Ventil_subt02
Ventil_subt01
Tepetatera_03
Tepetatera_02
G13C17
g13c17_continuo_curva
Google Satellite
Fuente: INEGI.
WGS84
Proyección Universal Transverse Mercator
Zona 13 N
2865500
2865000
2864500
403000
402500
402000

XI.1.4. Hidrología en las áreas del proyecto.



XI.1.5. Vegetación en las áreas del proyecto.



XI.1.6. Listado de flora en el Sistema Ambiental y las áreas del proyecto.

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Sistema Ambiental	Proyecto
Arbóreo	*Salix bonplandiana*	Sauce	X	X
	Pinus arizonica		X	
	Pinus cembroides	pino piñonero	X	X
	Pseudotsuga menziesii		X	
	Quercus eduardii		X	
	Quercus emoryi		X	
	Quercus sideroxyla		X	
Arbustivo	*Arctostaphylos pungens*	Manzanita	X	X
	Agave parryi	Maguey mezcal	X	X
	Dasylirion wheeleri	Sotol del desierto	X	X
	Baccharis pteronioides	Caratacua	X	
	Baccharis salicifolia	Jaral	X	X
	Coryphantha recurvata		X	
	Cylindropuntia imbricata	Cardenche	X	X
	Echinocereus adustus		X	
	Echinocereus polyacanthus	Alicoche de la Sierra Madre Occidental	X	
	Mammillaria heyderi	Biznaga china	X	X
	Opuntia ficus-indica	Nopal de castilla	X	
	Opuntia macrocentra	Nopal violáceo	X	X
	Opuntia macrorhiza		X	
	Opuntia microdasys	Nopal cegador	X	
	Opuntia senilis	Nopal viejito	X	
	Mimosa aculeaticarpa	Espino	X	X
	Dalea albiflora		X	
	Vachellia schaffneri	huizache chino	X	X
	Mimosa dysocarpa	Garroa	X	
	Cupressus lusitanica	cedro blanco	X	
	Juniperus coahuilensis	Junípero	X	X
	Juniperus pinchotii		X	
	Astrolepis sinuata	doradilla ondulada	X	
	Myriopteris aurea	Helecho dorado	X	X
Herbáceo	*Nemastylis tenuis*	zacaya	X	
	Deiregyne falcata		X	
	Govenia lagenophora		X	
	Habenaria schaffneri		X	
	Malaxis elliptica		X	
	Malaxis macrostachya		X	
	Platanthera brevifolia		X	
	Gibasis venustula		X	
	Cyperus odoratus	Hierba del zopilote	X	
	Eleocharis montevidensis		X	
	Bouteloua gracilis	Navajita	X	X
	Chloris verticillata		X	

Estrato	Nombre científico	Nombre común	Sistema Ambiental	Proyecto
	Chloris virgata	Barbas de indio	X	X
	Hordeum vulgare		X	
	Melinis repens	Pasto africano rosado	X	X
	Achillea millefolium	Milenrama eurasiática	X	
	Barkleyanthus salicifolius		X	
	Bidens odorata	Aceitilla	X	X
	Bidens pilosa	acahual blanco	X	X
	Brickellia veronicifolia	peista	X	X
	Cosmos bipinnatus	Girasol morado	X	X
	Erigeron canadensis	Hierba carnicera	X	X
	Erigeron flagellaris		X	X
	Laennecia sophiifolia	rastrojera	X	X
	Milla biflora	Estrellita	X	X
	Senecio ovatus		X	X
	Simsia amplexicaulis	Acahual	X	X
	Stevia serrata	Burrillo	X	X
	Symphyotrichum subulatum	metezurras	X	X
	Taraxacum officinale	Dientes de león	X	X
	Tridax balbisioides		X	X
	Sisymbrium irio	Mostacilla	X	
	Alternanthera caracasana	Verdolaga cimarrona	X	
	Loeselia greggii	huachichile	X	
	Amicia zygomeris	Quelite de puerco	X	
	Trifolium wormskioldii	trébol de la costa	X	
	Asclepias lemmonii	Talayote	X	
	Asclepias otarioides	Guayule	X	
	Houstonia wrightii		X	
	Salvia prunelloides	salvia consuelda	X	
	Salvia regla	Aretillo	X	
	Salvia tiliifolia	salvia hoja de tilo	X	
	Sida abutilifolia	Hierba de la viejita	X	X
	Punica granatum	granada cordelina	X	
	Arceuthobium vaginatum		X	
	Phoradendron juniperinum		X	
	Echeveria mucronata	Conchita	X	
	Ipomoea purpurea	Campanilla morada	X	X
	Solanum angustifolium		X	X
	Solanum rostratum	Ayohuiztle	X	X

XI.1.7. Listado de fauna en el Sistema Ambiental y las áreas del proyecto.

Grupo	Nombre científico	Nombre común	Sistema Ambiental	CUSTF
Herpetofauna	*Anaxyrus mexicanus*	Sapo pie de pala	X	
	Hyla eximia	Rana verde	X	
	Barisia imbricata	Lagarto alicante de las montañas	X	
	Sceloporus lemosespinali	Lagartija espinosa chihuahuense	X	X
	Thamnophis cyrtopsis	Culebra lineada de bosque	X	
	Crotalus molossus	Víbora de cascabel	X	
Aves	*Accipiter striatus*	Gavilán pajarero	X	
	Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	X	X
	Circus cyaneus	Aguililla rastrera	X	
	Cathartes aura	Aura	X	X
	Coragyps atratus	Zopilote cabeza negra	X	X
	Anas platyrhynchos diazi	Pato mexicano	X	
	Aeronautes saxatalis	Vencejo	X	
	Ramosomyia violiceps	Colibrí corona violeta	X	
	Cynanthus latirostris	Colibrí pico ancho	X	X
	Selasphorus platycercus	Zumbador cola ancha	X	X
	Columba livia	Paloma domestica	X	
	Columbina inca	Torcacita	X	
	Patagioenas fasciata	Paloma encinera	X	X
	Streptopelia decaocto	Paloma turca	X	
	Zenaida asiatica	Paloma de alas blancas	X	X
	Zenaida macroura	Paloma huilota	X	X
	Geococcyx californianus	Correcaminos	X	X
	Falco sparverius	Halcón cernicalo	X	
	Psaltriparus minimus	Sastrecillo	X	X
	Aphelocoma woodhouseii	Chara de collar	X	X
	Corvus corax	Cuervo comun	X	X
	Junco hyemalis	Junco ojo negro	X	X
	Melozone fusca	Gorrión corona café	X	X
	Spizella pallida	Gorrión pálido	X	X
	Haemorhous mexicanus	Gorrión mexicano	X	X
	Spinus psaltria	Jilguero dominico	X	X
	Hirundo rustica	Golondrina tijereta	X	
	Toxostoma curvirostre	Pitacoche	X	
	Poecile sclateri	Carbonero mexicano	X	X
	Mniotilta varia	Chipe trepador	X	
	Setophaga coronata	Chipe coronado	X	
	Passer domesticus	Gorrión doméstico	X	
	Polioptila caerulea	Perlita gris	X	
	Phainopepla nitens	Capulinero negro	X	X

Grupo	Nombre científico	Nombre común	Sistema Ambiental	CUSTF
	Regulus calendula	Reyezuelo	X	X
	Auriparus flaviceps	Verdin	X	X
	Salpinctes obsoletus	Saltapared de rocas	X	X
	Thryomanes bewickii	Saltapared cola larga	X	X
	Sialia mexicana	Azulejo	X	X
	Turdus migratorius	Mirlo primavera	X	X
	Sayornis nigricans	Mosquero negro	X	X
	Sayornis saya	Papamoscas llanero	X	
	Tyrannus vociferans	Tirano chibiu	X	
	Vireo huttoni	Vireo reyezuelo	X	X
	Melanerpes aurifrons	Carpintero frente dorada	X	
	Dryobates scalaris	Carpintero mexicano	X	X
Mamíferos	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	X	X
	Pecari tajacu	Jabalí de collar	X	X
	Canis latrans	Coyote	X	
	Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	X	X
	Mephitis mephitis	Zorrillo norteño	X	X
	Corynorhinus townsendii	Murciélago orejón	X	
	Lepus californicus	Liebre cola negra	X	X
	Sylvilagus floridanus	Conejo serrano	X	X
	Neotoma mexicana	Rata cambalachera mexicana	X	X
	Peromyscus melanotis	Ratón de orejas negras	X	X
	Otospermophilus variegatus	Ardillón, ardilla de rocas	X	X