MIA

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

AUTLAN®

Resumen Ejecutivo

SANAT

Soluciones en Gestión Ambiental



Distrito Minero AUTLÁN

Este Resumen Ejecutivo se sustenta en la disposición contenida en el artículo 17 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, que dispone que la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, deberá acompañarse de un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental.

ÍNDICE GENERAL

I. Datos generales del proyecto 8
I.1 Nombre del proyecto 8
1.2 Naturaleza del proyecto 8
I.3 Ubicación del proyecto 10
II. Descripción de la obras y actividades 13
II.1 Información general 13
II.1.1. Justificación técnica y económica 16
II.1.2. Inversión del proyecto 17
II.1.3. Programa de trabajo 17
II.2 Características particulares de las áreas y actividades 19
II.2.1 Unidad Molango 25
II.2.2. Unidad Naopa - Polígono de Agrupación 5 33
II.2.3. Unidad Nonoalco - Polígono de Agrupación 6 35
II.2.2. Áreas de Interés de Exploración 38
II.2.3. Resumen de Uso de Suelo y Vegetación de Obras nuevas 42
II.3. Etapas de desarrollo del proyecto 42
II.3.1 Preparación del sitio y construcción 42
II.3.1.1. Tepetatera Guadalupe 42
II.3.2. Operación y mantenimiento 45
III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables 53
III.1. Instrumentos jurídicos 53
III.2. Leyes estatales 61
III.3 Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio 63
III.3.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio 63
III.3.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo 64
III.3.3. Programas de Ordenamiento Territorial municipales 75
III.4. Decretos y programas de conservación y manejo de áreas naturales protegidas 75
III.5. Áreas de importancia para la conservación 75
III.6. Planes o programas municipales de desarrollo urbano 77
III.7. Normas Oficiales Mexicanas 77
III.7.1. Normas Oficiales Mexicanas generales en materia ambiental 77
III.7. Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental específicas para minería 81
III.7.3. Normas Oficiales Mexicanas de referencia 85
III.8. Instrumentos Sectoriales 85
III.8.1. Estrategia Nacional de Cambio Climático 86
III.9. Acuerdos y tratados internacionales 87
III.10. Factibilidad jurídica del proyecto 87

IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región 93
IV.1. Delimitación y justificación del Sistema Ambiental Regional (SAR) 93
IV.2. Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional 94
IV.2.1. Regiones de interés ambiental 94
IV.2.1.2. Regiones prioritarias 95
IV.3. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR. 95
IV.3.1. Medio abiótico 95
IV.3.1.1. Clima 95
IV.3.1.1.1. Clasificación climática 95
IV.3.1.1.1.1. Temperaturas máximas, media y mínimas 96
IV.3.1.1.1.2. Evaporación 96
IV.3.1.1.2. Precipitación 96
IV.3.1.1.3. Granizadas 97
IV.3.1.1.4. Ciclones tropicales 97
IV.3.1.1.5. Vientos 97
IV.3.1.1.6. Heladas 98
IV.3.1.1.7. Aire 98
IV.3.1.2. Inventario de emisiones de contaminantes criterio 98
IV.3.1.3. Emisiones de contaminantes criterio a nivel estatal 98
IV.3.1.4. Emisiones de contaminantes criterio a nivel municipal 99
IV.3.1.5. Ambiente sonoro 99
IV.3.1.6. Fisiografía, geología y geomorfología 100
IV.3.1.6.1. Fisiografía 100
IV.3.1.6.1.1. Relieve 100
IV.3.1.6.2. Geología 101
IV.3.1.6.3. Evaluación de zonas potenciales de deslave 101
IV.3.1.6.4. Sismicidad 102
IV.3.1.6.5. Suelos 102
IV.3.1.6.5.1. Identificación de los tipos de suelo presentes a nivel del SAR del proyecto 102
IV.3.1.6.5.2. Degradación del suelo 103
IV.3.1.6.5.3. Determinación de pérdida de suelo por erosión hídrica en el SAR 103
IV.3.1.6.6. Hidrología 104
IV.3.1.6.6.1. Hidrología superficial 104
IV.3.1.6.6.2. Hidrología subterránea 104
IV.3.2. Medio biótico 104
IV. 3.2.1. Usos de suelo y vegetación 104
IV.3.2.2 Flora silvestre en el SAR del proyecto 105
IV.3.2.2.2 Caracterización de la flora silvestre en el SAR 107
IV.3.2.3 Fauna silvestre 114

IV.3.3 Diagnóstico ambiental 119
IV. 3.3.1 Paisaje 119
IV.3.3.2 Fragilidad ambiental 119
IV.3.4. Aspecto sociales 120
IV.3.5. Diagnóstico ambiental 120
IV.3.6. Cambio climático 120
V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional 121
V.1. Identificación de impactos. 121
V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales. 121
V.1.2. Proceso para la identificación y evaluación de impactos ambientales 122
V.1.3 Lista indicativa de indicadores de impacto 122
V.2 Metodología para la identificación y evaluación de impactos 124
V.2.1. Procedimiento seguido para la identificación de impactos 124
V.2.2. Valoración de impactos ambientales 134
V.3. Descripción y caracterización de los impactos 135
V.3.1 Análisis de los resultados de la valoración de impactos 137
V. 4. Impactos ambientales residuales 141
V. 5. Impactos ambientales acumulativos 142
V.6. Impactos ambientales del proyecto “Distrito Minero Autlán” 145
V. 7. Impactos ambientales a nivel del SAR 149
VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional. 159
VI.1. Programa de vigilancia ambiental 179
VII. Pronósticos ambientales regionales, y en su caso, evaluación de alternativas. 181
VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto. 181
VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto (Sin medidas de mitigación) 181
VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección. 182
VII.4 Pronóstico ambiental 183
VII. 5 Evaluación de alternativas 184
VII.6 Conclusiones 184

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla RE. 1. Superficies generales del proyecto 10
Tabla RE. 2. Autorizaciones Ambientales (unidades Naopa y Molango) 14
Tabla RE. 3. Programa de Trabajo del Proyecto DMA 18
Tabla RE. 4. Parámetros de temporalidad del Proyecto Distrito Minero Autlán 19
Tabla RE. 5. Concentrado de áreas y obras del Proyecto Distrito Minero Autlán por unidad minera 21
Tabla RE. 6. Áreas de las Zonas Ayotetla y Coyoles - Unidad Molango 27
Tabla RE. 7. Áreas de Interés de Exploración 39
Tabla RE. 8. Análisis de superficies de las Áreas de Interés de Exploración 39
Tabla RE. 9. Concentrado de superficies de las Áreas de Interés de Exploración 40
Tabla RE. 10. Distribución de las superficies del proyecto DMA 40
Tabla RE. 11. Resumen de Uso de Suelo y Vegetación que se verá afectado por la construcción de obras nuevas 42
Tabla RE. 12. Características geométricas de la Tepetatera Guadalupe – Unidad Naopa 43
Tabla RE. 13. Características generales de la Tepetatera Norte II y el bordo iniciador 43
Tabla RE. 14. Plan de explotación de la mina subterránea de la Unidad Molango 46
Tabla RE. 15. Procesamiento del mineral 47
Tabla RE. 16. Plantas de tratamiento de aguas residuales del proyecto 49
Tabla RE. 17. Tipo de residuos mineros generados 51
Tabla RE. 18. Emisiones de gases de efecto invernadero 52
Tabla RE. 19. Distribución del estatus de cumplimiento por tipo de disposición 52
Tabla RE. 20. Instrumentos regulatorios aplicables al proyecto Distrito Minero Autlán – Vinculación y Cumplimiento 54
Tabla RE. 21. Vinculación del proyecto con la normatividad ambiental del Estado de Hidalgo 61
Tabla RE. 22. Lineamientos y criterios de regulación ecológica aplicables a la Tepetatera Guadalupe 65
Tabla RE. 23. Lineamientos y criterios de regulación ecológica aplicables al Relleno Sanitario 68
Tabla RE. 24. Criterios de regulación ecológica aplicables a las Áreas de Interés de Exploración 72
Tabla RE. 25. Criterios de regulación ecológica aplicables a las Áreas de Evaluación Geológica 73
Tabla RE. 26. Criterios de regulación ecológica aplicables a las Áreas Verdes 73
Tabla RE. 27. Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental 77
Tabla RE. 28. Cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-157-SEMARNAT-2009 81
Tabla RE. 29. Indicadores de desempeño ambiental de Compañía Minera Autlán 86
Tabla RE. 30. Identificación y superficie de las áreas de influencia determinadas para el desarrollo del proyecto. 94
Tabla RE. 31. Listado general de especies de flora silvestre identificados en los muestreos realizados en el SAR del proyecto incluyendo las unidades del Distrito Minero Autlán, así como la identificación de la categoría de riesgo y clasificación en la lista roja de la UICN. 107
Tabla RE. 32. Listado general de especies de fauna silvestre identificadas en los muestreos realizados en el SAR del proyecto incluyendo las unidades del Distrito Minero Autlán, así como la identificación de su relevancia ambiental. 114
Tabla RE. 33. Etapas del proceso y métodos empleados para la identificación y evaluación de los impactos ambientales potenciales a generarse por el desarrollo del proyecto. 122
Tabla RE. 34. Actividades y elementos por etapa de desarrollo del proyecto, potenciales generadores de impactos ambientales durante el desarrollo del proyecto. 125
Tabla RE. 35. Factores y subfactores ambientales, por medio socioambiental, potenciales a impactar por el desarrollo del proyecto 127
Tabla RE. 36. Afectación ocasionada a los subfactores ambientales por llevar a cabo las obras y actividades del proyecto. 127
Tabla RE. 37. Matriz de interacciones entre actividades a ejecutar por el desarrollo del proyecto y los atributos ambientales potencialmente a impactarse, por tipo de impacto (A, adverso y, B, benéfico) 133

Tabla RE. 38. Interacciones identificadas, adversas y benéficas, por factor ambiental y socioeconómico, y las etapas de desarrollo del proyecto. 134
Tabla RE. 39. Rango de agrupación de la escala para el resultado de la evaluación del impacto ambiental de acuerdo con la escala del RIAM modificado. 135
Tabla RE. 40. Impactos ambientales potenciales por generarse por etapa de desarrollo del proyecto 135
Tabla RE. 41. Concentrado en la valorización de los impactos ambientales potenciales a generarse por etapa de desarrollo del proyecto 138
Tabla RE. 42. Impactos ambientales residuales identificados y la etapa del proyecto en los que se generan 142
Tabla RE. 43. Listado de impactos ambientales acumulativos potenciales a presentarse por el desarrollo del proyecto en el polígono del SAR 143
Tabla RE. 44. Relación de impactos ambientales identificados entre los estudios de impacto ambiental "Tajo Naopa", "Tajo Acuatitla" y "Modificación del Proyecto Tajo Naopa" (columnas) y "Distrito Minero Autlán" (filas). 146
Tabla RE. 45. Naturaleza de los impactos ambientales identificados en proyectos previos y en el presente 148
Tabla RE. 46. Identificación de obras y actividades generadoras de impactos ambientales acumulativos y residuales en el contexto del SAR definido para el desarrollo del proyecto 150
Tabla RE. 47. Medidas ambientales propuestas para impactos ambientales adversos identificados durante la etapa de identificación y evaluación de impactos, por etapa de desarrollo de proyecto, incluyendo las medidas para impactos acumulativos y residuales 159
Tabla RE. 48. Programas generales que constituyen el programa de vigilancia ambiental propuesto como parte de la implementación de las medidas ambientales para el desarrollo del proyecto 179

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura RE. 1. Áreas que integran al Proyecto Distrito Minero Autlán 9
Figura RE. 2. Ubicación del proyecto con respecto a los municipios de incidencia 11
Figura RE. 3. Ubicación general del proyecto 12
Figura RE. 4. Polígonos de agrupación del proyecto Distrito Minero Autlán 20
Figura RE. 5. Polígonos de agrupación - Unidad Molango 26
Figura RE. 6. Zona Comextetitla (Polígono de Agrupación 1) – Unidad Molango 29
Figura RE. 7. Zona Acuatitla (Polígono de Agrupación 2) – Unidad Molango 30
Figura RE. 8. Zonas Ayotetla y Coyoles (Polígonos de Agrupación 3 – Unidad Molango 31
Figura RE. 9. Zonas Otongo y Crisolco (Polígono de Agrupación 4) – Unidad Molango 32
Figura RE. 10. Unidad Naopa – Polígono de Agrupación 5 34
Figura RE. 11. Áreas del Polígono de Agrupación 6 - Unidad Nonoalco 36
Figura RE. 12. Simbología del Polígono de Agrupación 6 - Unidad Nonoalco 37
Figura RE. 13. Polígonos de las Áreas de Interés de Exploración 38
Figura RE. 14. Proyecto de exploración San Antonio 41
Figura RE. 15. Proyecto de exploración Naopa NW (Noru) 41
Figura RE. 16. Sección principal de la Tepetatera Guadalupe (o Tepetatera Norte II) 43
Figura RE. 17. Obras hidráulicas propuestas en la Tepetatera Norte II 44
Figura RE. 18. Mina subterránea – Unidad Molango 46
Figura RE. 19. Localización del SAR del proyecto con respecto a las ANP de la región 75
Figura RE. 20. Localización del SAR del proyecto con respecto a las AICA's de mayor proximidad 76
Figura RE. 21. Localización del SAR del proyecto con respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias de la región 76
Figura RE. 22. Localización del SAR del proyecto con respecto a la RHP Confluencia de las Huastecas 77
Figura RE. 23. Delimitación del sistema ambiental regional definido para el desarrollo del proyecto tomando como base principal la división territorial del POETEH. 94
Figura RE. 24. Identificación de zonas potenciales de deslave en el polígono del SAR y zonas aledañas identificadas mediante la superposición de la pendiente máxima y el potencial de falla de laderas. 102
Figura RE. 25. Ubicación del SAR con respecto a la distribución de los usos de suelo y vegetación de acuerdo con la carta de usos de suelo y vegetación, escala 1:250,000, serie VII del INEGI. 105
Figura RE. 26. Diseño y establecimiento del muestreo de flora silvestre en campo dentro del polígono del SAR del proyecto. 106
Figura RE. 27. Zonas de vulnerabilidad y estabilidad climática proyectadas para el año 2040 dentro del SAR de las unidades mineras de Autlán en el estado de Hidalgo 121

I. Datos generales del proyecto

I.1 Nombre del proyecto

Distrito Minero Autlán

1.2 Naturaleza del proyecto

El proyecto **Distrito Minero Autlán**, presentado por la Compañía Minera Autlán, S.A.B. de C.V. a través de esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R), corresponde al sector primario extractivo; particularmente a la exploración, explotación y beneficio de minerales reservados a la Federación (manganeso). El proyecto y, consecuentemente, la MIA-R tienen un carácter integrador ya que, para tener una visión holística del desempeño ambiental de la empresa en la región, incluye todos los elementos que constituyen cada una de las unidades mineras (Molango, Naopa y Nonoalco) que conforman el distrito minero, considerando tanto los elementos que no requirieron autorización, los autorizados, los proyectados y los que están fuera de operación, pero que aún requieren incorporarse al cierre progresivo, así como áreas de interés de exploración y de evaluación geológica.

Esta naturaleza integradora refleja el interés de **Compañía Minera Autlán** en cuanto a incluir dentro de una evaluación y eventualmente una autorización Federal, muchas obras que por ser previas a la entrada en vigor de la LGEEPA no requirieron contar con la autorización en materia de impacto ambiental, de manera que ahora quedarán sujetas a un Programa de Vigilancia Ambiental, a las medidas de mitigación y compensación que les sean aplicables y al cierre progresivo.

De esta manera, la MIA-R integra obras y actividades:

A. Que no requirieron autorización por comenzar operaciones antes de la promulgación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

B. Que cuentan con autorización de manera independiente y que han tenido modificaciones durante el paso de los años, pero es necesario integrarlos como unidad minera (Tajo Naopa, Modificación Tajo Naopa, Tajo Acuatitla-Proyecto Stayner).

C. Que se adicionan con el presente proyecto por necesidad de expansión (Tepetatera Guadalupe, Propuesta de Relleno Sanitario y Áreas Verdes).

D. Áreas de interés de exploración y de evaluación geológica.

La Figura RE.1 muestra las áreas que integran al Proyecto Distrito Minero Autlán.

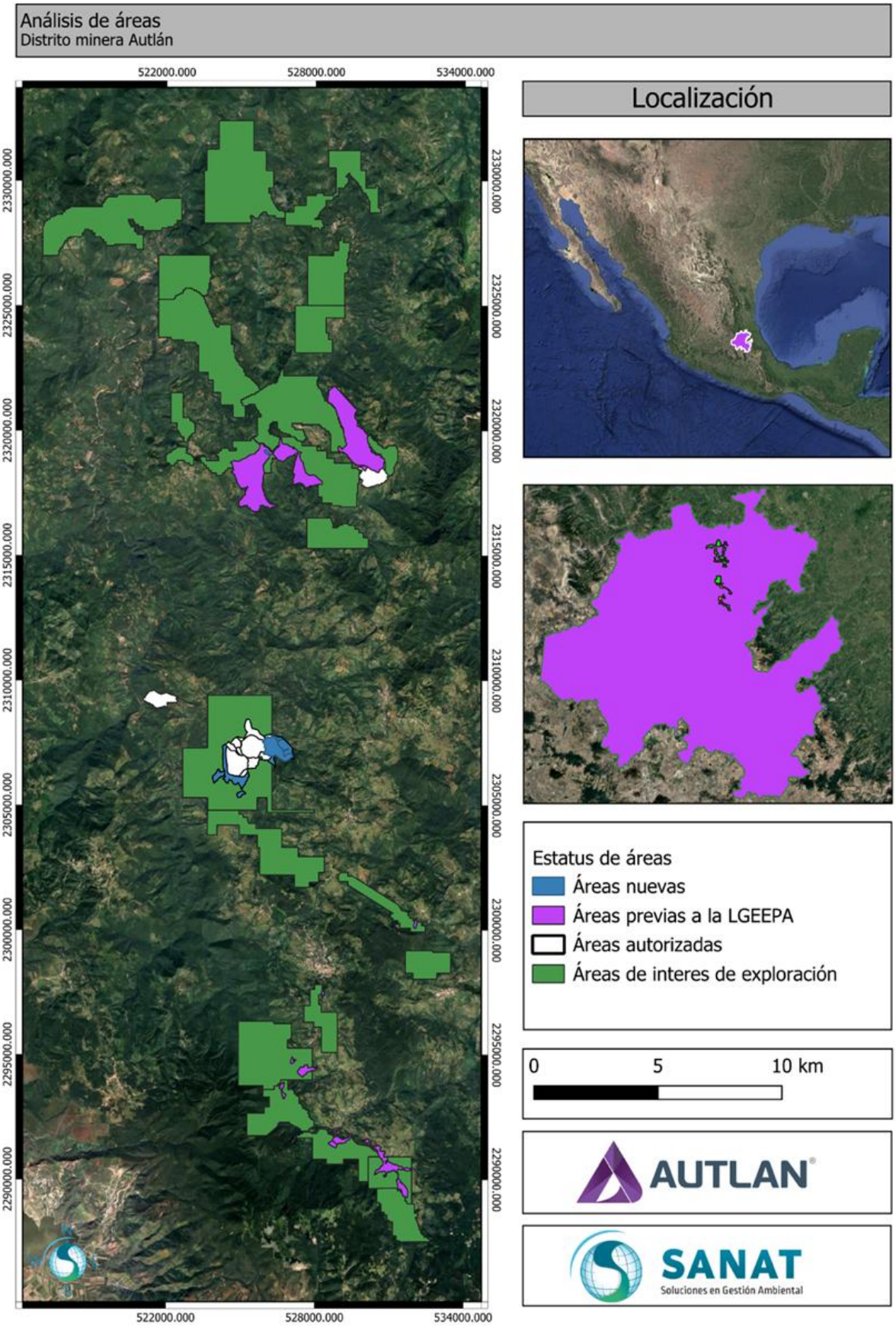


Figura RE. 1. Áreas que integran al Proyecto Distrito Minero Autlán

La superficie del proyecto propuesto comprende **10,716.7262 ha**, distribuidas, de manera general, como se indica en la Tabla RE.1.

Tabla RE. 1. Superficies generales del proyecto

Áreas		Superficie (ha)
Áreas nuevas	• Tepetatera Guadalupe	57.1953
	• Relleno Sanitario	2.0000
	• Áreas Verdes	85.7780
	Subtotal	**144.9733**
Áreas previas a la LGEEPA		**773.6699**
Áreas autorizadas (MIA, Modificaciones y DTU)	• Tajo Naopa y tepetatera Norte	79.5574
	• Mod Tajo Naopa	168.1814
	• Área de conservación 1 Ocotal	59.7412
	• Tajo Acuatitla (Tajo, caminos, bocaminas, etc., • Proyecto Stainert autorizado dentro de esta misma área de Acuatitla	65.2757
	Subtotal	**372.7557**
Áreas de interés de exploración		**9,425.3273**
	Total	**10,716.7262**

Adicionalmente, **Compañía Minera Autlán** tiene destinados 25 polígonos para áreas verdes dentro de la superficie total del proyecto, que en su conjunto totalizan 336.8465 ha.

Las Áreas de Interés de Exploración (AIE) y Áreas de Evaluación Geológica que se proponen, no involucran el desarrollo de labores constructivas; se trata de trabajos de exploración y prospección, sucesivos y progresivos, sujetos a un plan de trabajo particular, dependiendo de su nivel de prioridad.

Las AIE cubren una superficie de 9,425.3273 ha (sin considerar los traslapes que se establecen con áreas mineras operativas), distribuida en 26 polígonos. Sin embargo, actualmente sólo se han definido los alcances para los proyectos San Antonio (27 planillas de barrenación, seis patios de maniobras y caminos, en 151 ha) y Naopa NW o Noru (49 planillas de barrenación, cinco patios de maniobras y caminos, en 89.7 ha).

I.3 Ubicación del proyecto

El Proyecto **Distrito Minero Autlán** se ubica en el norte del estado de Hidalgo, en la provincia de la Sierra Madre Oriental, subprovincia del Carso Huasteco, dentro del Distrito Manganesífero de Molango, el más importante de México y uno de los más ricos del mundo a una distancia aproximada de 260 km de la Ciudad de México.

El proyecto está Integrado por tres unidades mineras denominadas **Molango**, **Naopa** y **Nonoalco**, así como áreas de exploración, que inciden en los municipios de Molango, Lolotla, Tepehuacán de Guerrero, Tlanchinol, Eloxochitlán, Xochicoatlán, Metztitlán, Zacualtipán y Juárez Hidalgo (figuras RE.2 y RE.3).

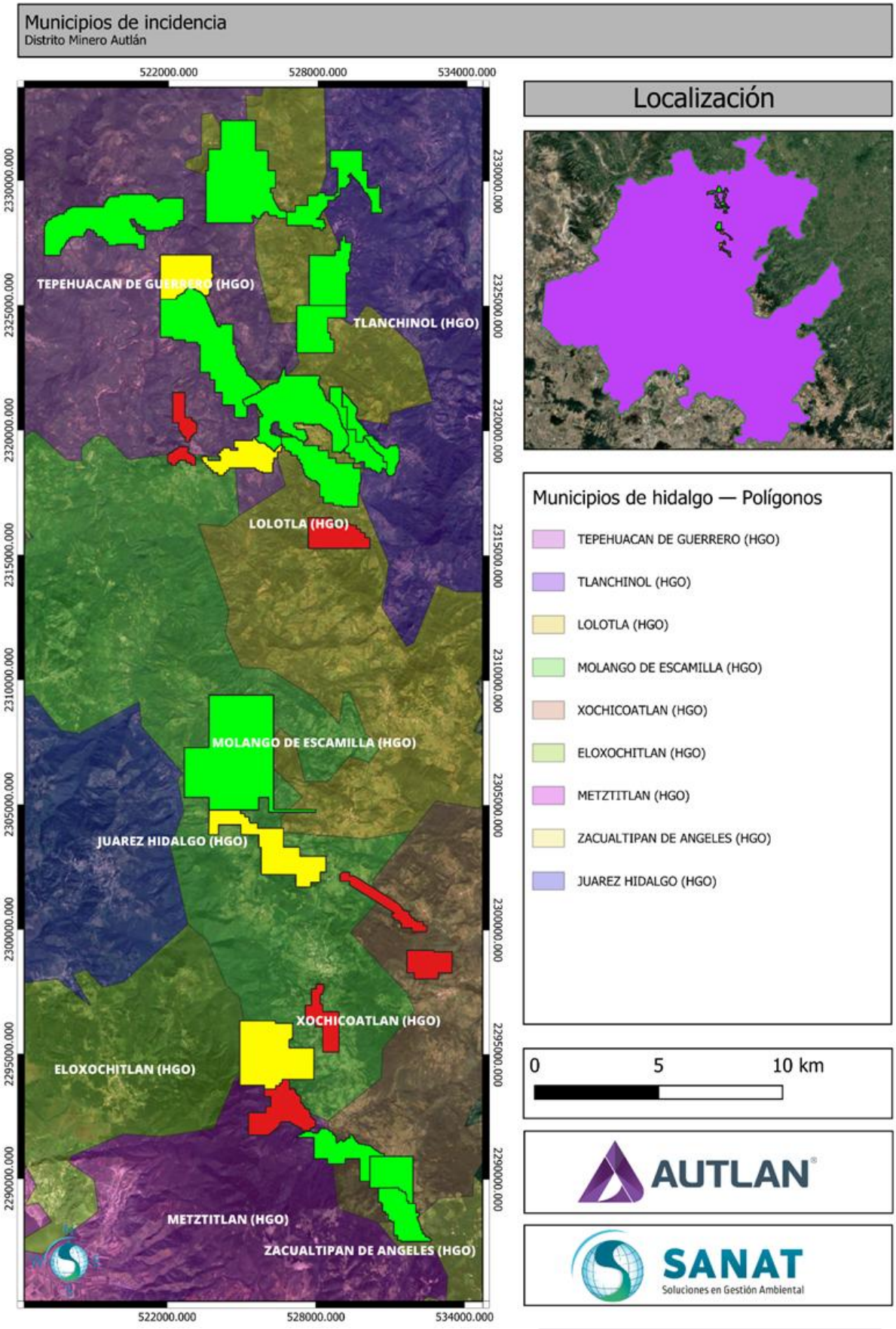


Figura RE. 2. Ubicación del proyecto con respecto a los municipios de incidencia

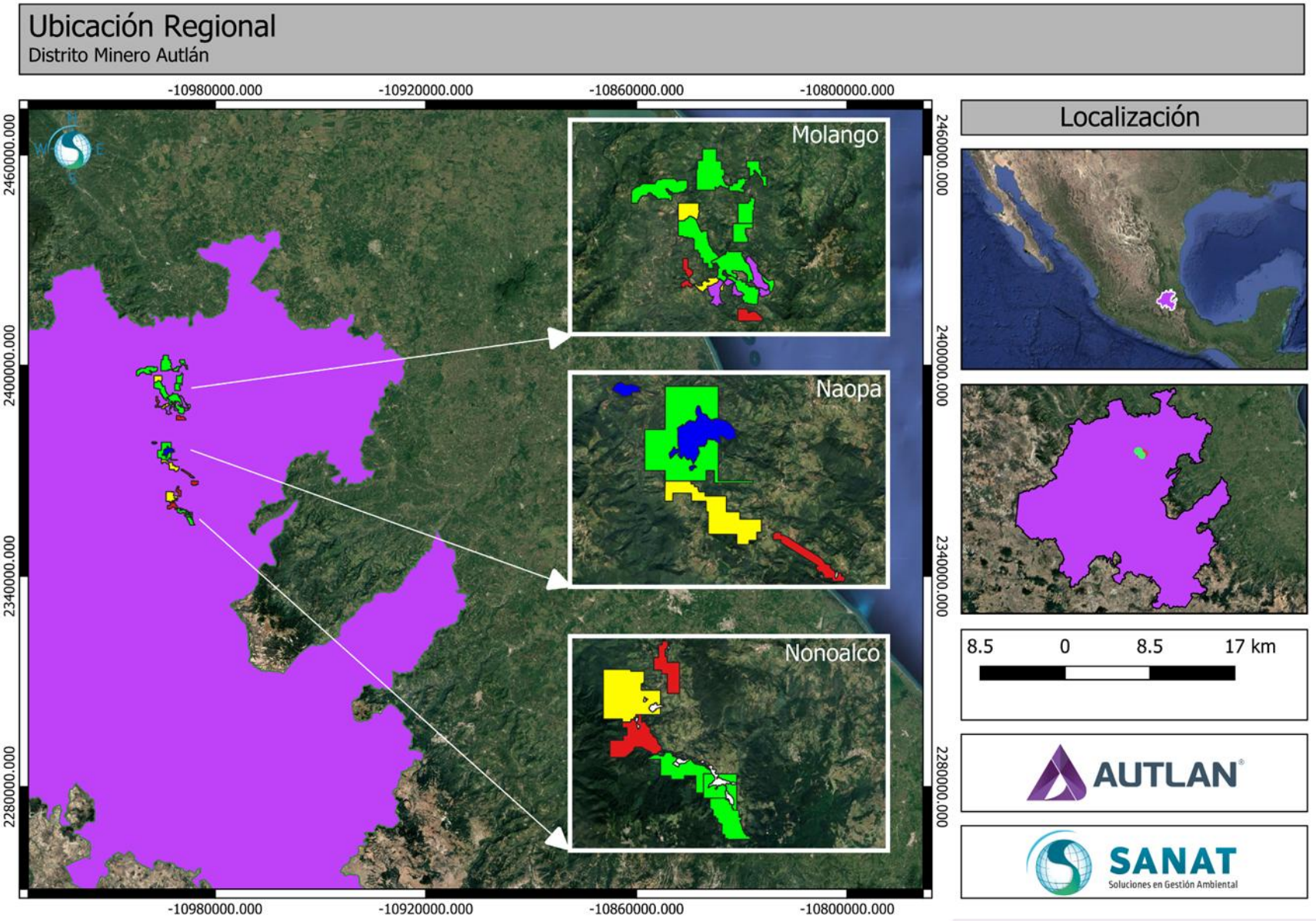


Figura RE. 3. Ubicación general del proyecto

II. Descripción de la obras y actividades

II.1 Información general

En los años 60 Compañía Minera Autlán inició las actividades de exploración y explotación del Distrito Manganesífero de Molango, en el estado de Hidalgo, en donde estableció las unidades mineras Molango y Nonoalco.

El Distrito Manganesífero de Molango (DMM) es uno de los depósitos de mineral de manganeso más ricos de la región y del mundo. Posee una extensión de 1,250 km² y es el único depósito de mineral de manganeso a escala industrial en todo Centro y Norte América; y, sin lugar a duda, es el más importante de México.

El desarrollo de las operaciones de Compañía Minera Autlán integró diversas obras mineras para la explotación y beneficio del mineral de la zona, consolidando así tres unidades operativas, que son las que se integran en este Proyecto:

- **Unidad Molango**. Se extiende en territorio de los municipios de Lolotla, Tlanchinol y Tepehuacán de Guerrero, en el estado de Hidalgo.

  Inició operaciones en 1960, en una época en que no era requerida ninguna autorización ambiental. Sin embargo, entre los años de 1988 –fecha en que se promulgó la LGEEPA– y 1991, la Compañía Minera Autlán suscribió convenios con la extinta Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), el Gobierno del Estado de Hidalgo, y los municipios del Distrito Manganesífero. Estos acuerdos establecieron la instalación de sistemas anticontaminantes para prevenir y controlar las emisiones a la atmosfera en los procesos que se desarrollan en las Unidades Molango y Nonoalco.

  Posteriormente, en 1993 y 1994 la compañía las licencias municipales de uso del suelo para las actividades mineras de la unidad.

  En el año 1997, la empresa obtuvo de la extinta SEMARNAP (actualmente SEMARNAT), la autorización en materia de Impacto Ambiental (Oficio D.O.O.DGOEIA.-04336 de fecha 9 de julio de 1997 para el desarrollo del Tajo Acuatitla, con la explotación a cielo abierto de óxidos de manganeso y su traslado a la Unidad Nonoalco.

  El Tajo Acuatitla estuvo operativo hasta 2014. Posteriormente, en el año 2020, la SEMARNAT autorizó una modificación a la resolución del Tajo Acuatitla y autorizó la instalación del proyecto Stainert en el área del tajo. En la actualidad el área del tajo alberga, además, diversas obras mineras operativas.

  Actualmente, en la unidad Molango se realiza la explotación subterránea y opera una planta de beneficio que produce nódulos de manganeso (nodulización), mediante un horno horizontal rotatorio, con más de 60 años operando. Cuenta con diversa infraestructura de servicios. En su momento existió explotación a tajo abierto mediante el tajo Comextitla, ahora fuera de operación.

  El área industrial de Molango en operación concentra diversa infraestructura y servicios esenciales para el desarrollo de sus actividades. Para el minado subterráneo se cuenta con infraestructura de abastecimiento de agua, aire comprimido y energía, fundamentales para las operaciones. Asimismo, cuenta con áreas de apoyo, que comprenden la zona industrial, almacén general, talleres, áreas de preparación de reactivos, laboratorios, oficinas técnicas y administrativas, comedores, estacionamientos, así como almacenes para residuos peligrosos y de transición temporal dentro de las áreas de proceso.

  Además, dispone de bodegas de sobrantes, tanques de almacenamiento de diésel en las áreas de las plantas y en los portales de las minas Coyoles, Tampoch, Comextitla (812), 900, 1000 y 810. También alberga infraestructura destinada a la trituración, una subestación eléctrica con redes de distribución provenientes de la Casa de Fuerza, contrapozos de ventilación, estaciones de compresores, talleres y polvorines tanto en el interior como en el exterior de la mina.

Asimismo, la zona industrial cuenta con caminos de comunicación, casetas de control de acceso y vigilancia, plantas de tratamiento, casas de sacos y colectores de polvo, áreas de residuos de manejo especial, un vivero, áreas de geología y una concretera, entre otras instalaciones clave para su operación.

En 1997 y 1998 Compañía Minera Autlán obtuvo para la unidad Molango dos autorizaciones de Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales. La primera (Oficio SRN/203-970490), en 9.43 ha de los predios Aguatepec y Cuacomul, en el municipio de Molango, Hidalgo. La segunda, (Oficio SRN/103-980267), en 42.25 ha de los mismos predios.

En el año 1998 la Unidad Molango obtuvo la Licencia de Funcionamiento No. 11248 para la Planta de Nodulización.

- **Unidad Naopa.** Se localiza en el municipio de Molango de Escamilla, Hidalgo. Es la unidad más reciente, de manera que para su operación se obtuvieron los permisos de impacto ambiental y cambio de uso de suelo correspondientes. Integra las áreas y obras de los proyectos **Tajo Naopa** y **Modificación del Proyecto Tajo Naopa**. Actualmente es donde se extrae el mayor porcentaje de mineral de manganeso. Esta unidad realiza el aprovechamiento a cielo abierto del mineral de manganeso y cuenta con depósitos de tepetate, así como infraestructura de servicios.

  En la Unidad Naopa las obras complementarias comprenden: taller de mantenimiento, área de lavado de vehículos, báscula, plantas de tratamiento de aguas residuales, almacenes, vivero, centro de educación ambiental, depósitos de agua, área de geología, almacén de residuos peligrosos, almacén de residuos de manejo especial, tanques de combustible, aulas de capacitación, oficinas y salas de junta, mirador, caminos de comunicación internos, depósito de suelo orgánico, y polvorines, entre otros.

  Compañía Minera Autlán pretende crecer y dar continuidad a sus operaciones en la Unidad Naopa, para incrementar sus reservas de minerales, esencialmente a través de la exploración y el depósito de tepetate, a la vez que continúa con sus operaciones a largo plazo. Es por ello que dentro del presente estudio se incluyen obras nuevas que se integrarán como parte del Proyecto **Distrito Minero de Autlán**.

  La Tabla RE.2 muestra las autorizaciones ambientales obtenidas para las unidades Naopa y Molango.

Tabla RE. 2. Autorizaciones Ambientales (unidades Naopa y Molango)

Proyecto	Oficio	Obras autorizadas
Autorizaciones Tajo Naopa	**D.O.O.DGOEIA.01307** (14 de marzo de 1997) MIA-G Autorización de Impacto Ambiental	▪ Explotación del Tajo Naopa (22.50 ha). ▪ Tepetatera (25.00 ha) ▪ Construcción de oficinas (0.55 ha) ▪ Polvorín (0.1250 ha) ▪ Talleres, tanques para combustible, casas de campaña (10.427 ha) ▪ Construcción del nuevo tramo del camino al poblado Naopa (0.973 ha) **Superficie total de 59-57-50 ha**
	SRN/203.970490 (20 de marzo de 1997) Autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales	Se autorizó el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales en 9.43 ha
	SRN/103-980267 (12 de febrero de 1998) Autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales	Se autorizó el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales en 42.25 ha
	133.02.03/708/2012/122655 (15 de noviembre de 2012) DTUA-A Autorización de Impacto Ambiental y Cambio de Uso del Suelo de Terrenos Forestales	▪ Cambio de Uso de suelo en terrenos forestales por 15.4090 ha ▪ Tepetatera Norte ▪ Tepetatera Tierra Vegetal ▪ Tepetatera Stock Ley Intermedia ▪ Dique Sur ▪ Dique Tierra Vegetal ▪ Dique Norte ▪ Dique Sotck Ley Intermedia

Proyecto	Oficio	Obras autorizadas
		Superficie total de obras: 57.26 ha **Superficie total autorizada: 195.0089 ha**
	133.02.03.1855.2016/163657 (14 de septiembre de 2016) ETJ - Autorización de Cambio de Uso de Suelo en terrenos Forestales	▪ Se autorizó el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales en 2.6217 ha.
Ampliaciones de Plazo Tajo Naopa	**D.O.O.DGOEIA.01631** (07 de abril de 2000)	▪ Se autorizó la ampliación del plazo por un periodo de 18 meses
	S.G.P.A.-DGIRA.-003942 (08 de noviembre de 2001) Autorización de modificación de plazo a la Autorización de Impacto Ambiental	▪ Se autorizó la ampliación del plazo por un periodo de 3 años
	SGPA/DGIRA.DEI.2921.04 (16 de noviembre de 2004) Autorización de modificación de plazo a la Autorización de Impacto Ambiental	▪ Se autorizó la ampliación del plazo por un periodo de 3 años
	SGPA/DGIRA.-DG.-3067.07 (17 de diciembre de 2007) Autorización de modificación de plazo a la Autorización de Impacto Ambiental	▪ Se autorizó la ampliación del plazo por un periodo de 18 meses
	S.G.P.A./DGIRA.-DG.4133.09 (15 de julio de 2009) Autorización de modificación de plazo a la Autorización de Impacto Ambiental	▪ Se autorizó la ampliación del plazo por un periodo de 18 meses
	S.G.P.A./DGIRA.DG.0722.11 (03 de febrero de 2011) Autorización de modificación de plazo a la Autorización de Impacto Ambiental	▪ Se autorizó la ampliación del plazo por un periodo de 3 años
	SGPA/DGIRA/DG/00612 (23 de enero de 2014) Autorización de modificación de plazo a la Autorización de Impacto Ambiental	▪ Se autorizó la ampliación del plazo por un periodo de 3 años
	SGPA/DGIRA/DG/00304 (12 de enero de 2017) Autorización de modificación de plazo a la Autorización de Impacto Ambiental	▪ Se autorizó la ampliación del plazo de la etapa de preparación del sitio y construcción por tres años adicionales, hasta el 12 de enero de 2020.
	SGPA/DGIRA/DG/00105 (13 de enero de 2020) Autorización de modificación de plazo a la Autorización de Impacto Ambiental	▪ Se autorizó la ampliación del plazo de la etapa de preparación del sitio y construcción por tres años adicionales, hasta el 12 de enero de 2023
Modificaciones al Proyecto Tajo Naopa	**133.02.02/351/2013/132739** (28 de noviembre de 2013) Autorización de Impacto Ambiental	▪ Ampliación de 12.563605 ha en zonas contiguas a la Tepetatera Sur y Tepetatera Tierra Vegetal. ▪ Estudios de mecánica de suelos, geológicos, topográficos e hidrológicos.
	133.02.02/060/2015/150365 (9 de febrero de 2015) Autorización de Impacto Ambiental	▪ Ampliación de 3.2982 ha en la Tepetatera Stock Ley Intermedia. Las áreas de depósito autorizadas en su conjunto quedan con las siguientes superficies: - Tepetatera Sur: 17.9454 ha - Tepetatera Norte: 11.7596 ha - Tepetatera Tierra Vegetal: 12.8419 ha - Tepetatera Stock Ley Intermedia: 14.308 ha **Superficie total autorizada para depósito: 60.1542 ha**
	133.02.02.0323.2016/162270 (6 de junio de 2016) Autorización de Impacto Ambiental	▪ Ampliación de 2.4273 ha de la Tepetatera Norte
	SGPA/DGIRA/DG/04912 (9 de julio de 2018) Autorización de Impacto Ambiental (ampliación)	▪ Ampliación Naopa 1 (9.97 ha) ▪ Ampliación Naopa 2 (3.60 ha) ▪ Ampliación Naopa 3 (4.26 ha) ▪ Ampliación Naopa 4 (2.29 ha) ▪ Infraestructura de acceso para el área de operación y vaciado del material de descapote
	133.02.02.0453.2019/192453 (6 de diciembre de 2019) Autorización de Impacto Ambiental (ampliación)	▪ Ampliación de la Tepetatera Sur en 0.9992 ha para alcanzar el total de 18.9446 ha
	133.02.02.055.2021/210730 (7 de junio de 2021) Autorización de Impacto Ambiental (ampliación)	▪ Ampliación de la Tepetatera Sur en 1.194 ha para alcanzar el total de 20.1386 ha

Proyecto	Oficio	Obras autorizadas
Autorizaciones Tajo Acuatitla	**D.O.O.DGOEIA.04336** (09 de julio de 1997) MIA-G Autorización de Impacto Ambiental	▪ Desmonte y remoción de suelo vegetal en las 6.92 ha ▪ Zonas de explotación en 35.358 ha ▪ Tiraderos de material estéril en 17.060 ha ▪ Camino área Acuatitla-Tampoch 0.9360 ha
	SRN/915-972700 (15 de octubre de 1997) Autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales	▪ Se autorizó el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales en 9.05 ha
Ampliaciones de Plazo Tajo Acuatitla	**SGPA/DGIRA/DG/00196** (12 de junio de 2002) Autorización de modificación de plazo a la Autorización de Impacto Ambiental	▪ Se autorizó la ampliación del plazo por un periodo de 5 años
	S.G.P.A./DGIRA.-DG.1560.08 (16 de mayo de 2008) Autorización de modificación de plazo a la Autorización de Impacto Ambiental	▪ Se autorizó la ampliación del plazo por un periodo de 5 años
	SGPA/DGIRA/DG/04023 (12 de junio de 2013) Autorización de modificación de plazo a la Autorización de Impacto Ambiental	▪ Se autorizó la ampliación del plazo por un periodo de 5 años
	SGPA/DGIRA/DG/03708 (23 de mayo de 2018) Autorización de modificación de plazo a la Autorización de Impacto Ambiental	▪ Se autorizó la ampliación del plazo por un periodo de 5 años
Modificaciones al Proyecto Tajo Acuatitla	**SGPA/DGIRA/DG/03909** (03 de septiembre de 2020) Autorización de Impacto Ambiental	▪ Almacén Temporal de Subproducto de Stainert (ATS) en una superficie de 47 ha

- **Unidad Nonoalco.** Se ubica en el municipio de Xochicoatlán, Hidalgo. Inició operaciones en 1964 y produce bióxido de manganeso grado batería y cerámico, y óxido manganoso, actualmente a partir del mineral que se obtiene de la Unidad Naopa. Cuenta con licencia municipal de uso del suelo.

  En esta unidad operan: una planta de concentrado de manganeso; una planta de secado, molido y envasado; una planta de oxido manganoso, y una planta concentradora en mesas. Para la operación de estos procesos se fueron estableciendo depósitos de jales y otras obras de infraestructura de apoyo y servicios.

  La unidad incluye líneas de distribución de energía, oficinas, laboratorios, almacenes, planta de tratamiento, almacén de residuos peligrosos, tanques de combustible, colectores de polvo, caseta de vigilancia, patios de embarque, pilas de recuperación de agua, subestación, comedor, áreas de residuos de manejo especial, y caseta de vigilancia, entre otros.

  Las unidades Naopa y Molango cuentan con las concesiones mineras emitidas por el Gobierno Mexicano, que otorgan a Compañía Minera Autlán los derechos de exploración y explotación en aproximadamente 55,835.1 hectáreas. Cada concesión ampara un período de 50 años y son renovables por un período similar. La concesión minera de la Unidad Nonoalco fue concedida en 1985, también por un término de 50 años con posibilidad de renovación por otros 50 años.

II.1.1. Justificación técnica y económica

La presentación de esta MIA-R tiene como propósito integrar, ampliar y consolidar los proyectos de exploración y las obras de infraestructura vinculadas a las operaciones históricas y en curso de **Compañía Minera Autlán** en el Distrito Minero Autlán, bajo un marco integral que favorezca la transparencia, el cumplimiento normativo y la vigilancia ambiental efectiva.

La justificación del proyecto se sustenta tanto en razones técnicas y operativas como en criterios ambientales, sociales y económicos. En términos ambientales, la integración de todas las obras y actividades en un solo instrumento permite a la autoridad contar con una visión sistémica y regional del distrito, facilitar el seguimiento administrativo y valorar objetivamente la evolución y eficacia de las medidas de mitigación aplicadas a lo largo del tiempo.

Desde el punto de vista técnico, **Compañía Minera Autlán** posee las mayores reservas de manganeso metalúrgico de América del Norte, lo que la convierte en el mayor productor del continente y el único productor de nódulos de manganeso a nivel mundial. Con base en estudios y evaluaciones actualizadas, la empresa cuenta con reservas estimadas para más de 200 años, lo que justifica la ampliación de sus campañas de exploración en zonas de interés previamente delimitadas. Asimismo, se han adoptado métodos de explotación adecuados a las condiciones geológicas de la zona (corte y relleno para minería subterránea y explotación por sectores para minería a cielo abierto), que han demostrado ser eficientes y de bajo impacto relativo.

El proyecto también tiene una dimensión social relevante, ya que busca mantener y fortalecer el empleo en las unidades mineras Molango, Naopa y Nonoalco, las cuales han operado por varios años generando beneficios directos e indirectos para las comunidades locales.

Pese a la reciente contracción del sector minero derivada de la crisis de la industria siderúrgica, el proyecto representa una oportunidad para revertir la pérdida de empleos y contribuir a la recuperación económica regional. En términos de sostenibilidad, **Compañía Minera Autlán** ha implementado un modelo de gestión ambiental robusto, compuesto por más de 50 programas operativos, además de contar con certificaciones internacionales (ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001), una estrategia de descarbonización con metas hacia 2030, y una política de responsabilidad social y derechos humanos alineada con estándares internacionales (IFC, ONU, OIT).

Finalmente, desde el punto de vista económico, la demanda global de manganeso continúa creciendo debido a su uso en tecnologías clave para la transición energética, como baterías para vehículos eléctricos, turbinas eólicas y paneles solares. **Compañía Minera Autlán**, como principal productor del país y de la región, está posicionada estratégicamente para responder a esta demanda, fortaleciendo al mismo tiempo su presencia internacional y su contribución al desarrollo sustentable nacional.

II.1.2. Inversión del proyecto

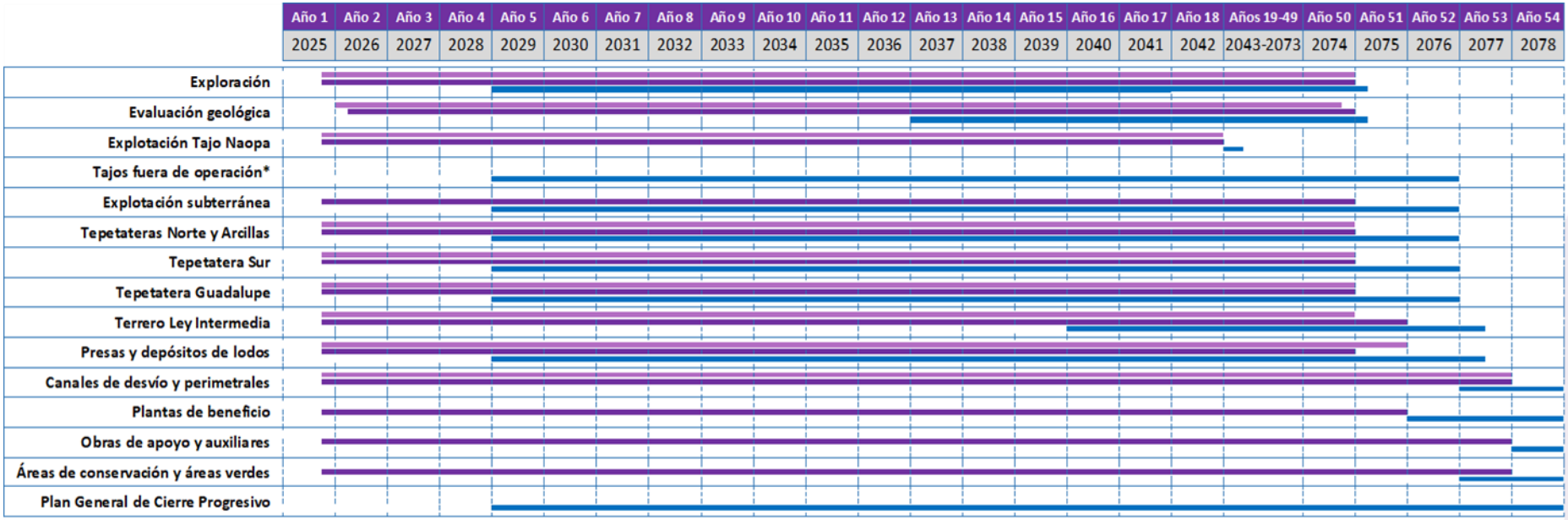
Para el desarrollo de las nuevas obras de expansión del proyecto, se estima una inversión de **66 millones de dólares (1,350,932,220 pesos mexicanos)**, de la cual aproximadamente **30 millones de pesos, serán destinados para el cumplimiento de la normatividad ambiental**, durante el período de permanencia y operación de la unidad minera que se tiene comprobado hasta hoy, que son 10 años. Esos recursos serán aplicados en las medidas de mitigación y para las acciones de control ambiental durante las diferentes etapas del proyecto.

II.1.3. Programa de trabajo

En la Tabla RE.3 se expone el Programa de Trabajo Integral para la totalidad de las obras y actividades que conforman al **Proyecto Distrito Minero Autlán.** Ello significa que, atendiendo a la clasificación de las áreas por su naturaleza, se incluyen en él las áreas nuevas, las áreas previas a la promulgación de la LGEEPA, áreas de proyectos autorizados y áreas de exploración y evaluación geológica.

Conforme a la planificación mostrada, el **proyecto considera, en su conjunto, una vida operativa de 53 años adicionales (hasta el año 2078)**. No obstante, se estima que dicho período es susceptible de ampliarse, en la medida en que los resultados de los estudios geológicos y la exploración que se realicen confirmen nuevas reservas (Tabla RE.4).

Tabla RE. 3. Programa de Trabajo del Proyecto DMA



* Tajos fuera de operación: Acuatitla, Comextetila, San Fernando, Los Naranjos, La Cueva y Tezintla. El cierre no será de manera simultánea en todos los tajos.

La construcción de tajos, tepetateras, terreros, presas y depósitos de lodos dura toda la etapa operativa porque crecen conforme al avance operativo.

Tabla RE. 4. Parámetros de temporalidad del Proyecto Distrito Minero Autlán

Concepto	Período de desarrollo y operación	Duración (años)
Vida operativa del proyecto	Hasta 2078	53
Exploración y Evaluación Geológica	2025-2074	49
Explotación Tajo Naopa	Hasta 2042	17
Explotación Subterránea	Hasta 2074	49
Depósito de tepetate (tepetateras)	Hasta 2074	49
Depósito de mineral ley intermedia	Hasta 2074	49
Canales de desvío y perimetrales	Hasta 2077	52
Plantas de beneficio	Hasta 2075	50
Obras de apoyo y auxiliares	Hasta 2053	29
Áreas de Conservación y Áreas Verdes	Hasta 2077	52
Cierre Progresivo		
Plan General	2029-2078	49
Áreas de Exploración	2029-2075	46
Áreas de Evaluación Geológica	2037-2075	38
Tajo Naopa	2043-2052	9
Tajos fuera de operación	2029-2076	47
Mina subterránea	2029-2076	47
Tepetateras	2029-2076	47
Terrero Ley Intermedia	2040-2077	37
Depósitos de lodos	2029-2077	48
Canales de desvío y perimetrales	2077-2078	2
Plantas de beneficio	2076-2078	3
Obras de apoyo y auxiliares	2078	1
Áreas de Conservación y Áreas Verdes	2077-2078	2

Considerando la naturaleza del proyecto y su integración de obras y áreas de tres unidades mineras, operativamente correlacionadas, resulta fundamental para la compañía garantizar la continuidad de las actividades, las cuales se han desarrollado de manera progresiva a lo largo de varios años, bajo un modelo de gestión ambiental integral y responsable. Por ello, **es necesario que la autorización que emita la autoridad tenga una vigencia única, que abarque simultáneamente todas las etapas del proyecto y surta efectos desde la emisión del resolutivo**. De lo contrario, la suspensión de actividades mientras entra en vigor la resolución —especialmente si se sujeta al cumplimiento de vigencias parciales— tendría implicaciones económicas, ambientales y sociales significativas.

II.2 Características particulares de las áreas y actividades

Dada la complejidad del proyecto, que incluye a las tres unidades de Compañía Minera Autlán, se establecieron **seis (6) Polígonos de Agrupación** que integran espacialmente al conjunto de obras y áreas, facilitando con ello el análisis espacial y descriptivo (Figura RE.4).

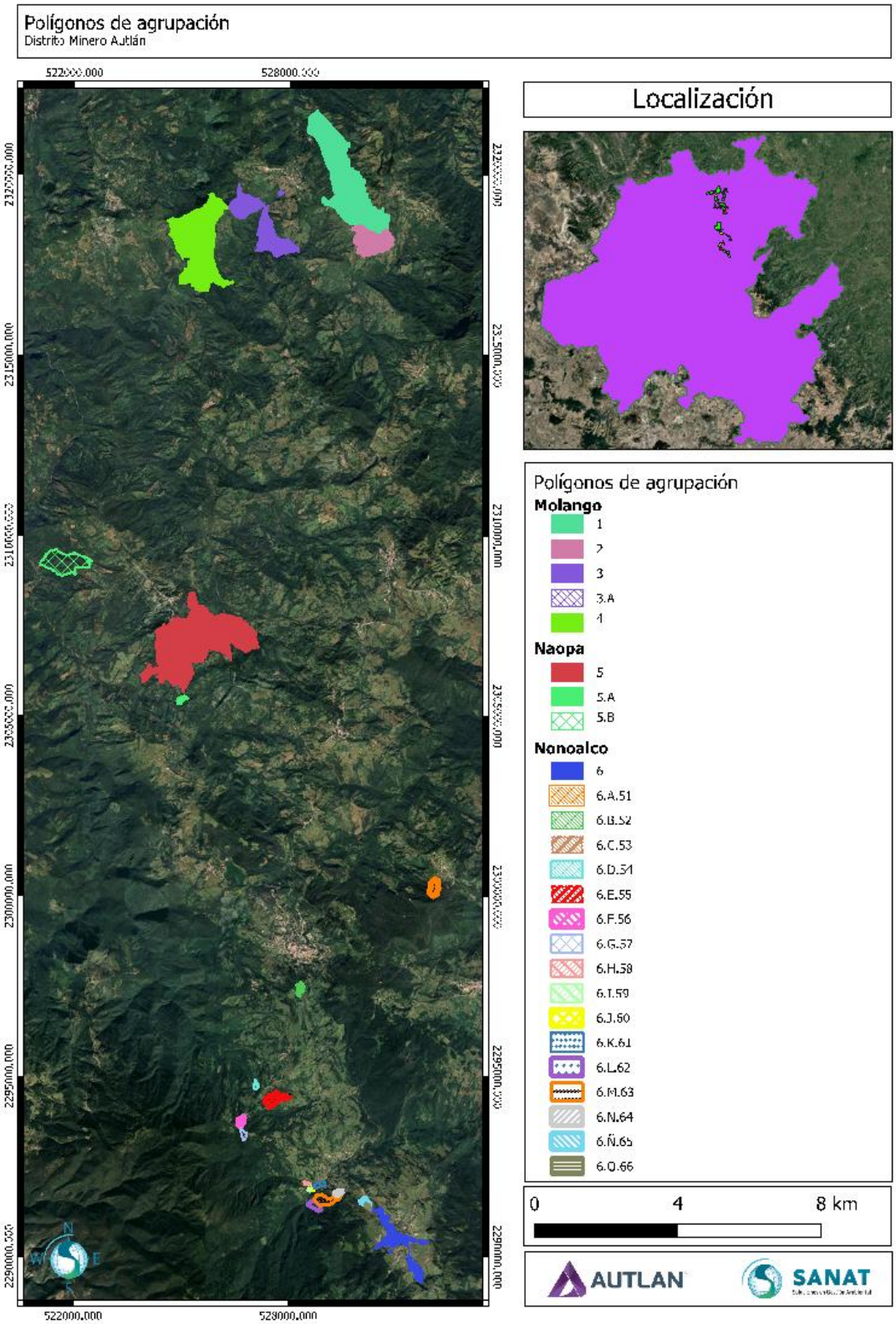


Figura RE. 4. Polígonos de agrupación del proyecto Distrito Minero Autlán

En la Tabla RE.5 se expone el concentrado de las áreas y obras que integran a las tres unidades del **Proyecto**, identificando el polígono de agrupación en que se encuentra, el tipo de obra (previa a la ley, autorizada, expansión) y la etapa en que se encuentra (proyectada, en operación, en cierre). La descripción detallada de cada una se expone en la MIA-R.

Tabla RE. 5. Concentrado de áreas y obras del Proyecto Distrito Minero Autlán por unidad minera

ID		Nombre del área	Tipo	Etapa	Superficie (ha)
Molango					
1	1.1	Tajo San Fernando	Previa - 0bra Minera	O-C	17.5002
1	1.2	Tajo Los Naranjos	Previa - Obra Minera	O-C	0.5313
1	1.3	Tajo Comextetitla	Previa - Obra Minera	O-C	14.081
1	1.4	Tiradero - Vaciadero 4 (Tepetatera 4)	Previa - Obra Minera	O-C	0.7195
1	1.5	Tiradero - Vaciadero 3 (Tepetatera 3)	Previa - Obra Minera	O-C	7.8464
1	1.6	Tiradero - Vaciadero 1 (Tepetatera 1)	Previa - Obra Minera	O-C	19.9
1	1.7	Tiradero - Vaciadero 5 (Tepetatera 5)	Previa - Obra Minera	O-C	1.1115
1	1.8	Área de extracción y Deposito (Tajo Tetzintla y Tajo La Cueva)	Previa - Obra Minera	O-C	14.8992
1	1.9	Antigua planta P.M.P. (almacén temporal de residuos peligrosos)	Previa - Obra Minera	O-C	7.2913
1	1.10	Acceso a mina 1	Previa - Obra Minera	O-C	0.057
1	1.11	Acceso a mina 2	Previa - Obra Minera	O-C	0.1288
1	1.12	Acceso a mina 3	Previa - Obra Minera	O-C	0.1288
1	1.13	Acceso a mina 4	Previa - Obra Minera	O-C	0.031
1	1.14	COT-Chiconcuac 1	Previa - Obra Minera	O-C	5.1491
1	1.15	COT-Chiconcuac 2	Previa - Obra Minera	O-C	1.32
1	1.16	Robbin 30	Previa - Obra Minera	O-C	0.16
1	1.17	Robbin 106	Previa - Obra Minera	O-C	0.04
1	1.18	Robbin 107	Previa - Obra Minera	O-C	0.04
1	1.19	Robbin 126	Previa - Obra Minera	O-C	0.04
1	1.20	Robbin 18	Previa - Obra Minera	O-C	0.0508
1	1.21	Robbin 11	Previa - Obra Minera	O-C	0.2405
1	1.22	Robbin 104	Previa - Obra Minera	O-C	0.04
1	1.23	Robbin 8	Previa - Obra Minera	O-C	0.04
1	1.24	Robbin 96	Previa - Obra Minera	O-C	0.16
1	1.25	Robbin 54	Previa - Obra Minera	O-C	0.16
1	1.26	Robbin 51	Previa - Obra Minera	O-C	0.16
1	1.27	Robbin 73	Previa - Obra Minera	O-C	0.04
1	1.28	Robbin 13	Previa - Obra Minera	O-C	0.04
1	1.29	Robbin CMX_2	Previa - Obra Minera	O-C	0.0481
1	1.30	Robbin 15	Previa - Obra Minera	O-C	0.04
1	1.31	Caminos	Previa - Apoyo O*	O-C	30.0069
1	1.32	Áreas intermedias	Previa - Apoyo O*	O-C	161.7012
2	2.1	Las moras: Contrapozo Accesos La Mora Tiradero 4	Previa - Obra Minera	O-C	3.2817
2	2.2	Áreas de servicio: Contra pozos Accesos La Mora Tiradero 4	Autorizada - Obra Minera	O-C	10.1644
2	2.3	Contra pozo 3	Autorizada - Obra Minera	O-C	0.0275
2	2.4	Contra pozo 2	Autorizada - Obra Minera	O-C	0.0281
2	2.5	Contra pozo 1	Autorizada - Obra Minera	O-C	0.2423
2	2.6	Bocamina Tampoch: Boca mina Talleres Bodegas Caseta de Policía Instalaciones del Concreto Lanzado, patio de maniobras de equipos, almacén de transferencia de residuos, tanque de combustible, área de contratistas,	Autorizada – Apoyo O*	O-C	0.53
2	2.7	Patios Acuatitla: accesos zona de explotación	Autorizada - Apoyo O*	O-C	3.5784
2	2.8	Oficinas de Geología: Talleres, Caminos, Oficinas	Autorizada - Apoyo L**	O-C	0.4972
2	2.9	Carretera Casetas - Tepehuacán	Autorizada - Apoyo L**	O-C	0.726
2	2.10	Caseta de Policía (Vigilancia)	Autorizada - Apoyo L**	O-C	0.047
2	2.11	Caminos	Autorizada - Apoyo O*	O-C	1.5593
2	2.12	Accesos	Autorizada - Apoyo L**	O-C	0.2702
2	2.13	Subestación eléctrica	Autorizada - Apoyo O*	O-C	0.1602
2	2.14	Proyecto Stainert: concreto lanzado (con depósito de polvos)	Autorizada - Obra Minera	O-C	5.9709
2	2.15	La isla, Tajo Acuatitla: accesos Extracción de óxidos	Autorizada - Obra Minera	O-C	8.8832
2	2.16	Área verde 4	Autorizada - Apoyo L**	O-C	2.8344
2	2.17	Área verde 2	Autorizada - Apoyo L**	O-C	4.1688
2	2.18	Área verde 1	Autorizada - Apoyo L**	O-C	7.9633
2	2.19	Área verde 3	Autorizada - Apoyo L**	O-C	8.7794
2	2.20	Área verde 5	Autorizada - Apoyo L**	O-C	8.8451
3	3.1	STOCK PILE	Previa - Obra Minera	O-C	0.9106

ID		Nombre del área	Tipo	Etapa	Superficie (ha)
3	3.2	Planta de Beneficio: área de trituración secundaria, trituración terciaria, stock de mineral triturado, área de tolvas #2, rea de Stainert, Horno de Nodulización, área de enfriamiento, Colector de polvos, (Casa de sacos), oficinas, capacitación, almacén de materiales, talleres y mantenimiento planta, planta de tratamiento agua sanitaria, estacionamiento y áreas operativas, laboratorio de ensaye, área de producto terminado, talud de polvos,	Previa - Obra Minera	O-C	14.7620
3	3.3	UG - Coyoles: Tiradero de Concreto, Oficinas de Planeación, Oficinas de Geología, Túnel Coyoles, Patio Coyoles, Depósito de Chatarra Estacionamiento, Depósito de Polvos, Bodegas Zarpeo y Chatarra, planta de tratamiento de aguas residuales,	Previa - Apoyo O*	O-C	4.5515
3	3.4	Polígono de Servicios Energéticos y Explosivos: Diésel Subestación Polvorines Accesos, caseta de vigilancia	Previa - Apoyo O*	O-C	0.3935
3.1	3.A.5	Antigua Báscula	Previa - Apoyo L**	O-C	0.1515
3	3.6	Área de maniobras para logística	Previa - Apoyo L**	O-C	13.4875
3	3.7	Área de Infraestructura de Combustibles: Diésel	Previa - Apoyo O*	O-C	0.2521
3	3.8	Área de reabastecimiento de combustible: Bodegas, tubería de gas natural	Previa - Apoyo O*	O-C	0.9726
3	3.9	Tanque de Agua	Previa - Apoyo O*	O-C	1.7489
3	3.10	Casa de Fuerza	Previa - Apoyo O*	O-C	1.0383
3	3.11	Camino a Coyoles	Previa - Apoyo O*	O-C	6.2716
3	3.12	Carretera Otongo - Tepehuacán	Previa - Apoyo O*	O-C	0.7411
3	3.13	Polígono de Servicios de Entrada y Vigilancia: Estacionamiento Acceso Caseta de Policía	Previa - Apoyo L**	O-C	0.6047
3	3.14	Zona industrial: Oficinas, Almacenes, talleres de Piso / Automotriz Patios Laboratorio Químico, tanques de diésel, Estacionamiento, antigua planta piloto, Bodegas, almacenes de sustancias químicas, Depósito de Chatarra Caminos	Previa - Apoyo L**	O-C	3.8808
3	3.15	Vivero	Previa - Apoyo O*	O-C	0.7593
3	3.16	Área verde 1	Previa - Apoyo L**	O-C	6.4277
3	3.17	Área verde 3	Previa - Apoyo L**	O-C	0.6295
3	3.18	Área verde 2	Previa - Apoyo L**	O-C	0.5174
3	3.19	Área verde 4	Previa - Apoyo L**	O-C	26.3126
3	3.20	Área verde 5	Previa - Apoyo L**	O-C	33.0438
4	4.1	Área de Evaluación Geológica ZONA 300	Previa - Obra Minera	O-C	8.6042
4	4.2	La Pedrera	Previa - Obra Minera	O-C	2.8809
4	4.3	Área de Evaluación Geológica (Crisolco 1)	Previa - Obra Minera	O-C	32.7751
4	4.4	Área de Evaluación Geológica (Crisolco 2)	Previa - Obra Minera	O-C	7.5389
4	4.5	Propuesta de relleno sanitario	Nueva – Apoyo O*	P-O-C	2.00
4	4.6	Perifiltro: Perifiltro Accesos Tubería de agua Comedor	Previa - Apoyo O*	O-C	14.0958
4	4.7	Instalaciones CCUM	Previa - Apoyo L**	O-C	8.994
4	4.8	Carretera Tepehuacán-Casetas	Previa - Apoyo O*	O-C	1.7711
4	4.9	Camino de bombas Tlaltepingo	Previa - Apoyo O*	O-C	2.8867
4	4.10	Cancha de futbol	Previa - Apoyo L**	O-C	2.3222
4	4.11	Cancha de tenis	Previa - Apoyo L**	O-C	1.7581
4	4.12	Zona Habitacional: Accesos Infraestructura Caminos de Herradura Antena	Previa - Apoyo L**	O-C	37.0443
4	4.13	Cancha de futbol colonia	Previa - Apoyo L**	O-C	1.211
4	4.14	PTAR	Previa - Apoyo O*	O-C	1.942
4	4.15	Tubería agua	Previa - Apoyo O*	O-C	0.9927
4	4.16	Infraestructura Bombas Tlaltepingo Accesos Bodegas Tubería de agua Oficina Caminos	Previa - Apoyo O*	O-C	2.209
4	4.17	Polígono Camino hacia las bombas/Área Verde	Previa - Apoyo O*	O-C	40.9917
4	4.18	Área verde 2	Previa - Apoyo L**	O-C	7.734
4	4.19	Área verde 1	Previa - Apoyo L**	O-C	0.6149
4	4.20	Área verde 5	Previa - Apoyo L**	O-C	7.2525
4	4.21	Área verde 4	Previa - Apoyo L**	O-C	9.708
4	4.22	Área verde 3	Previa - Apoyo L**	O-C	12.621
4	4.23	Área verde 10	Previa - Apoyo L**	O-C	9.3813
4	4.24	Área verde 6	Previa - Apoyo L**	O-C	23.7872
4	4.25	Área verde 9	Previa - Apoyo L**	O-C	0.9111
4	4.26	Área verde 8	Previa - Apoyo L**	O-C	3.2242

ID		Nombre del área	Tipo	Etapa	Superficie (ha)
4	4.27	Área Verde 7	Previa - Apoyo L**	O-C	2.1016
				Sub Total	**717.0705**
		Naopa			
5	5.1	Tajo Naopa	Autorizado – Obra Minera	O-C	45.036
5	5.2	Tepetatera Guadalupe	Nueva - Obra Minera	P-O-C	57.1953
5	5.3	Tepetatera Norte	Autorizado – Obra Minera	O-C	34.5214
5	5.4	Tepetatera Sur	Autorizado – Obra Minera	O-C	84.4544
5	5.5	Zona industrial Naopa: Taller de mantenimiento, Área de lavado de camiones, Planta de separación de grasas y aceites, Oficinas, Planeación de la Mina, Gerencia General, Área de Topografía, Otras Áreas Administrativas, Tanques de combustibles, Vivero y CEA, Comedor, Área de Geología, Área de seguridad y capacitación, Estacionamientos, Servicios sanitarios, Planta de tratamiento, Almacén de residuos peligrosos.	Autorizado - Apoyo O*	O-C	16.416
5	5.6	Patio de mineral	Autorizado – Obra Minera	O-C	11.9183
5	5.7	Stock ley intermedia: Recepción y almacenamiento de mineral, Clasificación, Almacenamiento y carga, Control de calidad	Autorizado – Obra Minera	O-C	9.3111
5	5.8	Polvorines	Autorizado - Apoyo O*	O-C	5.7287
5	5.9	Patio de maniobras: Recepción y clasificación de material, Almacenamiento temporal, Carga y descarga de materiales, Maniobras de equipos, Inspección y mantenimiento de equipos, Control de tráfico, Seguridad y vigilancia, Registro y seguimiento de materiales	Autorizado - Apoyo O*	O-C	5.164
5	5.10	Depósito de suelo orgánico	Autorizado - Apoyo O*	O-C	1.1463
5	5.11	Áreas verdes 2	Autorizado - Apoyo L**	O-C	34.0426
5	5.12	Áreas verdes 4	Nueva- Apoyo L**	P-O-C	28.4648
5	5.13	Áreas verdes 3	Nueva- Apoyo L**	P-O-C	6.3855
5	5.14.a	Áreas verdes 6	Nueva- Apoyo L**	P-O-C	18.4925
5	5.14.b	Áreas verdes 6	Nueva- Apoyo L**	P-O-C	27.2433
5.A	5.A.15	Áreas verdes 5	Nueva- Apoyo L**	P-O-C	5.1919
5.B	5.B.16	Área de conservación 1 “Ocotal”	Autorizado - Apoyo L**		59.7412
				Sub Total	**450.4533**
		Nonoalco			
6	6.1	Planta de Beneficio: Planta OxMn, Planta de Secado, Accesos, Patios Planta de Tratamiento de aguas residuales, tanques de combustibles, almacén de residuos peligrosos.	Previa - Obra Minera	O-C	1.7632
6	6.2	Depósito de Lodos Norte de Alumbres-1	Previa - Obra Minera	O-C	1.2989
6	6.3	Depósito de Lodos Norte de Alumbres - 2	Previa - Obra Minera	O-C	1.2633
6	6.4	Depósito de Lodos Buena Vista	Previa - Obra Minera	O-C	1.8403
6	6.5	Depósito de Lodos Cajón II	Previa - Obra Minera	O-C	1.3102
6	6.6	Depósito de Lodos Block - 3	Previa - Obra Minera	O-C	0.6519
6	6.7	Depósito de Lodos Stock-7 I	Previa - Obra Minera	O-C	1.71
6	6.8	Depósito de Lodos C. Prieto Norte I Depósito de Lodos C. Prieto Norte II Depósito de Lodos C. Prieto Norte IV Vaso Anexo Depósito de Lodos C. Prieto Sur Accesos Basurero	Previa - Obra Minera	O-C	7.1404
6	6.9	Depósito de Lodos los Patos Accesos Depósito de Lodos Stock- 7 II	Previa - Obra Minera	O-C	3.5818
6	6.10	Depósito de Lodos No. 1 Depósito de Lodos No. 2, Depósito de Lodos No. 3, D. Regulación, Accesos Arroyos Bodegas Presa Cañada (Agua Limpia)	Previa - Obra Minera	O-C	5.4289
6	6.11	Embalse	Previa - Apoyo L**	O-C	0.122
6	6.12	Depósito No. 4	Previa - Obra Minera	O-C	0.7202
6	6.13	Presa Cabrera (aprovechamiento superficial)	Previa - Obra Minera	O-C	0.4646
6	6.14	Presa de los peces	Previa - Obra Minera	O-C	0.5914
6	6.15	Depósito de jales Panteón:	Previa - Obra Minera	O-C	2.3073
6	6.16	Patio 4 (depósito de lodos)	Previa - Apoyo O*	O-C	0.4872
6	6.17	Patio 5 (depósito de lodos)	Previa - Apoyo O*	O-C	0.224
6	6.18	Patio de maniobras (depósito de lodos)	Previa - Apoyo O*	O-C	2.7468
6	6.19	Bodega Patio 7	Previa - Apoyo L**	O-C	0.1189
6	6.20	Camino Vecinal	Previa - Apoyo O*	O-C	0.1529
6	6.21	Caminos	Previa - Apoyo O*	O-C	0.2118

ID		Nombre del área	Tipo	Etapa	Superficie (ha)
6	6.22	Caminos	Previa - Apoyo O*	O-C	0.4767
6	6.23	Calle Comunitaria	Previa - Apoyo O*	O-C	0.0664
6	6.24	Caminos	Previa - Apoyo O*	O-C	0.3517
6	6.25	Caminos	Previa - Apoyo O*	O-C	0.1867
6	6.26	Camino Comunitario	Previa - Apoyo O*	O-C	0.3860
6	6.27	Camino a Cerro Prieto	Previa - Apoyo O*	O-C	1.5264
6	6.28	Caminos	Previa - Apoyo O*	O-C	0.2674
6	6.29	Sindicato	Previa - Apoyo L**	O-C	0.4219
6	6.30	Infraestructura: Almacén Oficinas Planta Concentradora (trituración, cribado, clasificación por hidrociclones, tanque espesador, sistema de filtración, control de emisiones,) Nave de mesas concentradoras, bodegas, accesos, tuberías, Talleres, subestación eléctrica, comedor, oficinas, sala de juntas,	Previa - Apoyo L**	O-C	2.2662
6	6.31	Área de Servicios: Caseta de Policía Estacionamiento Depósito de Chatarra Caminos	Previa - Apoyo L**	O-C	0.5686
6	6.32	Tanques: Tanques Acceso Caseta de Policía (Vigilancia)	Previa - Apoyo L**	O-C	0.3490
6	6.33	Oficinas Laboratorio. Laboratorio, accesos, estacionamiento, departamento médico	Previa - Apoyo O*	O-C	0.4518
6	6.34	Filtro Prensa: Filtro Prensa Cuarto de Control Tanque	Previa - Apoyo O*	O-C	0.1203
6	6.35	Tiradero de Cerro Prieto: Extracción de Óxidos Accesos Bermas	Previa - Obra Minera	O-C	4.3494
6	6.36	Bodega de Geología	Previa - Apoyo L**	O-C	0.6032
6	6.37	Gimnasio al Aire Libre	Previa - Apoyo L**	O-C	0.3140
6	6.38	Zona de la Cabaña Cancha de Básquetbol	Previa - Apoyo L**	O-C	0.8791
6	6.39	Áreas Verdes 3	Previa - Apoyo L**	O-C	3.8783
6	6.40	Áreas Verdes 5	Previa - Apoyo L**	O-C	0.9103
6	6.41	Áreas Verdes 1	Previa - Apoyo L**	O-C	0.1117
6	6.42	Áreas Verdes 8	Previa - Apoyo L**	O-C	0.2516
6	6.43	Áreas Verdes 7	Previa - Apoyo L**	O-C	1.0073
6	6.44	Áreas Verdes 9	Previa - Apoyo L**	O-C	0.1922
6	6.45	Áreas Verdes 11	Previa - Apoyo L**	O-C	0.0527
6	6.46	Áreas Verdes 6	Previa - Apoyo L**	O-C	0.3608
6	6.47	Áreas Verdes 4	Previa - Apoyo L**	O-C	1.0965
6	6.48	Áreas Verdes 12	Previa - Apoyo L**	O-C	1.4878
6	6.49	Área Verde 10	Previa - Apoyo L**	O-C	1.055
6	6.50	Área Verde: Camino a Cerro Prieto 2	Previa - Apoyo L**	O-C	4.6815
6.A	6.A.51	Área de Evaluación Geológica: Jalamelco	Previa - Obra Minera	O-C	3.3078
6.B	6.B.52	Área de Evaluación Geológica: El Lucero	Previa - Obra Minera	O-C	2.032
6.C	6.C.53	Área de Evaluación Geológica: Ocotitla	Previa - Obra Minera	O-C	0.568
6.D	6.D.54	Área de Evaluación Geológica: Yatitla	Previa - Obra Minera	O-C	2.3074
6.E	6.E.55	Área de Evaluación Geológica: Mina La Colmena	Previa - Obra Minera	O-C	17.6046
6.F	6.F.56	Área de Evaluación Geológica: Mina Vieja Extracción de Óxidos	Previa - Obra Minera Previa - Obra Minera	O-C	3.7703
6.G	6.G.57	Área de Evaluación Geológica: Ocote Tierno	Previa - Obra Minera	O-C	3.0294
6.H	6.H.58	Área de Evaluación Geológica: Malila 1 Construcción de Auditorio	Previa - Obra Minera Previa - Apoyo L**	O-C	1.0929
6.I	6.I.59	Área de Evaluación Geológica: Cajón Malila	Previa - Obra Minera	O-C	0.5543
6.J	6.J.60	Área de Evaluación Geológica: Presas Malila 3	Previa - Obra Minera	O-C	0.127
6.K	6.K.61	Área de Evaluación Geológica: Presas Malila 2	Previa - Obra Minera	O-C	1.8442
6.L	6.L.62	Área de Evaluación Geológica: Proyecto Júpiter	Previa - Obra Minera	O-C	5.5558
6.M	6.M.63	Área de Evaluación Geológica: Tepeolo	Previa - Obra Minera	O-C	13.4497
6.N	6.N.64	Zona de Rehabilitación Ambiental (Área original Impactada, previo a 1988): Tepeolo - Cierre de Mina	Previa - Obra Minera	C	1.7451
6.Ñ	6.Ñ.65	Área de evaluación Geológica: Propiedad Privada Extracción de Óxidos	Previa - Obra Minera Previa - Obra Minera	O-C	2.9462
6.O	6.O.66	Área de Evaluación Geológica: Sur de la Chorrera	Previa - Obra Minera	O-C	1.1339
				Sub Total	**123.8751**
				Total (***)	**1,291.3989**

Notas: 1.- Las obras 2.2 a las 2.20 se encuentran dentro de la superficie autorizada para el Tajo Acuatitla

2.- Lo resaltado en color rosa corresponde a obras nuevas
3.- Para este caso, se entiende lo mismo para depósito de lodos, depósito de jales
* Apoyo operativo
** Apoyo logístico
*** El total no incluye las Áreas de Interés de Exploración
P: Preparación del sitio y Construcción
O: Operación y mantenimiento
C: Cierre

De acuerdo con la tabla anterior, el proyecto integra obras y áreas, tanto previas a la LGEEPA, como autorizadas y nuevas, con ocupación de **1,291.3989 ha**, distribuidas en las tres unidades.

II.2.1 Unidad Molango

La Unidad Molango se sitúa al norte de la Unidad Naopa, a aproximadamente 220 kilómetros de distancia de Pachuca, en los municipios de Lolotla, Molango de Escamilla, Tepehuacán de Guerrero y Tlanchinol, estado de Hidalgo.

Inició operaciones en 1960. En el pasado realizó explotación a cielo abierto en los tajos San Fernando (17.5002 ha), Los Naranjos (0.5313 ha) y Comextetitla (14.081 ha), ya inactivos. Actualmente se realizan operaciones de explotación subterránea en las minas Tampoch, Coyoles, Comextetitla (812 msnm), Mina 900, Mina 1000 y Mina 810, así como procesamiento del mineral de manganeso en la planta de beneficio (nodulización), inaugurada en 1968.

En la unidad existen diversas obras e instalaciones mineras: áreas de servicios, áreas de depósito, vivero, áreas verdes, áreas de evaluación geológica, campamento, estacionamientos, área de servicios administrativos, almacenes, comedores, almacén de residuos, bodegas, patios, depósitos, subestación eléctrica, subestación de diésel, área de depósito y reabastecimiento de combustible, tuberías de gas, tanque de agua, casa de fuerza, polvorines, áreas de maniobras, talleres, laboratorios, perifiltro, instalaciones CCUM, canchas de futbol, cancha de tenis, zona habitacional, planta de tratamiento de aguas residuales, tubería de agua y bombas, casas de sacos y colectores de polvo, concretera, caminos y casetas.

Las obras de apoyo a la mina subterránea incluyen infraestructura de servicios de agua, aire comprimido y energía para el minado subterráneo, contra pozos, bocaminas, accesos y robbins.

También existe una antigua planta P.M.P. (Planta de Medio Pesado) y una antigua báscula

Todas las obras y áreas de la Unidad Molango se concentran en cuatro **Polígonos de Agrupación** (Figura RE.5).

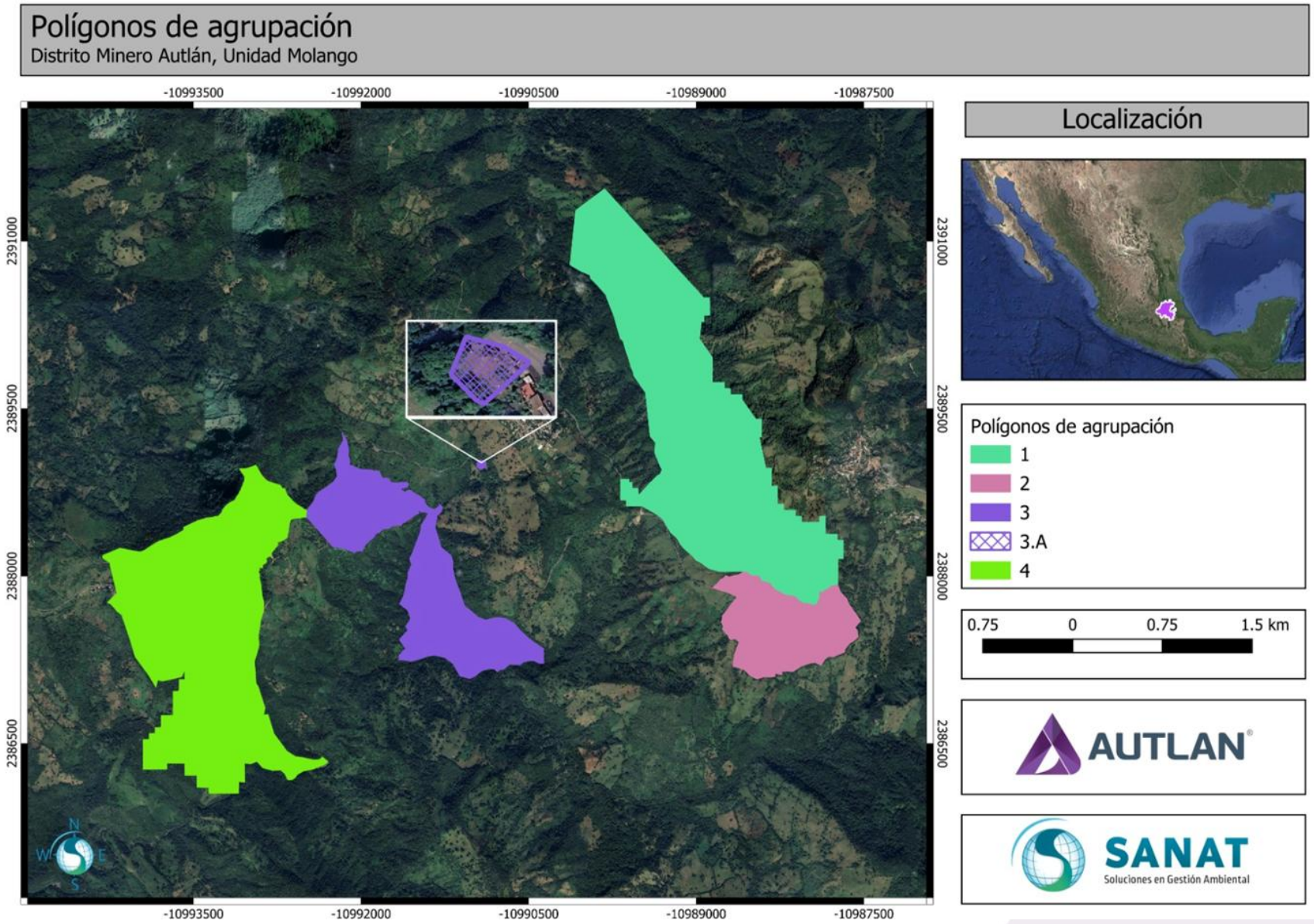


Figura RE. 5. Polígonos de agrupación - Unidad Molango

II.2.1.1. Polígono de Agrupación 1

Corresponde a la denominada Zona Comextetitla y se integra por diversas obras y áreas que se denominan "Minado Comextetitla" y cubren una extensión de 283.7026 hectáreas. Algunas áreas, ya en desuso, iniciaron operaciones en 1960. El polígono se extiende en terrenos sujetos a Convenios de Ocupación Temporal, en los cuales se desarrollaron las primeras actividades de explotación a cielo abierto de la Compañía Minera Autlán: Tajo San Fernando, de 17.5002 ha; Tajo Los Naranjos, de 0.5313 ha, y Tajo Comextetitla, de 14.081 ha.

Como consecuencia de esas actividades se crearon áreas de depósito, denominadas tiraderos o vaciaderos, que ocupan una superficie total de 29.5774 ha; asimismo, se tiene el área denominada "Área de extracción y Depósito", con 14.8992 ha de superficie; y el área "Antigua planta P.M.P.", con 7.2913 ha, que hoy se usa como almacén temporal de residuos peligrosos.

Toda el área cuenta con accesos, que suman un total de 0.3456 ha, así como Robbins, que ocupan un total de 1.2994 ha; todo conectado por distintas redes de caminos, que suman 30.0069 ha.

Las obras y áreas que integran este Polígono de Agrupación se muestran en la Figura RE.6. La descripción de cada una se expone detalladamente en la MIA-R.

II.2.1.2. Polígono de Agrupación 2

Corresponde a la Zona Acuatitla, que se encuentra en operaciones desde el año 1980 y en la que se encuentra el Tajo Acuatitla, autorizado en 1997 en un área conocida localmente como La Isla, donde se explotaban óxidos de manganeso; actualmente este tajo ya no está sujeto a explotación, pero alberga las obras mineras y de apoyo que se identifican la Figura RE.7.

II.2.1.3. Polígono de Agrupación 3

Este polígono incluye a las zonas Ayotetla y Coyoles (Figura 8), las cuales albergan las obras y áreas que se indican en la Tabla RE.6.

Tabla RE. 6. Áreas de las Zonas Ayotetla y Coyoles - Unidad Molango

ID	No. de Área	Superficie (ha)
Zona Ayotetla		
Stock pile	3.1	0.9106
Planta de beneficio	3.2	17.762
Polígono de servicios	3.4	0.3935
Área de maniobras	3.6	13.4875
Infraestructura de combustibles	3.7	0.2521
Reabastecimiento de combustible	3.8	0.9726
Tanque de agua	3.9	1.7489
Casa de fuerza	3.10	1.0383
Carretera Otongo-Tepehuacán	3.12	0.7411
Polígono de servicios energéticos y explosivos	3.13	0.6047
Infraestructura operativa	3.14	3.8808
Vivero	3.15	0.7593
Área verde 1	3.16	6.4277
Área verde 2	3.18	0.5174
Área verde 3	3.17	0.6295

ID	No. de Área	Superficie (ha)
Zona Ayotetla		
Zona Coyoles		
UG Coyoles	3.3	4.5515
Camino a Coyoles	3.11	6.2716
Área verde 4	3.19	26.3126
Área verde 5	3.20	33.0438
Polígono 3.A		
Antigua báscula	3.A.5	0.1515

II.2.1.4. Polígono de Agrupación 4

Corresponde a las zonas Otongo y Crisolco en donde se sitúan tres de las áreas de evaluación geológica, el sitio propuesto para relleno sanitario , el área del perifiltro, instalaciones del Centro de Capacitación de la Unidad Molango, la zona habitacional conocida como Colonia Guadalupe, cancha de tenis, cancha de futbol, caminos, un tramo de la carretera Tepehuacán-Casetas, una planta de tratamiento de aguas residuales, infraestructura de bombeo de agua y nueve polígonos de áreas verdes (Figura RE.9).

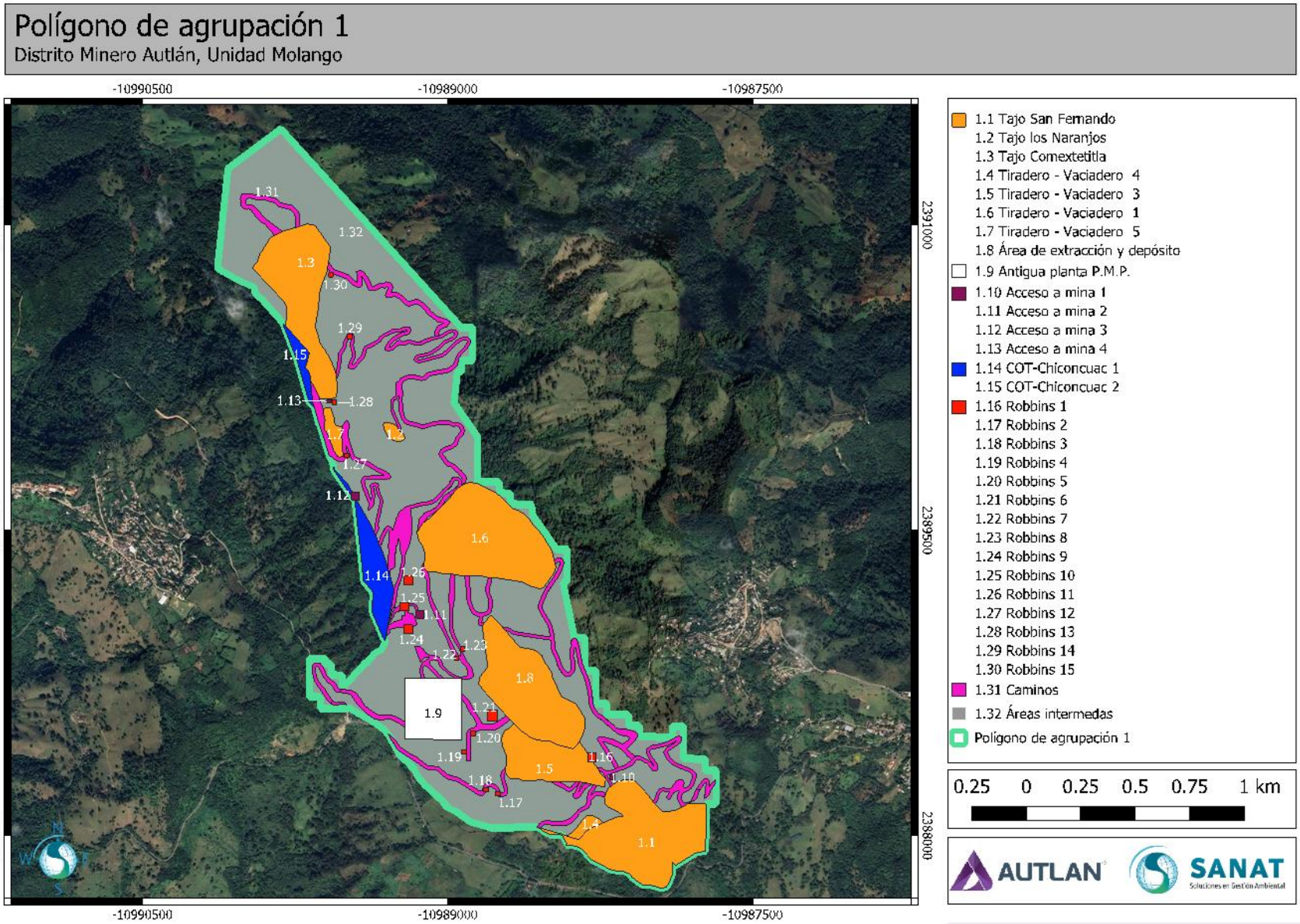


Figura RE. 6. Zona Comextetitla (Polígono de Agrupación 1) – Unidad Molango

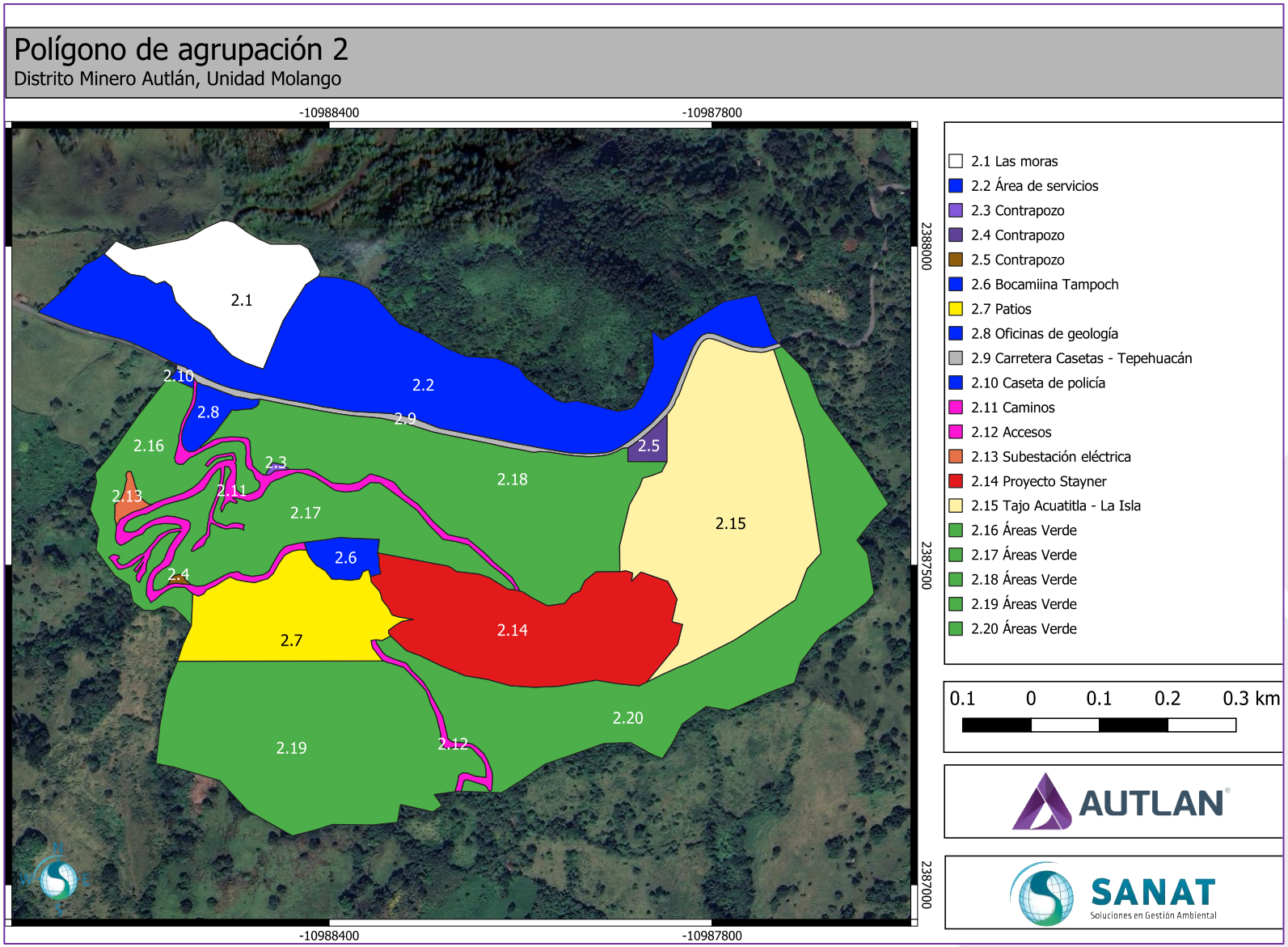


Figura RE. 7. Zona Acuatitla (Polígono de Agrupación 2) – Unidad Molango

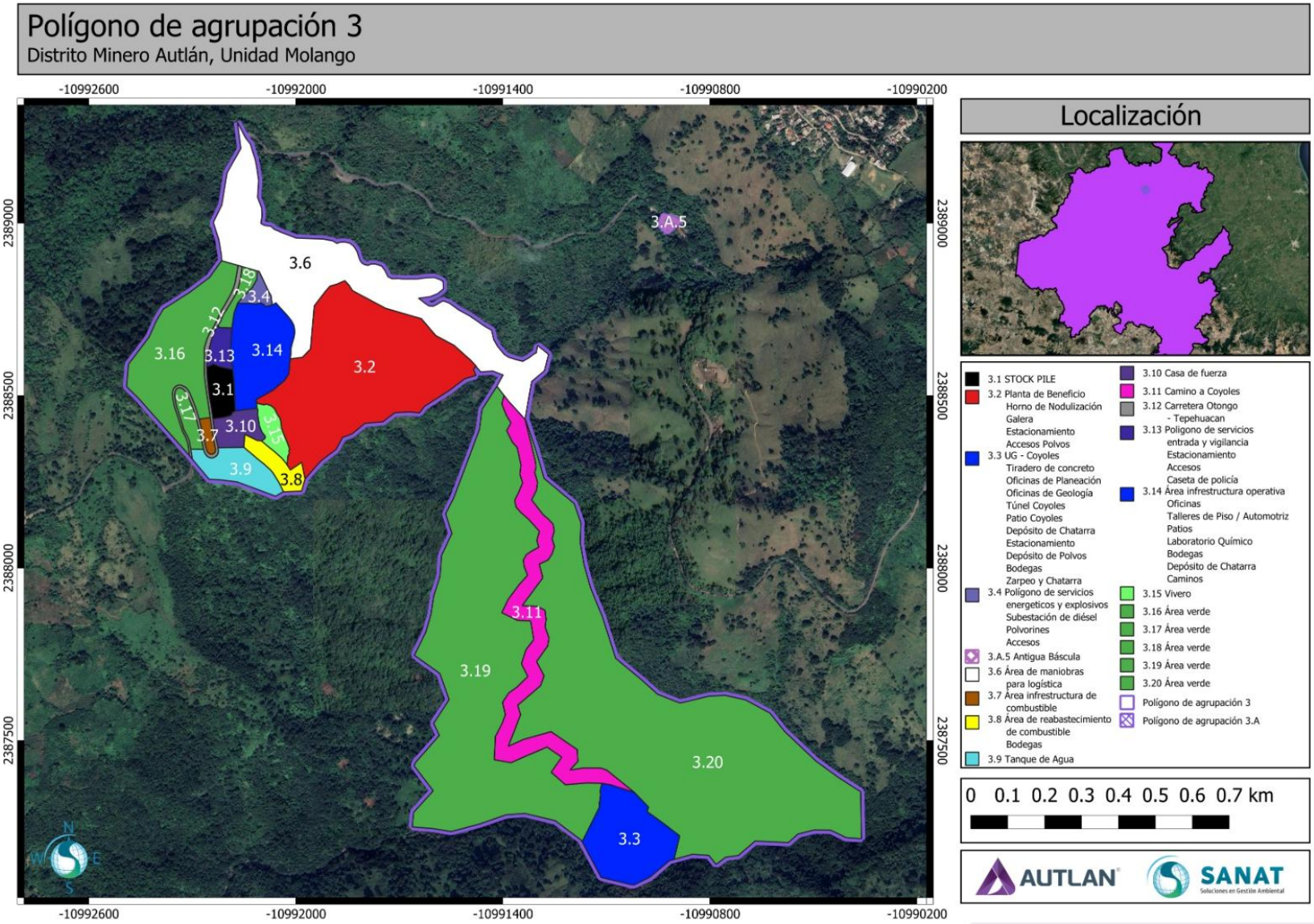


Figura RE. 8. Zonas Ayotetla y Coyoles (Polígonos de Agrupación 3 – Unidad Molango

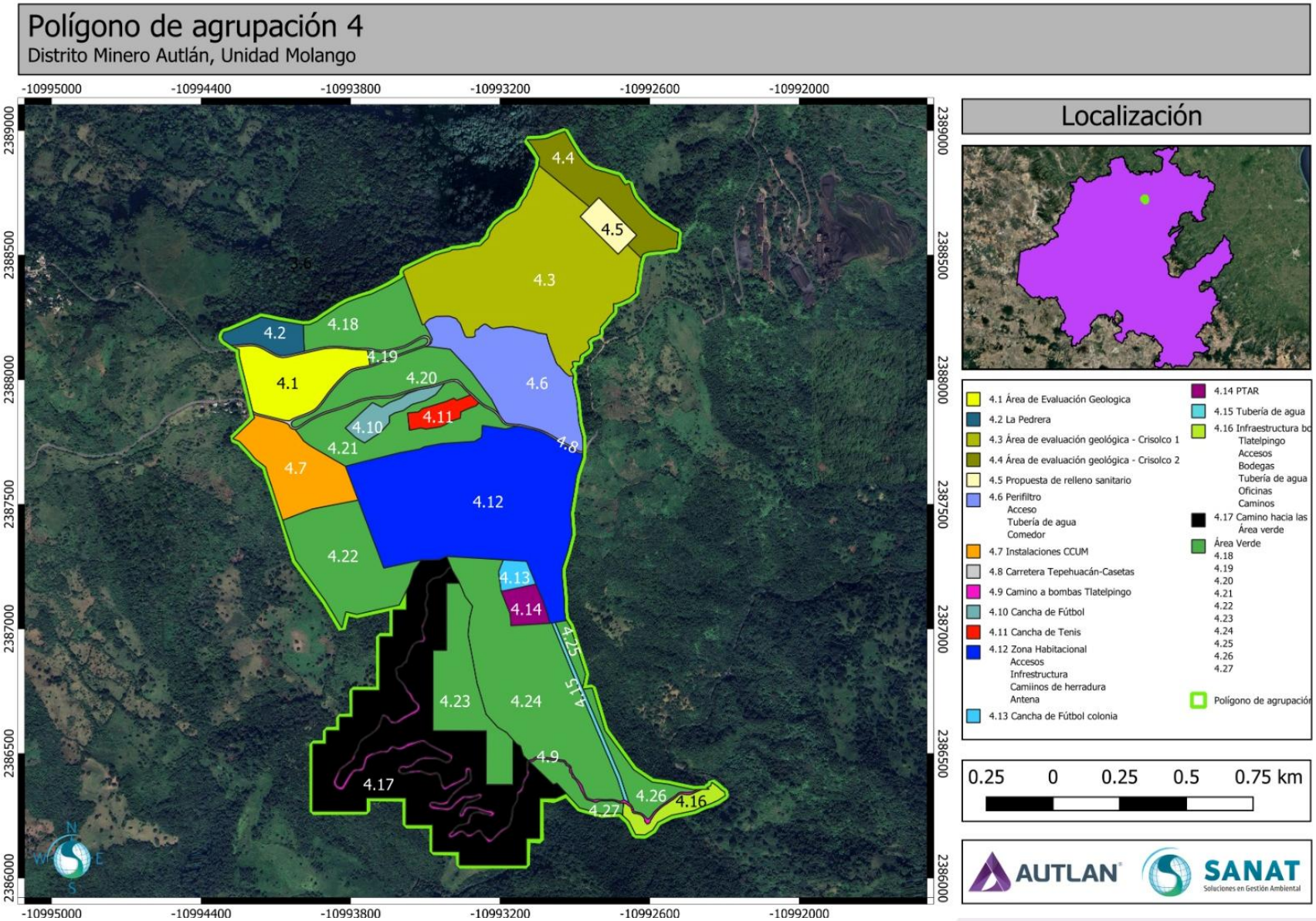


Figura RE. 9. Zonas Otongo y Crisolco (Polígono de Agrupación 4) – Unidad Molango

II.2.2. Unidad Naopa - Polígono de Agrupación 5

La Unidad Naopa se sitúa al sur de la Unidad Molango y al norte de la Unidad Nonoalco, en los municipios de Molango de Escamilla y Lolotla.

Corresponde al Polígono de Agrupación 5, en el que se incluyen diversas obras y actividades (Figura RE.10), entre las que se encuentran el Tajo Naopa, dos tepetateras operativas (Tepetatera Norte y Tepetatera Sur), la zona industrial que alberga talleres de mantenimiento, área de lavado de camiones, planta de separación de grasas y aceites, oficinas, almacenes, tanques de combustibles, vivero, centro de educación ambiental, cisterna, comedor, área de Geología, área de seguridad y capacitación, estacionamientos, servicios sanitarios, planta de tratamiento, almacén de residuos peligrosos, camino vecinal y almacén de núcleos.

Otras áreas incluyen el patio de mineral, stock de ley intermedia, polvorines, patio de maniobras, depósito de suelo, un área de conservación y un área verde.

En este polígono se encontrará la tepetatera programada (Tepetatera Guadalupe) y cinco nuevos polígonos de áreas verdes.

La distribución de las áreas se ilustra en la Figura RE.10.

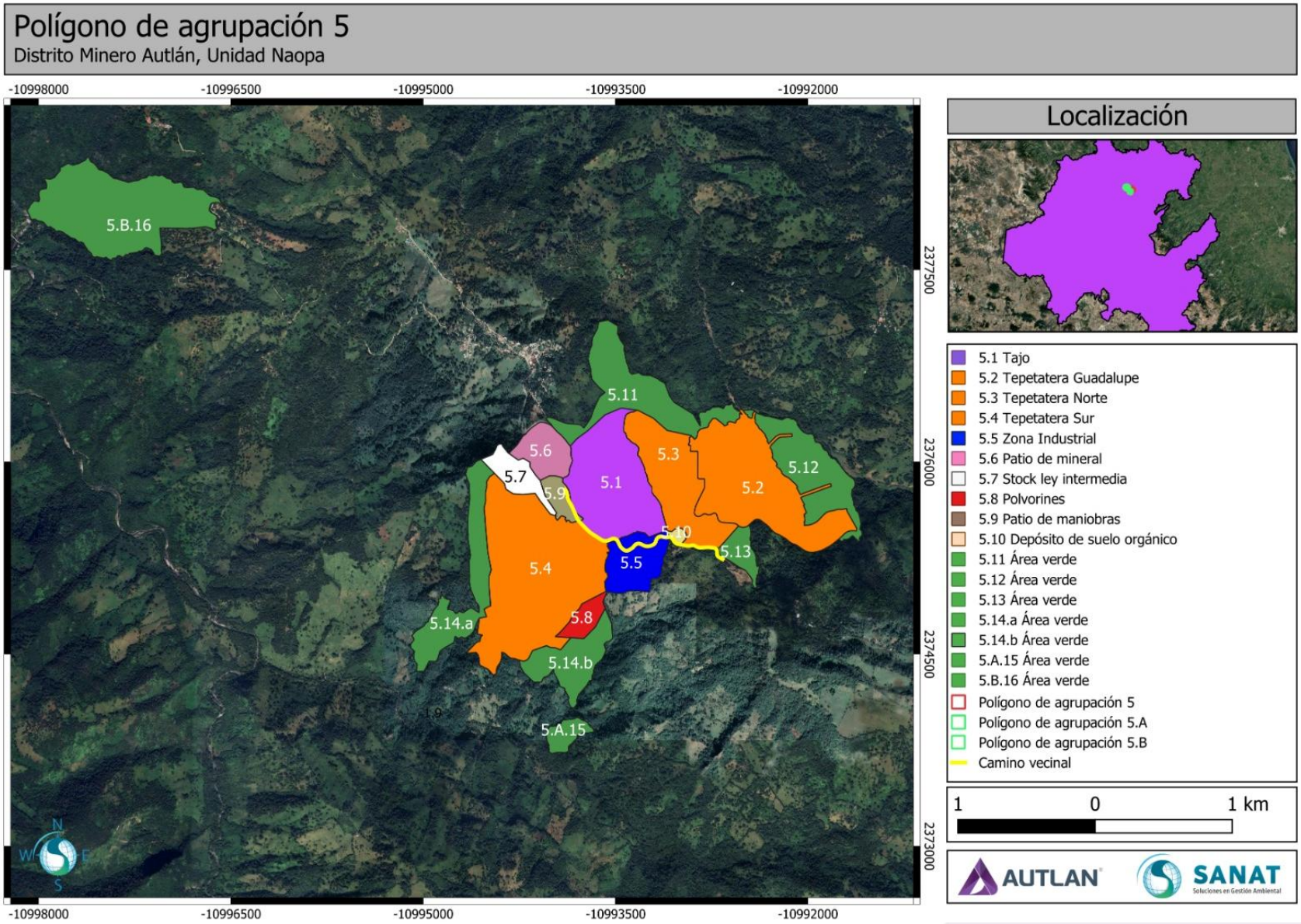


Figura RE. 10. Unidad Naopa – Polígono de Agrupación 5

II.2.3. Unidad Nonoalco - Polígono de Agrupación 6

La Unidad Nonoalco se asienta al sur de la Unidad Naopa, en el municipio de Xochicoatlán, Hidalgo. Corresponde al Polígono de Agrupación 6 (figuras RE.11 y RE.12).

En 1960, se inició la etapa constructiva de la planta de procesamiento y cuatro años más tarde se puso en operación. A lo largo de los años, la planta ha experimentado un proceso de evolución constante, consolidándose como un referente en la producción de manganeso de alta calidad, impulsando tanto la innovación tecnológica (tales como: baterías recargables, mejoras en las aleaciones de acero, mejoras en la eficiencia y el rendimiento de ciertos dispositivos electrónicos, entre otros), así como el compromiso con la sustentabilidad en sus operaciones y con sus áreas vecinas.

Esta unidad alberga una planta de concentrado de manganeso, una planta de secado molido y envasado, una planta de óxido manganoso y una planta concentradora en mesas. Para la operación de estos procesos se fueron estableciendo depósitos de jales y otras obras de infraestructura de apoyo y servicios, como líneas de distribución de energía, oficinas, laboratorios, almacenes, planta de tratamiento de aguas residuales, almacén de residuos peligrosos, tanques de combustible, colectores de polvo, caseta de vigilancia, patios de embarque, pilas de recuperación de agua, subestación eléctrica, comedor, y áreas de residuos de manejo especial, entre otros.

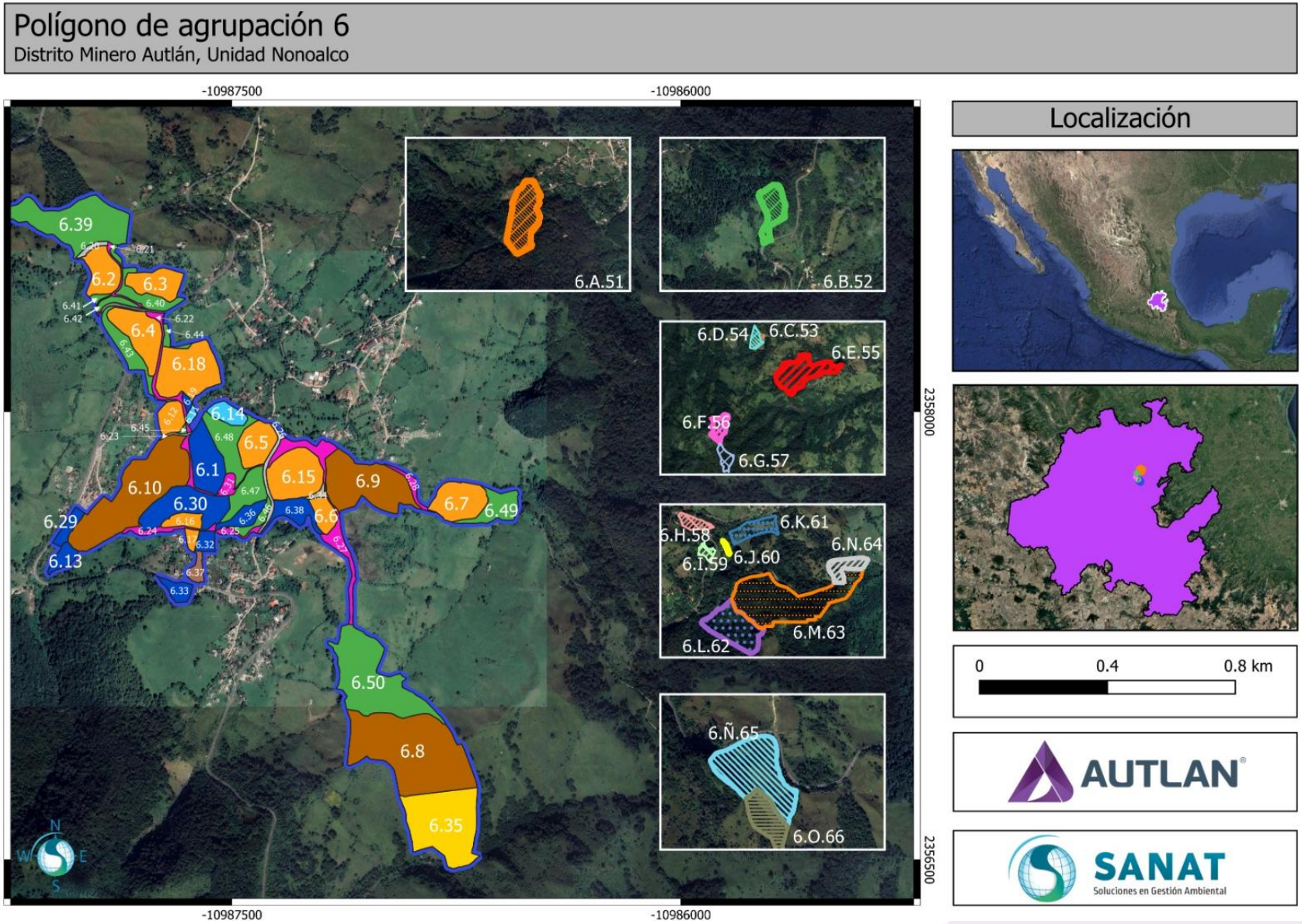


Figura RE. 11. Áreas del Polígono de Agrupación 6 - Unidad Nonoalco

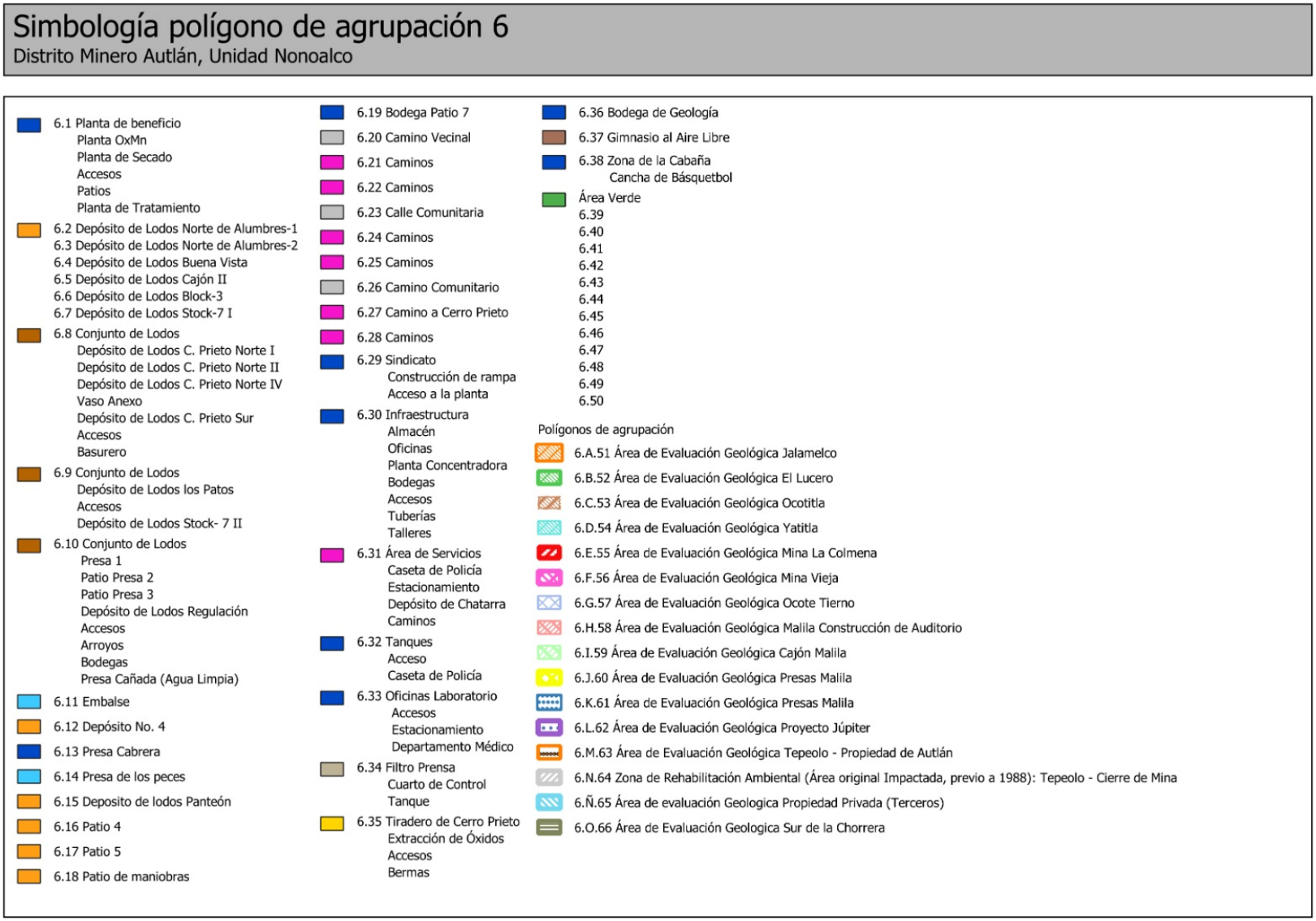


Figura RE. 12. Simbología del Polígono de Agrupación 6 - Unidad Nonoalco

II.2.2. Áreas de Interés de Exploración

El proyecto incluye **26 polígonos de exploración**, denominados en este documento como **Áreas de Interés de Exploración** (AIE), distribuidas en torno a las unidades Molango, Naopa y Nonoalco (Figura RE.13). Los nombres de las áreas, su clave de identificación, su nivel de prioridad y superficie, se indican en la Tabla RE.7.

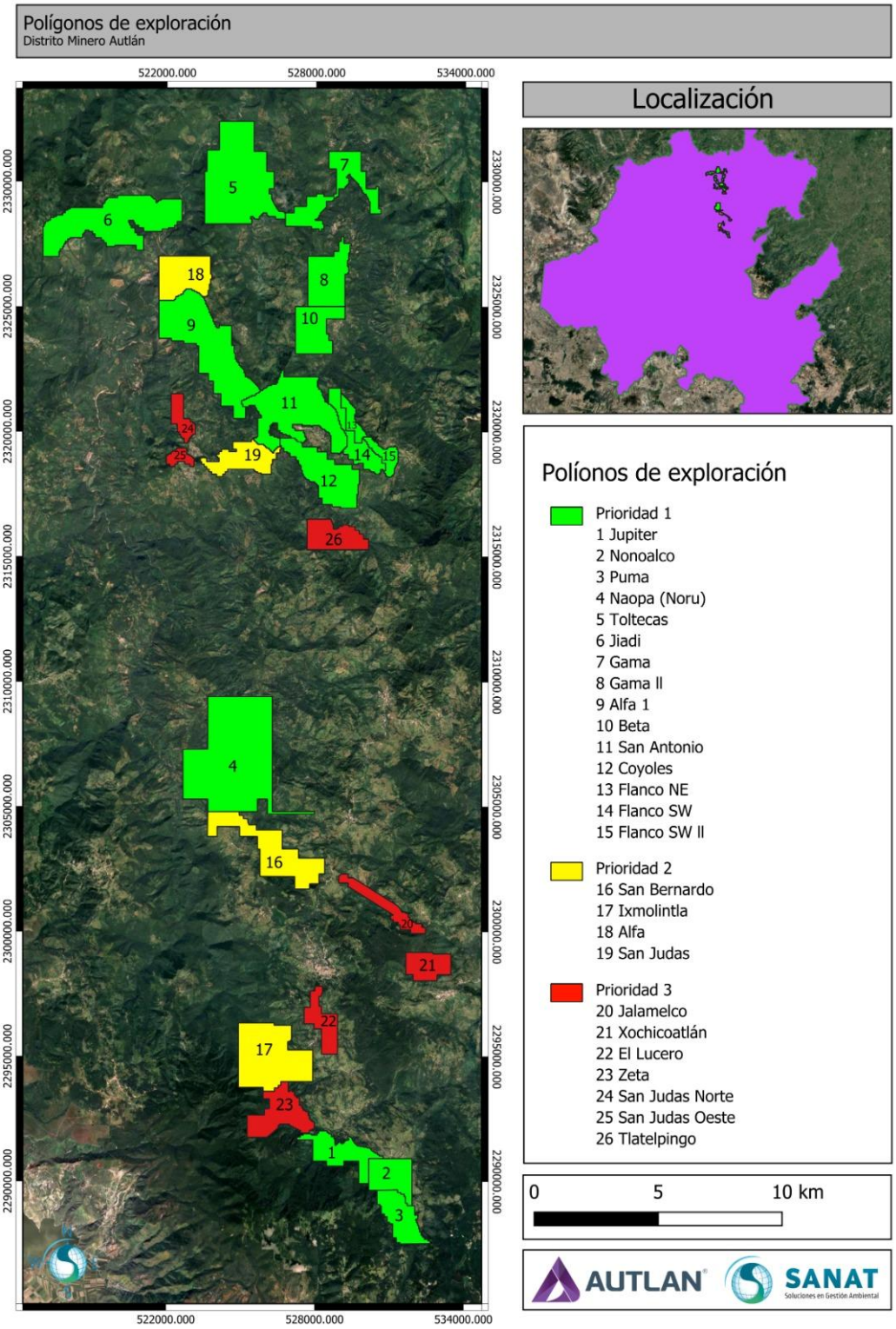


Figura RE. 13. Polígonos de las Áreas de Interés de Exploración

Tabla RE. 7. Áreas de Interés de Exploración

ID Polígono	Nombre del área	Tipo	Etapa	Nivel de prioridad	Superficie total (ha)
PRÓXIMAS A LA UNIDAD MOLANGO (ZONA NORTE)					
6	Jiadi	Nueva-AIE	P-O-C	Prioridad 1	798.7393
5	Toltecas	Nueva-AIE	P-O-C	Prioridad 1	931.3387
7	Gama	Nueva-AIE	P-O-C	Prioridad 1	373.2852
8	Gama II	Nueva-AIE	P-O-C	Prioridad 1	339.5269
9	Alfa 1	Nueva-AIE	P-O-C	Prioridad 1	838.0995
10	Beta	Nueva-AIE	P-O-C	Prioridad 1	290.7414
11	San Antonino	Nueva-AIE	P-O-C	Prioridad 1	718.5000
14	Flanco SW	Nueva-AIE	P-O-C	Prioridad 1	202.5000
15	Flanco SW II	Nueva-AIE	P-O-C	Prioridad 1	88.3363
13	Flanco NE	Nueva-AIE	P-O-C	Prioridad 1	78.9540
12	Coyoles	Nueva-AIE	P-O-C	Prioridad 1	432.7500
18	Alfa	Nueva-AIE	P-O-C	Prioridad 2	327.0161
19	San Judas	Nueva-AIE	P-O-C	Prioridad 2	263.2500
24	San Judas norte	Nueva-AIE	P-O-C	Prioridad 3	106.7501
15	San Judas oeste	Nueva-AIE	P-O-C	Prioridad 3	55.6972
26	Tlaltepingo	Nueva-AIE	P-O-C	Prioridad 3	242.6857
				Subtotal	**6,088.1704**
PRÓXIMAS A LA UNIDAD NAOPA (ZONA CENTRO)					
4	Naopa NW (Noru)	Nueva-AIE	P-O-C	Prioridad 1	1396.0754
16	San Bernardo	Nueva-AIE	P-O-C	Prioridad 2	498.7603
				Subtotal	**1,894.8357**
PRÓXIMAS A LA UNIDAD NONOALCO (ZONAS CENTRO Y SUR)					
1	Júpiter	Nueva-AIE	P-O-C	Prioridad 1	272.4644
2	Nonoalco	Nueva-AIE	P-O-C	Prioridad 1	241.1762
3	Puma	Nueva-AIE	P-O-C	Prioridad 1	251.5859
17	Ixmolintla	Nueva-AIE	P-O-C	Prioridad 2	646.9599
20	Jalamelco	Nueva-AIE	P-O-C	Prioridad 3	170.3382
21	Xochicoatlán	Nueva-AIE	P-O-C	Prioridad 3	182.8093
22	El Lucero	Nueva-AIE	P-O-C	Prioridad 3	189.2060
23	Zeta	Nueva-AIE	P-O-C	Prioridad 3	324.3387
				Subtotal	**2,278.8786**
				Total	**10,261.8847**

Notas: P: Preparación del sitio y Construcción
O: Operación y mantenimiento
C: Cierre

Como se aprecia en la tabla anterior, **la superficie de las AIE totaliza 10,261.8847 ha**, que es el área en donde se realizarán actividades de exploración.

Algunas de las Áreas de Interés de Exploración se sobreponen con zonas operativas y verdes de las tres unidades, por lo que, para determinar inequívocamente la superficie efectiva del proyecto, sin una sobreestimación espacial, resulta imprescindible hacer la distinción y análisis de estas superficies.

Este análisis, que se expone en la Tabla RE. 8, permitirá también comprender el concepto de *Áreas de Interés de Exploración* ***sin traslapes***, como concepto de cálculo para le superficie total del proyecto.

Tabla RE. 8. Análisis de superficies de las Áreas de Interés de Exploración

ID	Nombre del área	A. Superficie total del polígono (ha)	B. Superficie de traslape en áreas operativas (ha)	C. Superficie de traslape en Áreas Verdes (ha)	Superficie sin traslape (ha) [A – B – C]
PRÓXIMAS A LA UNIDAD MOLANGO (ZONA NORTE)					
6	Jiadi	798.7393			798.7393
5	Toltecas	931.3387			931.3387
7	Gama	373.2852			373.2852
8	Gama II	339.5269			339.5269
9	Alfa 1	838.0995			838.0995

ID	Nombre del área	A. Superficie total del polígono (ha)	B. Superficie de traslape en áreas operativas (ha)	C. Superficie de traslape en Áreas Verdes (ha)	Superficie sin traslape (ha) [A – B – C]
10	Beta	290.7414			290.7414
11	San Antonino	718.5000	7.5930		710.9070
14	Flanco SW	202.5000	191.2144		11.2856
15	Flanco SW II	88.3363	7.5882		80.7481
13	Flanco NE	78.9540	74.2962		4.6578
12	Coyoles	432.7500	24.2711	20.8471	387.6318
18	Alfa	327.0161			327.0161
19	San Judas	263.2500	82.3279	8.1789	172.7432
24	San Judas norte	106.7501			106.7501
15	San Judas oeste	55.6972			55.6972
26	Tlaltepingo	242.6857			242.6857
PRÓXIMAS A LA UNIDAD NAOPA (ZONA CENTRO)					
4	Naopa NW (Noru)	1396.0754	219.9534	103.2501	1072.8719
16	San Bernardo	498.7603			498.7603
PRÓXIMAS A LA UNIDAD NONOALCO (ZONAS CENTRO Y SUR)					
1	Júpiter	272.4644	15.3552	0.5279	256.5813
2	Nonoalco	241.1762	42.1294	9.4394	189.6074
3	Puma	251.5859	1.2527		250.3332
17	Ixmolintla	646.9599	18.7052		628.2547
20	Jalamelco	170.3382	2.7851		167.5531
21	Xochicoatlán	182.8093			182.8093
22	El Lucero	189.2060	0.0731		189.1329
23	Zeta	324.3387	6.7691		317.5696
	Totales	**10,261.8847**	**694.3140**	**142.2434**	**9,425.3273**
			836.5574		

Aunque la superficie total de los 26 polígonos de las AIE es de 10,261.8847 ha, teniendo en cuenta la existencia de traslapes, se tiene que las actividades de exploración incidirán en 836.5574 ha de sitios operativos y áreas verdes (Áreas de Interés de Exploración con traslapes), y en 9,425.3273 ha de terreno que carecen de obras mineras o de apoyo (Áreas de Interés de Exploración sin traslapes), siendo este último valor (9,425.3273 ha) el que se utiliza para cuantificar la superficie total de incidencia del proyecto (Tabla RE.9).

Tabla RE. 9. Concentrado de superficies de las Áreas de Interés de Exploración

	Tipo de AIE		
	Sin traslapes	Con traslapes	Total AIE
Superficie (ha)	9,425.3273	836.5574	10,261.8847

Así, se tiene que, considerando la existencia de sobrelapamiento de algunas Áreas de Interés de Exploración en porciones de las tres unidades y algunas áreas verdes, **la superficie total de incidencia territorial del proyecto comprende 10,716.7262 ha.**

Con base en el análisis expuesto, la superficie total del proyecto se distribuye como se indica en la Tabla RE.10.

Tabla RE. 10. Distribución de las superficies del proyecto DMA

Superficie total (Molango+Naopa+Nonoalco+ AIE sin traslapes)	Molango	Naopa	Nonoalco	AIE	Total
	717.0705	450.4533	123.8751	9,425.3273	10,716.7262
	1,291.3989				

Es relevante indicar que debido a las características del proyecto DMA, que integra obras y áreas antiguas, así como algunas ya autorizadas, **de las 10,716.7262 ha que conforman la superficie total del proyecto, sólo 95.465753 ha requerirán Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales, de los cuales 57.5067 ha corresponde a la superficie para las obras de exploración y 37.959 ha a la superficie para el desarrollo de la Tepetatera Guadalupe**, debido a que albergan vegetación de Bosque Mesófilo de Montaña y vegetación secundaria arbustiva de Bosque Mesófilo de Montaña. La solicitud de autorización correspondiente será presentada ante la autoridad competente.

De los 26 polígonos de exploración, la empresa ha planificado la ejecución prioritaria de los trabajos exploratorios en los polígonos San Antonio (27 planillas de barrenación, seis patios de maniobras y caminos) en una superficie de 151 ha, y Naopa NW-Noru (49 planillas de barrenación, cinco patios de maniobras y caminos) en una superficie de 89.7 ha (Figuras RE.14 y RE.15).

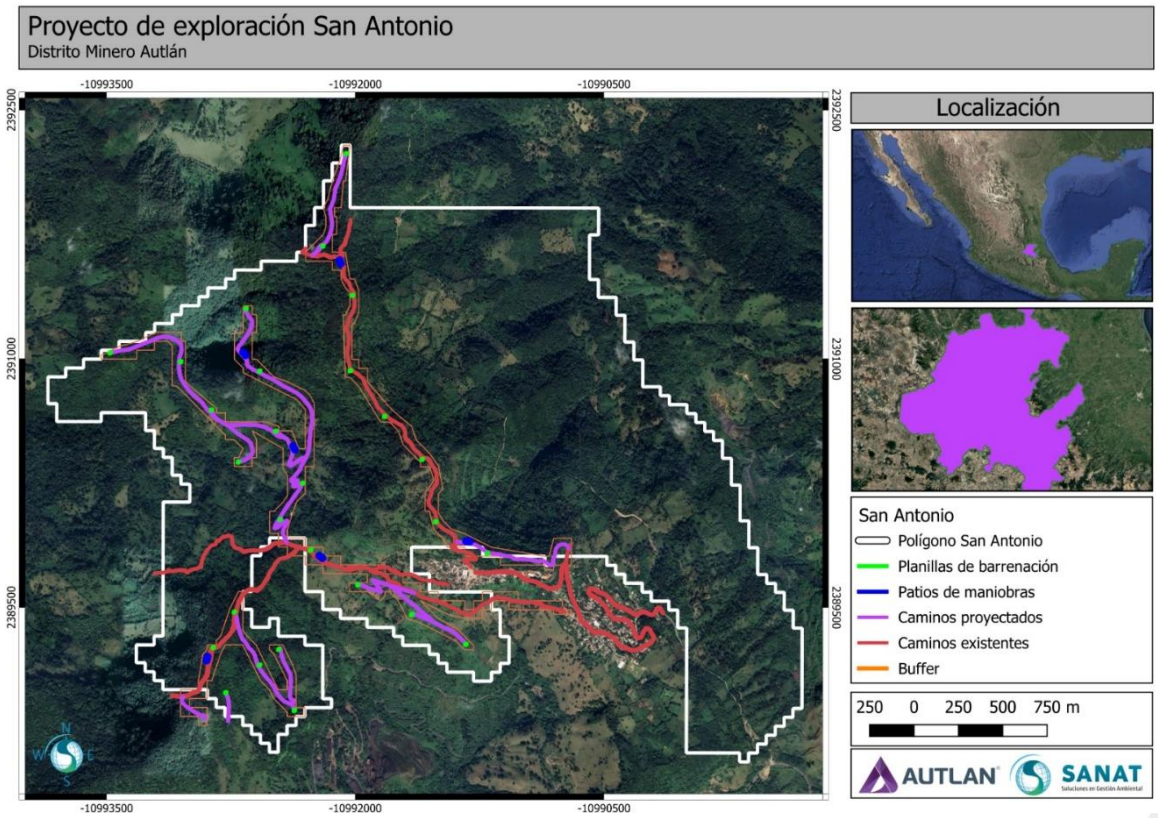


Figura RE. 14. Proyecto de exploración San Antonio

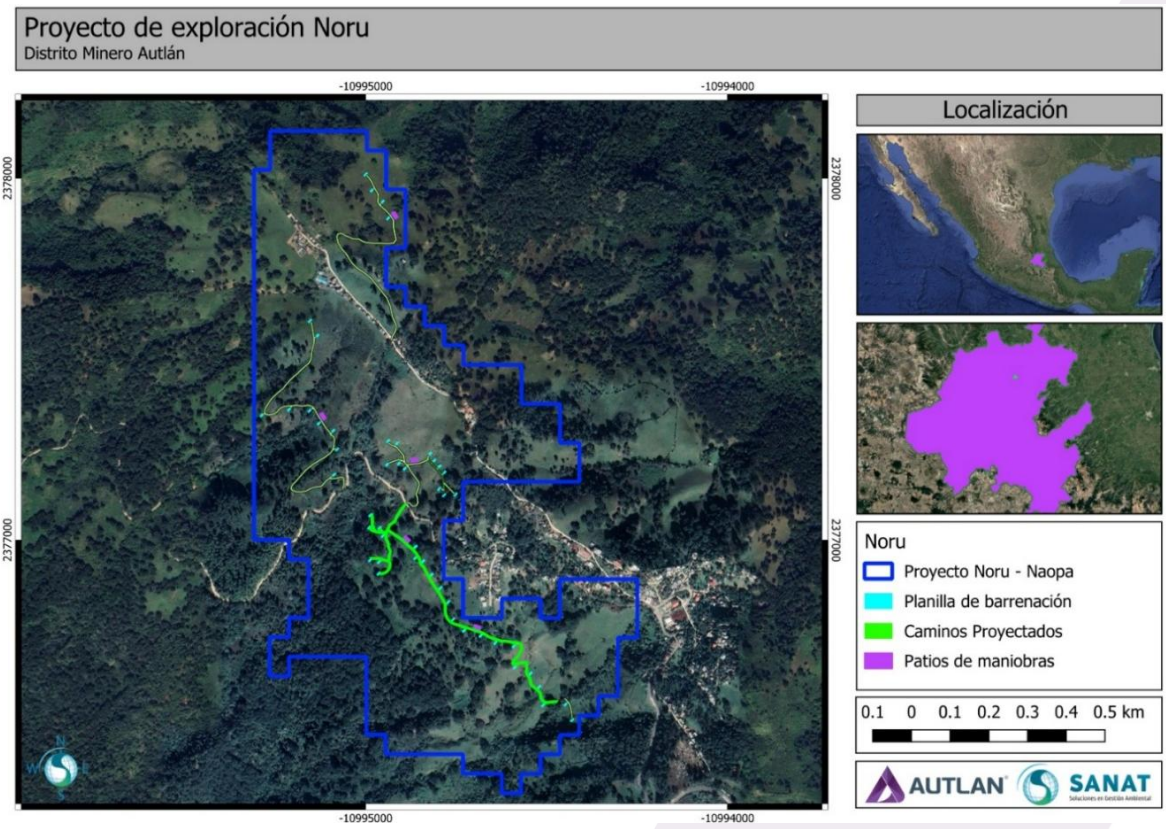


Figura RE. 15. Proyecto de exploración Naopa NW (Noru)

II.2.3. Resumen de Uso de Suelo y Vegetación de Obras nuevas

En la Tabla RE.11, se presenta a manera de resumen las superficies de Uso de Suelo y Vegetación que se verán afectadas por la construcción de obras nuevas, asimismo se presenta el porcentaje de afectación con respecto a las 10,716.7262 ha de incidencia territorial del proyecto DMA y las 38,998.68 ha del SAR.

Tabla RE. 11. Resumen de Uso de Suelo y Vegetación que se verá afectado por la construcción de obras nuevas

Obra	Tipo de vegetación	Superficie de incidencia (m²)	% de afectación Distrito Minero	% de afectación SAR
Propuesta de Relleno Sanitario	BM	18,164.94	0.017%	0.005%
Área verde 5.12	BM	147,707.64	N/A	N/A
	VSa/BM	79,602.21	N/A	N/A
Área verde 5.13	VSa/BM	56,442.92	N/A	N/A
Área verde 5.14a	BM	390.20	N/A	N/A
	VSa/BM	184,535.13	N/A	N/A
Área verde 5.14b	BM	272,433.61	N/A	N/A
Área verde 5A.15	BM	50,734.14	N/A	N/A
	VSa/BM	1,184.51	N/A	N/A
Tepetatera Guadalupe	BM	9,393.68	0.009%	0.002%
	VSa/BM	565,443.28	0.528%	0.145%
Exploración Noru	BM	5,047.53	0.005%	0.001%
	VSa/BM	2,137.00	0.002%	0.001%
Exploración San Antonio	BM	252,775.00	0.236%	0.065%
	VSa/BM	315,108.00	0.294%	0.081%

BM = Bosque mesófilo de Montaña
VSa/BM= Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña
Distrito Minero = 10,716 ha (107,167,200 m²)
SAR = 38,998.68 ha (389,986,800 m²)
Nota: Aún y cuando en el análisis para uso de suelo y vegetación señala 57.4836 ha de BM, Vsa/BM para la Tepetatera Guadalupe, solo se requerirá la remoción para **37.959 ha**
Cabe aclarar que en las áreas verdes no se llevara a cabo ningún tipo de infraestructura, son áreas reservadas para actividades de reforestación.

II.3. Etapas de desarrollo del proyecto

II.3.1 Preparación del sitio y construcción

Guadalupe y las áreas de exploración Naopa NW y San Antonio. Las demás obras ya se encuentran construidas y operando.

En el caso del relleno sanitario, aunque se trata de una obra nueva, aún no cuenta con el proyecto ejecutivo. Una vez que se tenga listo, será elaborada la Manifestación de Impacto Ambiental respectiva y se solicitará la autorización por parte de la autoridad ambiental estatal, que es competente en esa materia. Es de señalar, sin embargo, que el desarrollo de la obra en todas sus etapas se ajustará a las especificaciones que señala la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003.

II.3.1.1. Tepetatera Guadalupe

También conocida como Tepetatera Norte II, será un nuevo depósito de material estéril, sin valores, que es necesario remover para poder explotar el mineral con valores. La conformación de este nuevo depósito iniciará una vez que sea autorizado este Proyecto DMA.

El sitio de ubicación de la tepetatera alberga actualmente vegetación de Bosque Mesófilo de Montaña, por lo que se tramitará la autorización de cambio de uso de suelo de terrenos forestales en 37.9590 ha.

De acuerdo con su diseño se contempla la construcción de un bordo iniciador que alcanzará la cota 860 msnm y que, de manera general, se trata de un enrocamiento, el cual contará con un filtro en la cara aguas arriba.

El bordo iniciador permitirá iniciar con la colocación del material; ésta se realizará en trece (13) etapas de sobreelevación, cada una de ellas con una altura de 15.0 m y pendientes de 1.5:1 (H:V). Siguiendo los crecimientos mencionados, se registrará una cota final de 1,055 msnm y un volumen almacenado de 8,963,814 m^3. Simultáneamente al depósito del material, se realizará la conformación de los escalones de liga entre el terreno natural y el material depositado (Figura RE.16).

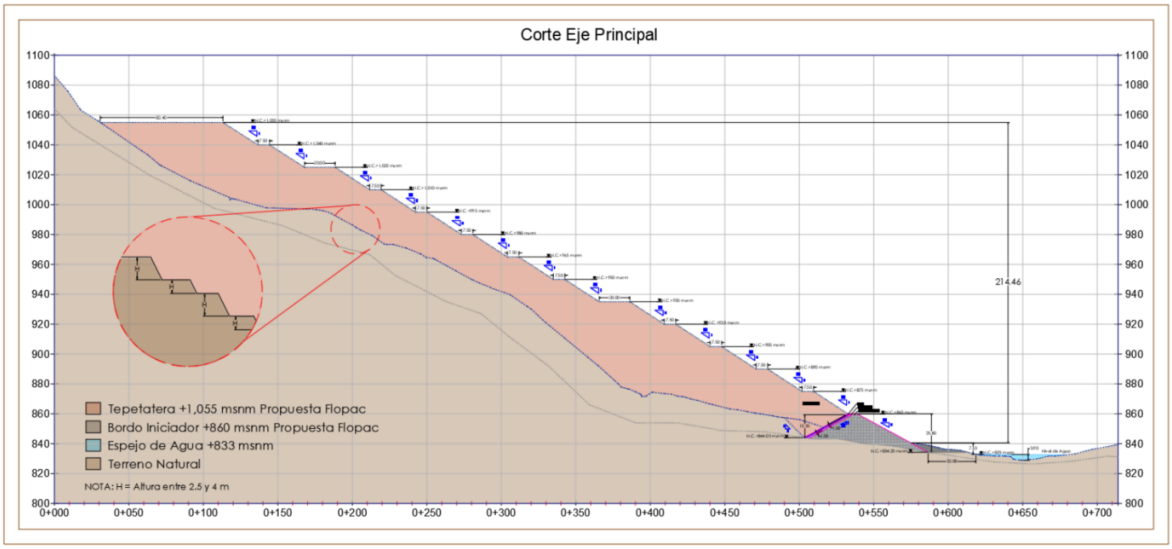


Figura RE. 16. Sección principal de la Tepetatera Guadalupe (o Tepetatera Norte II)

En las tablas RE.12 y RE.13 se indican las características geométricas y generales de la tepetatera y el bordo iniciador.

Tabla RE. 12. Características geométricas de la Tepetatera Guadalupe – Unidad Naopa

Etapa	Elevación msnm	Ancho de berma (m)
Bordo iniciador	860	6.0
1	875	7.5
2	890	7.5
3	905	7.5
4	920	7.5
5	935	20
6	950	7.5
7	965	7.5
8	980	7.5
9	995	7.5
10	1,010	7.5
11	1,025	20
12	1,040	7.5
13	1,055	---

Tabla RE. 13. Características generales de la Tepetatera Norte II y el bordo iniciador

Características	Tepetatera	Bordo iniciador	Unidades
Volumen	8,963,814	45,229	m^3
Elevación máxima	1,055	860	msnm
Ancho de bermas	7.50 y 20.00	--	m
Elevación mínima	--	840.50	msnm
Longitud de corona	--	156.00	m

Características	Tepetatera	Bordo iniciador	Unidades
Altura máxima	--	19.50	m
Ancho de corona	--	6.00	m
Pendiente	1.5 : 1.0	1.8 : 1.0	H:V
Pendiente general	2.15 : 1.0		H:V

El diseño de la tepetatera incorpora obras hidráulicas que permitirán garantizar la correcta operación del depósito, haciendo un manejo ambientalmente adecuado de la escorrentía superficial. Éstas incluyen un canal superior, un canal de cierre en la corona, canales intermedios y un sistema de drenaje interior (Figura RE.17).

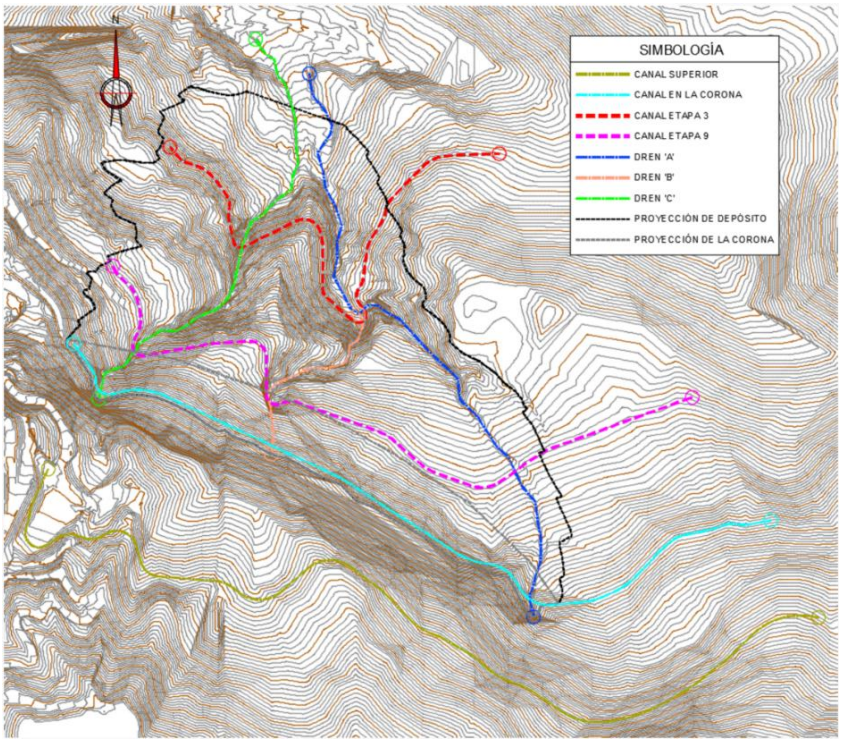


Figura RE. 17. Obras hidráulicas propuestas en la Tepetatera Norte II

Las actividades para la conformación de la tepetatera son: trazo y nivelación, manejo de vegetación y fauna, desmonte y despalme, excavación, construcción del bordo iniciador, construcción de obras hidráulicas e instrumentación (referencias superficiales, inclinómetros, pozos de observación y piezómetros).

II.3.1.2. Desarrollo de tepetateras operativas

Las tepetateras Norte y Sur, actualmente operativas, continuarán recibiendo el material estéril hasta el límite de su capacidad. Su desarrollo se realiza conforme el tepetate se va depositando en el terreno designado. La geometría del depósito se define a través de una planeación rigurosa que atiende a criterios de ingeniería y seguridad (estabilidad), entre otros factores.

El depósito del tepetate se realiza con el método de "punto final de descarga", que consiste en verter el material para que se compacte por su propio peso. El acomodo consiste en la conformación de terrazas descendentes, que inician en la parte superior de cada sitio.

El material se deposita de forma planificada y de acuerdo con sus características mineralógicas, manteniendo ángulos de reposo de 34°, hasta formar bancos de 20 a 30 metros de altura, separados entre sí por una berma de 30 metros.

El acceso a la tepetatera se efectúa por medio de rampas de 30 metros de ancho y pendiente general de 10 %, que se van construyendo conforme avanza el depósito en altura y amplitud de los diferentes bancos.

Como parte de las operaciones en las tepetateras, en la Unidad Naopa se han incorporado las mejores prácticas de manejo para atenuar la dispersión de partículas, mitigar la erosión y controlar los escurrimientos de sedimentos. Entre ellas, destacan las siguientes:

a. Medidas de estabilización de la superficie. Incluyen acciones de compactación, colocación de cubiertas vegetales y construcción de muros de rocas (riprap), entre otras.

b. Medidas para el control de polvo. Se realiza la aspersión de los caminos y la cobertura de la caja de los camiones de acarreo.

c. Medidas de control y canalización de escurrimientos. Se construyen canales superficiales para el control de los escurrimientos pluviales, así como subdrenes de zanja.

d. Medidas de control de sedimentos. Se instalan trampas y barreras de sedimentos.

II.3.1.3. Exploración Naopa NW (Noru) y San Antonio

Las actividades de exploración en los polígonos Naopa NW y San Antonio son las únicas que requerirán el desarrollo de trabajos de preparación del sitio.

Las actividades de esta etapa consisten en:

- Delimitación del trazo de caminos y planillas de barrenación.
- Remoción de la vegetación presente en el sitio de barrenación.
- Nivelaciones del terreno necesarias.
- Apertura de caminos, de 5 a 7 metros de ancho.
- Conformación de cárcamos de bombeo.
- Traslado del equipo de barrenación.

II.3.1.4. Evaluación Geológica

La empresa tiene previsto realizar actividades de evaluación geológica en 15 polígonos distribuidos en la unidad Nonoalco y tres en Molango, en donde se ha detectado la necesidad de realizar mayores estudios e investigaciones, por presentar características geológicas particulares. Los resultados de los trabajos de evaluación geológica y exploración determinarán la viabilidad o inviabilidad de explotación (condenación minera).

El estudio de estas áreas es relevante para abundar en el conocimiento del yacimiento de manganeso, especialmente si se tiene en cuenta que el Distrito Manganesífero de Molango es el más importante del país y uno de los más grandes del mundo.

Los estudios y evaluaciones geológicas que se realizarán son esenciales para garantizar una explotación eficiente, segura y ambientalmente responsable del manganeso, asegurando su disponibilidad para futuras generaciones y contribuyendo al desarrollo económico de la región.

II.3.2. Operación y mantenimiento

II.3.2.1 Minado subterráneo

El minado subterráneo se realiza exclusivamente en la Unidad Molango, mediante dos métodos: (i) corte y relleno; y (ii) Block Caving.

Las etapas generales del método de minado por corte y relleno son: barrenación, voladura, ventilación, amacice, rezagado, anclaje, instalación de servicios (aire, agua y electricidad) y relleno.

El minado por Block Caving consiste en fracturar y colapsar de manera controlada grandes bloques de mineral, permitiendo que el material fragmentado caiga por gravedad hacia puntos de extracción ubicados en la base del bloque.

La mina subterránea Coyoles se ubica en la unidad Molango. Está constituida por túneles que, en conjunto, totalizan 86 kilómetros lineales. Opera a través de dos socavones (Tampoch y Coyoles) y cuatro accesos. Las actividades de minado se realizan en cinco secciones: Comextetitla (Mina 812), Coyoles, Mina 810, Mina 900 y Mina 1000) [Figura RE.18].

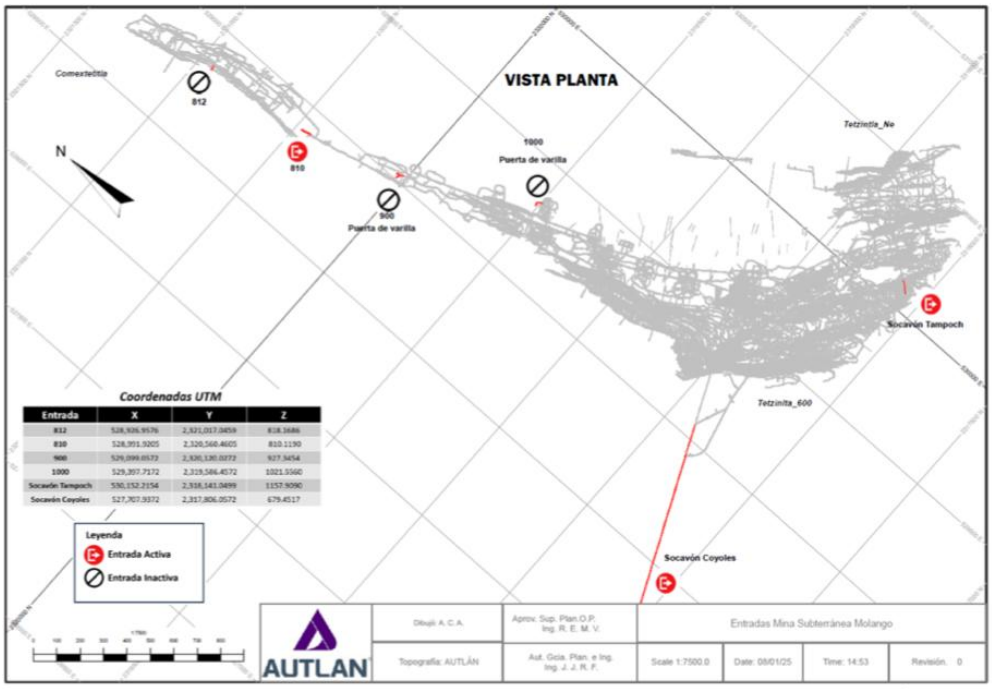


Figura RE. 18. Mina subterránea – Unidad Molango

El portal principal de la mina, que inició operaciones en 1981, ocupa un polígono de 4.5515 ha. Tiene dimensiones de 4 x 4 metros y una rampa de ingreso de 2 km, conformada con piso de concreto. Al costado de la rampa se encuentra tendido un ducto de 6'' que conduce el agua de laboreo al exterior.

El túnel principal, denominado Túnel Coyoles o Salvador Treviño tiene 2.7 km de longitud, y profundidad de 400 a 500 metros, partiendo de la cota de los 683 msnm.

En el polígono de 4.5515 ha donde se ubica el Portal Coyoles se cuenta con diversas obras complementarias: planta de tratamiento de aguas residuales, oficinas, banda transportadora, Patio Coyoles, depósito de chatarra, estacionamiento, depósito de polvos, bodegas y tiradero de concreto.

Al interior de la mina Coyoles se cuenta con una Trituradora Primaria Subterránea.

De acuerdo con las reservas probadas hasta el momento, el plan de explotación de la mina subterránea se indica en la Tabla RE.14. No obstante, las reservas inferidas permiten estimar aún una vida útil de la mina subterránea de hasta 50 años en total.

Tabla RE. 14. Plan de explotación de la mina subterránea de la Unidad Molango

Año/Vol	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
TMH Mineral	99,355	268,812	330,822	330,446	342,760	331,397	362,918	356,595	356,574	348,077	340,206	48,870

La mina subterránea cuenta con dos polvorines, denominados Polvorín Tetzintla 600 y Polvorín Tampoch; cada uno de ellos con dos instalaciones separadas, para ANFO y artificios.

Además, cuenta con contrapozos y 45 robbins que cubren múltiples funciones: ventilación, vertido de tepetate, y aporte de servicios, como energía eléctrica y otros que sean necesarios.

15 de los robbins son de estructura de material colado, con una sección de 2 X 2 m que se localizan en la zona de Chipoco distribuidos sobre la red de túneles de la mina, y 30 son rimados o circulares, de 0.3, 1.8 y 2.4 m de diámetro algunos de ellos fuera de operación. Los Robbins poseen ángulos que varían desde 60 ° hasta la vertical, de acuerdo con las necesidades y la longitud requerida.

II.3.2.2. Explotación a cielo abierto

Actualmente, la explotación a cielo abierto se realiza únicamente en el Tajo Naopa, de donde se extraen carbonatos de manganeso que se procesan en su totalidad en la planta de beneficio de la Unidad Molango.

En el Tajo Naopa el cuerpo mineralizado se dividió en 12 fases, que corresponden a la ubicación y leyes, de manera que la explotación no es espacialmente secuencial, sino que se van alternando para conseguir las características deseadas.

Para la explotación del tajo se proyectaron los movimientos de material para la extracción de carbonatos de manganeso ($MnCO_3$) y la remoción de material estéril, con una relación de descapote promedio de 1:4, considerando la capacidad instalada de los equipos, así como las necesidades de producción. Se extraen 7,500 t/d o 200,000 t/mes, de las cuales 150,000 toneladas es mineral.

El banqueo descendente se realiza mediante bancos de 10 m de altura, con un ángulo particular final de 70°, mientras que los taludes de trabajo poseen un ángulo de 50°. Los cálculos de ángulo final del tajo están basados en estudios cartográficos, estructurales, sísmicos, de mecánica de rocas y análisis de estabilidad.

Se mantiene un frente de trabajo de 10 m de altura para el material estéril, y de 5 m de altura para bancos de mineral. Siempre que las condiciones lo permiten, cada dos bancos (2 m de altura) se deja una berma de seguridad de 6.5 metros de ancho en la pared de material rocoso. La operación en bancos de mineral se afecta cada 5 metros de altura, para obtener una selectividad del material de mena.

Al llegar el tajo a su límite operativo se dejará una berma de seguridad de cuatro (4) metros en cada banco y una de ocho (8) metros cada 6 bancos (60 m).

Todos los caminos de operación y de servicio sirven para acceder a las diferentes áreas del tajo y han sido construidos de acuerdo con los criterios de diseño pertinentes, conservando en promedio 18 m ancho y pendiente promedio de 10 %.

El proceso de minado se realiza secuencialmente mediante las etapas de descapote, voladuras, rezagado y transferencia, y acarreo.

El desagüe se realiza con bomba centrífuga y es dirigida a presas sedimentadoras, en donde el agua descarga su mayor contenido de finos; posteriormente el agua clarificada se conduce a un cauce natural. Además, se cuenta con un canal perimetral al tajo que desvía el agua pluvial hacia escurrimientos naturales.

II.3.2.3. Procesamiento

El procesamiento del mineral se realiza en diferentes etapas y sitios, y empleando diversos métodos. Estas actividades se resumen en la Tabla RE.15.

Tabla RE. 15. Procesamiento del mineral

Proceso	Características
Trituración	Se realiza en la unidad Molango a todo el material extraído del Tajo Naopa y la mina subterránea. El material de la mina Coyoles es triturado en el interior mediante una trituradora primaria subterránea, antes de ser extraído. Se realiza una mezcla del material de baja y mediana ley y se conduce a una trituradora primaria superficial de quijadas. El material triturado pasa por bandas transportadoras a la trituración secundaria, que se realiza en la planta de beneficio. Posteriormente se realiza una trituración terciaria a través de una criba vibratoria. El mineral triturado se separa por granulometría y una porción es almacenada y comercializada. El restante material se conduce a una quebradora de hidrocono, se clasifica y se apila.

Proceso	Características
Preconcentración y selección	Para eliminar impurezas del mineral se realiza la preconcentración y selección en el Seleccionador Stainert. El equipo opera mediante la detección del manganeso por rayos láser y difracción de rayos X de baja emisión. Posteriormente se realiza la separación por aire a presión. El mineral seleccionado se almacena en el Galerón de Crudos y posteriormente en el almacén de mineral húmedo.
Nodulización	Del área de preconcentración el mineral pasa al horno de nodulización que realiza la calcinación, nodulización y secado. Los nódulos de manganeso pasan a un área de enfriamiento por inyección de aire atmosférico. Las impurezas del proceso son recolectadas y enviadas a la Planta de Tamos Ferroaleaciones en el estado de Veracruz.
Colector de polvo	El manejo de las emisiones resultantes del proceso de combustión y calcinación se realiza mediante un colector de polvo o Casa de Sacos. En esta instalación, los gases, que salen del horno a temperatura de 290 a 350 ^{o}C, pasan por un enfriador de aire forzado. El enfriador está conformado por módulos de tubos radiantes de 4 '' de diámetro, arreglados en diez secciones, y ventiladores axiales que poseen un sistema de arranque y paro automático de acuerdo con la temperatura de entrada de los gases. Los gases libres de polvo salen del colector y son conducidos a la chimenea principal del horno El polvo retirado del colector se almacena en tolvas. Cuando la tolva se llena, los polvos se retiran mediante válvulas rotatorias y transportadores de gusano hacia un cuarto receptor de polvos, en donde son espreados para mitigar la liberación de partículas. Posteriormente los polvos se retiran con un cargador frontal y se transportan a los patios de almacenamiento de polvos.
Producción de manganeso grado batería, cerámico y alimenticio	Se realiza en tres plantas de la Unidad Nonoalco: **Planta Concentradora.** El proceso de esta planta consiste en: ▪ Alimentación de mineral. ▪ Trituración. ▪ Cribado. ▪ Clasificación. ▪ Separación por hidrociclón. ▪ Mesas de concentración. ▪ Tanque espesador. El procesamiento emplea únicamente agua que circula en circuito cerrado. Genera lodos o jales. **Planta de secado, molido y envasado.** Procesa el bióxido de manganeso natural obtenido en la Planta Concentradora. Dependiendo del grado de concentración que se obtiene, es utilizado como Grado Batería (60 y 65 % de MnO_2) y Grado Cerámico (45 % de MnO_2). Las etapas del procesamiento son: ▪ Alimentación a un horno rotatorio. ▪ Secado. ▪ Molido. ▪ Clasificación. ▪ Envasado. ▪ Almacenado. Esta planta cuenta con una Casa de Sacos, que realiza la filtración del aire por mangas, utilizando filtros de tela para capturar partículas contaminantes del aire. **Planta de Óxido Manganoso.** Produce Manganeso Grado Alimenticio, Opera mediante dos circuitos que incluyen las siguientes etapas: ▪ Alimentación y homogeneización. ▪ Reducción mediante un horno reductor. ▪ Enfriamiento. ▪ Molienda. ▪ Clasificación. ▪ Envasado. Esta planta cuenta también con colectores de polvo.
Filtración de jales	Se realiza en la unidad Nonoalco. Tiene el propósito de reducir la humedad de los lodos (jales húmedos) procedentes del proceso de concentrado o del proceso de mesas concentradoras, hasta lograr una humedad menor al 10 % La filtración se realiza con un filtro de prensa de placas que opera a una presión de 6 bares (87 psi).
Depósito de jales	Los jales filtrados y compactados son trasladados en camiones de volteo para ser depositados en los patios de lodo. Próximamente se instalará una tubería que los conducirá y descargará directamente en el depósito.

Proceso	Características
	El agua que resulta de la filtración es depositada en un tanque de recuperación, para posteriormente ser enviada a la planta de beneficio para su reúso. Los jales se depositan temporalmente en presas para permitir la evaporación. Cuando el residuo ha perdido humedad suficiente, se aplantilla en temporada de secas; es decir, se coloca aguas abajo del borde inferior del depósito y se extiende para que termine de secarse. El depósito se realiza mediante el método de relleno y compactación, consistente en la colocación de los jales en capas delgadas, de 30 a 50 cm de espesor, que son posteriormente compactadas, antes de la colocación de la siguiente capa. Los depósitos que aún se utilizan cuentan con diques de contención, impermeabilización de la base con capas de arcilla, y canales de drenaje. En los depósitos fuera de uso se realizaron técnicas de manejo para evitar la erosión, consistentes en la colocación de recubrimientos de tierra, el establecimiento de cobertura vegetal a base de pastizales, o el uso de mallas naturales. Actualmente no se proyecta la conformación de nuevos depósitos, ya que de los 18 que existen, ocho continúan operando, dos se encuentran en etapa de cierre; y los restantes están siendo utilizados para el reprocesamiento de los jales.
Reprocesamiento de jales	Se tiene previsto realizar el reprocesamiento de los jales, como un método de revalorización de estos residuos que permitirá beneficiar la totalidad del material que se ha depositado históricamente en los depósitos. El procesamiento se realizará mediante dos técnicas: **Mesas concentradoras**, que consisten en un Concentrador Deister, equipado con una mesa de separación gravimétrica de finos, la cual tiene la peculiaridad de poder trabajar con minerales de tamaños muy pequeños, como los que se encuentran en los depósitos de jales. Las etapas del proceso son: ▪ Alimentación. ▪ Desgrumado. ▪ Cribado. ▪ Distribución. ▪ Concentración. El método proyectado sólo involucra la adición de agua. Los finos formarán el concentrado de manganeso, en tanto que las arcillas y gruesos se depositarán ya como lamas reprocesadas o agotadas. El agua utilizada se recircula a través de un sistema de drenaje y sedimentación, que permite separar los finos y el lodo de los concentrados. **Planta de espirales**. Esta planta realiza actualmente el reprocesamiento de los jales nuevos generados en las otras plantas de concentración. Esta instalación recibe los jales en el denominado Patio 4, de donde son conducidos a dos circuitos en los que son sometidos a un proceso de reconcentración del mineral.

II.3.2.4. Separación de grasas y aceites

La unidad Naopa cuenta con una Planta de Separación de Grasas y Aceites, que da tratamiento a las aguas residuales procedentes del lavado de camiones.

Antes de entrar al proceso de separación, las aguas residuales suelen pasar por un pretratamiento para eliminar sólidos grandes o partículas suspendidas que podrían obstruir o dañar los equipos de tratamiento. Esto puede incluir: filtración gruesa, desarenadores y tanques de flotación por aire disuelto.

II.3.2.5. Tratamiento de aguas residuales

El proyecto cuenta con seis plantas de tratamiento de aguas residuales que continuarán operando bajo las especificaciones particulares de cada sistema de tratamiento (Tabla RE.16).

Tabla RE. 16. Plantas de tratamiento de aguas residuales del proyecto

No.	Unidad	Tipo de agua residual	Sistema de tratamiento	Capacidad (m^3/día)	Destino del efluente
1	Molango	Sanitaria Servicio a empleados	Anaerobio a base de reactor biológico de lodos activados, sedimentador secundario, filtro profundo y sistema de cloración	30	Descarga y reúso en espreado de polvos y riego del talud de polvos
2	Molango	Sanitaria Zona habitacional	Tratamiento primario anaerobio, tratamiento secundario por aeración extendida y cloración; y tratamiento terciario por medios filtrantes	281	Reúso en enfriamiento de equipos
3	Molango	Sanitaria Coyoles	Anaerobio a base de tanque digestor, tanques de aeración, tanque clarificador, tanque de desinfección y digestor aerobio de lodos	30	Descarga
4	Naopa	Sanitaria-Servicios	Anaerobio, digestor, clarificación, desinfección y digestor anaeróbico de lodos	7.5	Reúso en área de lavado y descarga
5	Naopa	Servicios (lavado de vehículos pesados)	Filtros de separación de grasas y aceites	15	Reúso en lavado de vehículos pesados
6	Nonoalco	Sanitaria	Anaerobio en lagunas de retención	10	Reúso en el proceso (100 %)

II.3.2.6. Mantenimiento de caminos

El mantenimiento de caminos es una actividad frecuente en el área del proyecto. Para mantener su funcionalidad la compañía cuenta con un procedimiento interno que establece las directrices para su mantenimiento. Se realizan mantenimientos de rutina, trabajos de reparación y rehabilitación.

II.3.2.7. Reforestación

Históricamente, desde el año 1995 y hasta le fecha actual, **Compañía Minera Autlán** ha desarrollado acciones de reforestación en sus tres unidades, teniendo un total acumulado de 548,852 árboles plantados; de los cuales, 174,570 han sido plantados en la Unidad Molango, 271,308 en la Unidad Naopa, y 102,974 en la Unidad Nonoalco.

Complementariamente, como parte de sus compromisos y responsabilidades ambientales, la empresa implementa en sus unidades tres programas orientados a la recuperación de las áreas forestales que han sido afectadas por las actividades de explotación, principalmente en la zona de la Unidad Naopa:

- Programa de Restauración de Áreas Fuera de Operación.
- Programa de Reforestación.
- Plan de Cierre para la Unidad Naopa.

En el contexto del Programa de Reforestación, actualmente se orientan las acciones de plantación en 16 polígonos de la Unidad Naopa, cubriendo en su totalidad una superficie de aproximadamente 60 ha. Estos trabajos continuarán desarrollándose, tanto en las 16 áreas mencionadas, como en las superficies fuera de operación que transitan al cierre progresivo, y en las áreas verdes que se encuentran en las inmediaciones de las operaciones de las tres unidades.

II.3.2.8. Monitoreo de la calidad del agua

La compañía continuará realizando el Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua que ha sido formulado e implementado en el área de influencia de las operaciones.

II.3.3. Desmantelamiento y abandono de instalaciones

El desmantelamiento y abandono de las instalaciones forman parte de las actividades previstas en el Programa de Cierre y el Programa de Restauración de Áreas Fuera de Operación que la empresa ha formulado para sus instalaciones.

Ambos programas han sido diseñados con el propósito de restituir el valor ambiental, social y productivo de los terrenos que fueron afectados por las operaciones mineras, de manera que, a través de prácticas de manejo adecuadamente orientadas, éstos recuperen atributos que los hagan aptos para preservación y producción de servicios ambientales, o bien, el desarrollo de actividades productivas.

Debido a la antigüedad de las operaciones en las tres unidades, y a la evolución y desarrollo que han experimentado, diversas áreas, antes operativas, han quedado actualmente en desuso, de manera que la empresa ha ejecutado acciones de restauración en algunas de ellas, y programado el cierre progresivo de otras.

Dichos sitios, en su mayoría, han quedado integrados en los polígonos de área que en este estudio se destinan como áreas verdes, zonas de rehabilitación ambiental o área de evaluación geológica. No obstante, en tres de estos sitios, denominados Tepeolo, Cajón Malila y Presas Malila, situados en la Unidad Nonoalco, así como el talud de polvos en la Unidad Molango, donde se ha iniciado ya la planeación de los programas de Pre-Cierre y Cierre.

En la Unidad Naopa, por la naturaleza de sus actividades, los trabajos de restauración inician tempranamente en algunas áreas. Tal es el caso de las tepetateras, en las que su desarrollo gradual y por secciones, ha permitido comenzar los trabajos de rehabilitación.

Considerando que con esta Manifestación de Impacto Ambiental se solicita la incorporación de nuevas áreas y actividades, una vez que se emita la autorización correspondiente, Compañía Minera Autlán actualizará los programas de cierre y restauración.

II.4 Residuos

Las actividades que realiza el proyecto generan cuatro tipos de residuos: peligrosos, mineros, de manejo especial y sólidos municipales. Todos los residuos cuya generación es materia de regulación, cuentan con sus respectivos planes y programas de manejo.

En todas las áreas operativas de las tres unidades, se cuenta con instalaciones especiales, separadas e idóneas, para el almacenamiento temporal de los residuos.

Los residuos peligrosos son gestionados conforme a las disposiciones de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Los residuos mineros de que se generan son de tres tipos: tepetate, jales o lamas, y polvos (Tabla RE.17).

Tabla RE. 17. Tipo de residuos mineros generados

Tipo de residuo minero	Unidad generadora	Proceso generador	Sitio de disposición
Tepetate (material estéril)	Unidad Naopa	- Minado superficial	- Tepetateras
	Unidad Molango	- Minado subterráneo	- Reúso en relleno de mina
Jales (lamas)	Unidad Nonoalco	- Concentración - Mesas concentradoras	- Depósitos de lodo - Reprocesamiento
Polvos	Unidad Molango	- Nodulización	- Depósito de polvos
	Unidad Nonoalco	- Concentración - Mesas concentradoras	- Depósito de polvos

Los análisis realizados a muestras de tepetate indican que éstos no son generadores de drenaje ácido. En el caso de los jales los análisis efectuados concluyen que no son generadores de ácido y que sus contenidos de metales lixiviables se encuentran muy por debajo de los límites máximos permisibles de la NOM-140-SEMARNAT-2003.

Además, los depósitos de jales se conciben como depósitos temporales de material de reserva para la producción de óxidos de manganeso, ya que contienen aún cantidades útiles de manganeso aprovechable.

Los polvos que generan los procesos de las unidades Molango y Nonoalco se gestionan ambientalmente a través de los colectores y casas de sacos, con disposición final *in situ*.

Los residuos de manejo especial son clasificados y entregados a empresas recicladoras autorizadas por la autoridad estatal.

II.5. Generación de gases de efecto invernadero

Compañía Minera Autlán estima anualmente las emisiones directas e indirectas de Bióxido de Carbono Equivalente (Tabla RE.18). Sólo en la unidad Molango, el valor de las emisiones ha sido mayor a las 25,000 tCO_2eq que indica la normatividad como umbral para ser reportadas (5,862.04 tCO_2eq en 2023).

Tabla RE. 18. Emisiones de gases de efecto invernadero

	Molango	Nonoalco	Naopa
Emisiones Directas de Gases Efecto Invernadero Alcance 1 (CO_2eq)	391,664.58	2,705.41	5,790.04
Emisiones Indirectas de Gases Efecto Invernadero Alcance 2 (CO_2eq)	0.00	1,061.17	72.01
Emisiones Totales de Gases Efecto Invernadero (CO_2eq)	391,664.58	3,766.57	5,862.0

Asimismo, la unidad de Molango está participando de manera voluntaria en el Sistema de Comercio de Emisiones, instrumento de mercado diseñado para reducir emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

II.6. Energía disipada por las operaciones del proyecto

Para la Unidad Naopa se ha realizado la estimación de la energía disipada por sus operaciones. En el caso de las unidades Molango y Nonoalco, dicho análisis se integrará una vez que se haya autorizado este proyecto.

El cálculo de la energía total que se disipa en la unidad Naopa es de 28,821,668.53 MJ, equivalente a 8,006,659.52 kWh. De ella, el 60 % corresponde a transporte de material, 2l 20 % a la carga del mineral y el 10 % a las perforaciones y voladuras.

II.7. Cumplimiento de Términos y Condicionantes

Hasta la fecha, Compañía Minera Autlán ha dado cumplimiento en tiempo y forma a todos los términos y condicionantes que le han sido impuestas por la autoridad ambiental, en las diversas autorizaciones que le han sido otorgadas.

La Tabla RE.19 muestra un resumen del estatus de cumplimiento de todos los Términos y Condicionantes a los que actualmente están sujetas las obras y actividades incluidas en las autorizaciones que **Compañía Minera Autlán** tiene para los Tajos Naopa y Acuatitla, así como de las Medidas de Mitigación de ambos proyectos.

Considerando esas autorizaciones, la empresa debe atender 253 disposiciones, de las cuales el 63 % es de Términos y Condicionantes, y el 7 % corresponde a medidas de mitigación. Estas prácticas tienen un alto grado de cumplimiento, lo cual queda evidenciado en que, por un lado, la mayoría se catalogan con el estatus de Cumplimiento Oportuno; y, por otra parte, en que no se presentan incumplimientos.

Tabla RE. 19. Distribución del estatus de cumplimiento por tipo de disposición

Proyecto y tipo de disposición	Estatus de cumplimiento							
	Cumplida	Cumplimiento Oportuno	En Stand By	Sin Obligación	Cumplimiento Parcial	Cumplimiento Extemporáneo	Incumplimiento	Total de disposiciones
Naopa_TyC	9	95	9	46	9	0	0	168
Acuatitla_TyC	3	44	3	9	9	0	0	68
Naopa_Medidas mitigación	1	7	0	0	0	0	0	8
Acuatitla_Medidas mitigación	2	7	0	0	0	0	0	9
Total	15	153	12	55	18	0	0	253

Es importante señalar que el Cumplimiento Parcial registrado para 18 disposiciones es de índole administrativa, específicamente a la falta de comunicación por parte de **Compañía Minera Autlán** con la autoridad ambiental. Esto se debe a que, aunque las obligaciones correspondientes sí han sido cumplidas, no se han reportado oportunamente a la autoridad. Cabe destacar que este incumplimiento en el reporte no ha ocasionado

deterioro, ni representa un riesgo ambiental, ya que las acciones requeridas han sido realizadas de manera adecuada, pero no se han informado debidamente.

Los resultados del análisis de cumplimiento de Términos y Condicionantes indican que la compañía mantiene un alto nivel de desempeño de las obligaciones establecidas por la autoridad ambiental. Asimismo, ha cumplido con las Medidas de Mitigación estipuladas en sus Manifestaciones de Impacto Ambiental. Esto queda evidenciado en que no se detectan incumplimientos y que el 100 % de las disposiciones han sido o están siendo atendidas; o bien, están en espera de ser ejecutadas, cuando se presenten las circunstancias que les apliquen.

A lo largo de casi treinta años, se ha constatado que la empresa ha implementado estrategias para garantizar la estabilidad de los taludes, la conservación de suelos y agua, la correcta gestión de residuos, así como programas y planes de monitoreo y educación ambiental. Además, los informes presentados reflejan la continuidad en la supervisión de estos aspectos, fortaleciendo la transparencia en sus operaciones. No obstante, si bien gran parte de las obligaciones han sido atendidas oportunamente, es crucial que exista una mejora continua, asegurando la actualización de estrategias conforme a la normativa vigente y a las mejores prácticas ambientales.

Es de esperar que, con la emisión de una resolución integral a este proyecto integrador, el desempeño ambiental y su supervisión se faciliten, tanto a la empresa, como a la autoridad, permitiendo una gestión administrativa más eficiente y eficaz.

III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables

El Proyecto **Distrito Minero Autlán (DMA)**, a cargo de **Compañía Minera Autlán, S. A. B. de C. V.** integra:

i. Obras y actividades de dos unidades mineras (Molango y Nonoalco) que no requirieron autorización, por haber comenzado operaciones antes de la promulgación de la LGEEPA.

ii. Obras y actividades que cuentan con autorización de impacto ambiental y modificaciones autorizadas (Tajo Naopa, Modificación Tajo Naopa, Tajo Acuatitla).

iii. Nuevas obras y actividades que se adicionan con el presente proyecto (Tepetatera Guadalupe, Propuesta de Relleno Sanitario, Exploración, Áreas de Evaluación Geológica y Áreas Verdes).

El capítulo revisa la vinculación de estas áreas, obras y actividades, con el marco jurídico aplicable; se expone el cumplimiento que **Compañía Minera Autlán** ha dado a las obligaciones contraídas con las autorizaciones otorgadas; y se analiza la factibilidad jurídica del proyecto integrador que se propone.

III.1. Instrumentos jurídicos

La legislación mexicana establece que los proyectos mineros de jurisdicción federal deben cumplir con un amplio y estricto marco jurídico, que abarca desde el aprovechamiento de recursos minerales propiedad de la nación hasta aspectos ambientales y de seguridad, como el uso de explosivos. Este marco se fundamenta en la Constitución y se articula a través de leyes generales, federales, estatales y municipales. Debido a su naturaleza, la minería metálica está sujeta a una regulación federal particularmente rigurosa, incluyendo al menos diez leyes clave, entre ellas la Ley de Minería, la LGEEPA, la Ley de Aguas Nacionales, la Ley de Cambio Climático y la Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos, entre otras.

La**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** RE.20 expone la vinculación del proyecto con los instrumentos jurídicos que le aplican y se detalla el cumplimiento que la compañía hace de cada obligación.

Tabla RE. 20. Instrumentos regulatorios aplicables al proyecto Distrito Minero Autlán – Vinculación y Cumplimiento

LEY / REGLAMENTO	MATERIA	PRECEPTO JURÍDICO	VINCULACIÓN Y CUMPLIMIENTO
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	Medio ambiente Desarrollo sustentable Aprovechamiento de minerales	Artículos 4º, 25 y 27	Compañía Minera Autlán cuenta con las concesiones expedidas por las dependencias del Ejecutivo Federal, para realizar el aprovechamiento de agua superficial y la exploración y explotación de manganeso en los terrenos que se aprovechan. Las actividades del proyecto se han sujetado a los procedimientos, condiciones y regulaciones establecidas por el Estado para garantizar el derecho a un medio ambiente sano y prevenir el deterioro del ambiente. La exploración, explotación y recuperación de manganeso que desarrolla Compañía Minera Autlán, se han sujetado a las medidas dictadas por la autoridad para garantizar la protección del medio ambiente, lograr el desarrollo equilibrado y sustentable del país y mejorar las condiciones de vida de la población. Tales actividades se desarrollan en una zona del país con disponibilidad de agua, no incursionan en áreas naturales protegidas, ni ponen en riesgo a la población.
Ley de Minería	Exploración, explotación y beneficio de minerales concesibles	Artículos 2, 4 fracción I, 6, 10, 19, 27, 37 y OCTAVO Transitorio.	Compañía Minera Autlán es titular de siete títulos de concesión minera de explotación y 157 títulos de exploración en el área del proyecto. La compañía es propietaria del terreno que ocupan las unidades Molango, Naopa y Nonoalco, y posee los derechos de uso de la tierra en las áreas adyacentes. La exploración, explotación y recuperación de manganeso que desarrolla Compañía Minera Autlán, se han sujetado a las medidas dictadas por la autoridad para garantizar la protección del medio ambiente, lograr el desarrollo equilibrado y sustentable del país y mejorar las condiciones de vida de la población. Las obras, instalaciones y actividades se han encuadrado en los derechos que confieren a la empresa los títulos de concesión que posee y se ha cumplido con las obligaciones que le han sido impuestas, entre ellas: • Las obras y trabajos previstos por la ley se ejecutan en los términos y condiciones que ésta y su reglamento establecen, e informando de ello a la autoridad en la materia. • Los derechos sobre minería, contribuciones, aprovechamientos y contraprestaciones aplicables, se pagan puntualmente. • El desarrollo de las actividades se ha realizado con apego a las disposiciones normativas que las rigen. • Las tepetateras existentes y la nueva que se pretende conformar, no inciden en áreas naturales protegidas, humedales, vasos, cauces, zonas federales, zonas de protección u otros bienes nacionales, ni en lugares donde puedan afectar núcleos de población. • Compañía Minera Autlán ha realizado trabajos progresivos de restauración y reforestación en las áreas de depósito de material de descapote y estéril, que han pasado a la etapa de abandono. • Una vez obtenida la autorización de este proyecto, se actualizará el Programa de Restauración, Cierre y Post-cierre, que indica la normatividad actual. • En todas sus instalaciones, Compañía Minera Autlán realiza el tratamiento de aguas residuales, sanitarias e industriales.

LEY / REGLAMENTO	MATERIA	PRECEPTO JURÍDICO	VINCULACIÓN Y CUMPLIMIENTO
			• En la unidad Molango el agua residual tratada se reúsa en el espreado de polvos, riego de caminos y enfriamiento de equipos; un volumen menor se descarga en los términos del permiso de descarga obtenido. • En la unidad Naopa, el agua residual del lavado de vehículos pesados es tratada y reutilizada íntegramente en el lavado. • En la unidad Nonoalco, el agua residual tratada se reúsa totalmente en los procesos. Las concesiones con que cuenta Compañía Minera Autlán tienen vigencia de 50 años, contados a partir de la fecha de su expedición.
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente **Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA)** **Reglamento en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera (RPCCA)** **Reglamento en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC)**	Evaluación de Impacto Ambiental Normas Oficiales Mexicanas Flora y Fauna Silvestre Aprovechamiento Sustentable del Agua Preservación del Suelo Explotación de Recursos no Renovables Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera Prevención y Control de la Contaminación del Agua Prevención y Control de la Contaminación del Suelo Materiales y Residuos Peligrosos	Artículos 28 fracc. III y VII, 30, 37 TER, 83, 89, 98, 99 fracc. XI, 107 BIS, 108, 109, 111 BIS, 120, 121, 136, 146, 147, 147 BIS, 149, 150, 151 REIA: artículos 5º inciso L) fracciones I, II y III, e inciso O) fracción I; 9º, 10, 11 fracción III, 13, 17, 36, 47, 51 y 53. RPCCA: artículos 10, 13, 16, 17, 17 BIS inciso D), fracción VI, 18, 21. RETC: artículos 9º, 10, 18 y 19.	**En materia de Impacto Ambiental** el Proyecto DMA se encuadra en las fracciones III y VII del artículo 28 de la ley, debido a que: a) Consiste en la exploración, explotación y recuperación de manganeso, que es un mineral reservado a la Federación en los términos de la Ley de Minería; y b) Requiere del cambio de uso del suelo en 37.9590 ha de terrenos considerados forestales. Esta MIA-R integra tres proyectos autorizados: "Tajo Acuatitla", "Tajo Naopa" y "Modificación del Proyecto Tajo Naopa", los cuales cuentan también con autorizaciones de ampliación: **Proyecto "Tajo Acuatitla":** Oficio D.O.O.DGOEIA.04336 del 9 de julio de 1997 (MIA-G). Oficio No. SGPA/DGIRA/DG/03909 de fecha 3 de septiembre de 2020 (modificación). **Proyecto "Tajo Naopa":** Oficio D.O.O.DGOEIA.01307 de fecha 14 de marzo de 1997 (MIA-G). Oficio SGPA/DGIRA/DG/00304 de fecha 12 de enero de 2017 (Modificación de plazo). Oficio No. SGPA/DGIRA/DG/04912 del 9 de julio de 2018 (modificación). Oficio No. SGPA/DGIRA/DG/00105 del 13 de enero de 2020 (Ampliación vigencia). **Proyecto "Modificación del Proyecto Tajo Naopa":** Oficio No. 133.02.03/708/2012/122655 de fecha 15 de noviembre de 2012 (DTU-A). Oficio No. 133.0202/351/2013/132739 del 28 de noviembre de 2013 (ampliación). Oficio No. 133.02.02/060/2015/150365 del 9 de febrero de 2015 (ampliación). Oficio No. 133.02.02.0323.216/162270 del 6 de junio de 2016 (ampliación). Oficio No. 133.02.02.0453.2019/192453 de fecha 6 de diciembre de 2019 (ampliación). Oficio No. 133.02.02.055.2021 (2107309) del 7 de junio de 2021 (ampliación). La mina subterránea Coyoles, ubicada en la Unidad Minera Molango, opera desde 1960; y debido a que no se contaba entonces con una normatividad ambiental específica, no requirió de una autorización en esa materia. Las autorizaciones señaladas se presentan en el Anexo II.2.

LEY / REGLAMENTO	MATERIA	PRECEPTO JURÍDICO	VINCULACIÓN Y CUMPLIMIENTO
			En materia de actividades altamente riesgosas: • La recuperación y procesamiento del manganeso que se realiza en las unidades mineras Molango y Nonoalco, a partir del mineral minado en el Tajo Naopa, no involucra el uso de sustancias que pudieran tipificar a la actividad como altamente riesgosa. • Se cuenta con la dictaminación de la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, que indica que el funcionamiento del horno rotatorio de la unidad Molango no es una Actividad Altamente Riesgosa que deba regularse por la autoridad federal (Oficio No. DGGIMAR.-710/004878 de fecha 3 de julio de 2006 – Anexo III.1). • La unidad Nonoalco cuenta con cuatro tanques de almacenamiento de diésel, con capacidad total de 130,000 litros del combustible, cantidad que no rebasa el umbral establecido por la normatividad para que el almacenamiento sea considerado Actividad Altamente Riesgosa. **En materia de conservación de la flora y fauna silvestre** Compañía Minera Autlán ha ejecutado acciones ambientales con el propósito de prevenir y mitigar efectos adversos en las poblaciones de flora y fauna silvestres del sitio. Las medidas ambientales fueron, en su momento, validadas por la autoridad ambiental en las autorizaciones otorgadas. Entre ellas, destacan las siguientes: • Rescate y reubicación de especies de fauna silvestre. • Rescate, protección y conservación de flora. • Programa de Reforestación. • Programa de Conservación de Suelo y Agua. • Programa de Revegetación Temporal y Mantenimiento de la Estabilización de Taludes. • Se realizan muestreos y monitoreos periódicos de la fauna en las áreas con vegetación natural y las áreas reforestadas. • Programa de Restauración. • Programa de Difusión e Información. • Programa de Manejo Ambiental. • Se mantiene una superficie de conservación que supera el porcentaje establecido por el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Hidalgo (POETEH). **En materia de aprovechamiento sustentable del agua** la empresa cuenta con los Títulos de Concesión otorgados por CONAGUA, para el aprovechamiento de aguas nacionales superficiales, y los permisos de descarga de aguas residuales. Adicionalmente, en las tres unidades, se incorporan prácticas y medidas orientadas a reducir el consumo de agua, realizar su tratamiento, mejorar su reutilización y prevenir la contaminación. La calidad del agua no es afectada por las operaciones de la empresa, ya que no se realizan actividades que puedan aportar sustancias contaminantes. Además, se han construido obras de conservación de suelos y retención de sólidos que minimizan el aporte de sedimentos a los cursos de agua.

LEY / REGLAMENTO	MATERIA	PRECEPTO JURÍDICO	VINCULACIÓN Y CUMPLIMIENTO
			En materia de preservación del suelo, las autorizaciones de cambio de uso de suelo otorgadas establecen diversas consideraciones técnicas que justifican que la remoción de la vegetación forestal autorizada no provocaría la erosión de los suelos, ya que las medidas de mitigación y compensación que se aplicarían, minimizarían la erosión. Entre ellas se encuentran: • Prevención de la contaminación con lubricantes y combustibles. • Limitar la remoción de suelo a las áreas autorizadas. • Conservar el suelo en áreas próximas a los escurrimientos pluviales. • Revegetación de áreas de depósito libres de uso. • Rescate y reutilización de suelo fértil. • Programa de Reforestación. • Programa de Conservación de Suelo y Agua. • Programa de Revegetación Temporal y Mantenimiento de la Estabilización de Taludes. • Programa de Restauración. Para las nuevas obras de esta MIA-R, se proponen medidas de prevención y mitigación equivalentes, que garantizarán que el proyecto no deteriore la calidad del suelo e incremente su pérdida por erosión. Además, la empresa cuenta con un Plan General de Restitución del Sitio para la Unidad Minera Naopa, equivalente al Programa de Cierre y Restauración Ambiental. Una vez que se cuente con la autorización del proyecto integral que se presenta a través de esta MIA-R, se realizará una actualización de dicho Plan. **En materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera**, conforme al Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, el beneficio de manganeso que se realiza en las unidades Molango y Nonoalco se considera una fuente fija de jurisdicción Federal. Las operaciones de la unidad Molango cuentan con la Licencia de Funcionamiento No. 11248, mientras que la unidad Nonoalco cuenta con Licencia Ambiental Única No. LAU-04/13/069/001/2006. La compañía reporta y actualiza la información de sus operaciones y tipo de emisiones que genera, a través de las Licencias Ambientales Únicas (LAU) y Cédulas de Operación Anual (COA). Las licencias referidas se presentan en el **Anexo III.2.** Para asegurar que la calidad del aire sea satisfactoria en los asentamientos humanos próximos a las unidades Molango y Nonoalco, la compañía ha incorporado en sus procesos tecnologías de alta eficiencia que mitiga las emisiones a la atmósfera derivadas de sus procesos. La verificación de la calidad del aire se realiza mediante el monitoreo constante por parte de la empresa, y muestreo externo de partículas suspendidas PM_{10} y $PM_{2.5}$ cada 90 días, conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSSA1-2021.

LEY / REGLAMENTO	MATERIA	PRECEPTO JURÍDICO	VINCULACIÓN Y CUMPLIMIENTO
			En materia de prevención y control de la contaminación del agua, ninguna de las unidades descarga aguas de origen industrial sin tratamiento. Toda el agua residual es tratada y toda el agua que se utiliza en el procesamiento del manganeso se reutiliza. La empresa ejecuta un Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua, que opera bajo un protocolo para el muestreo interno y externo de aguas superficiales, a efecto de identificar la calidad del agua en el área de influencia de las operaciones y prevenir cualquier posible impacto. Dicho programa se aplica en las tres unidades mineras. El programa opera en 15 estaciones en la unidad Molango, once en Nonoalco y diez en Naopa, en las que se monitorean los parámetros de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT.2001. Adicionalmente, Compañía Minera Autlán cuenta con un Plan de Manejo Ambiental, a través del cual se implementan en las tres unidades, diversos programas relacionados con el agua, como son: • Programa de cultura del agua. • Programa de mantenimiento de infraestructura, maquinaria, equipo y plantas de tratamiento. • Programa de reciclaje de agua. • Programa de manejo de agua de laboreo. • Programa de manejo de agua pluvial. • Programa de control de escorrentías. • Programa de mantenimiento de cortinas en presas, • Programa de mantenimiento y vigilancia de presas. • Programa de servicios de laboratorios acreditados. • Programa de medición, revisión y cambio de medidores. **En materia de prevención y control de la contaminación del suelo** la compañía observa las disposiciones particulares que establece la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y la Norma Oficial Mexicana NOM-157-SEMARNAT-2009 (planes de manejo de residuos mineros). Como parte de este Proyecto DMA se prevé la construcción de un relleno sanitario que facilitará y mejorará el manejo y disposición final de los residuos sólidos urbanos. **En materia de materiales y residuos peligrosos** las tres unidades cuentan con registro como generadores de residuos peligrosos y tienen autorización de los planes de manejo respectivos **(Anexo II.12)**. **En materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes**, y conforme al Reglamento de la LGEEPA en dicha materia, las unidades Naopa, Molango y Nonoalco, son Establecimientos Sujeto a Reporte de competencia federal debido a la generación de residuos peligrosos y la descarga de aguas residuales tratadas. En consecuencia, la empresa reporta a través de la LAU, COA y Licencia de Funcionamiento, sus emisiones a la atmósfera; la información relativa al aprovechamiento de agua y descargas; a la generación de residuos peligrosos, y la concerniente a la prevención y manejo de la contaminación.

LEY / REGLAMENTO	MATERIA	PRECEPTO JURÍDICO	VINCULACIÓN Y CUMPLIMIENTO
			Ninguno de los procesos o actividades que se realizan en las tres unidades involucra alguna de sustancias enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-165-SEMARNAT-2013. En relación con las **Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental**, se ha dado cumplimiento a aquéllas que han sido aplicables a las actividades que se realizan en las tres unidades.
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)	Cambio de Uso del Suelo de Terrenos Forestales (CUSTF)	LGDFS: artículo 93. R-LGDFS: artículos 120, 123 y 123 Bis	El área del Tajo Naopa cuenta con autorizaciones de cambio de uso del suelo de terrenos forestales, que amparan la remoción de vegetación que se ha realizado para la explotación a cielo abierto. En las autorizaciones otorgadas se ha acreditado que la biodiversidad del ecosistema en el que se ha incidido no se verá afectada, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación serán mitigadas. Igualmente, dichas autorizaciones han incluido un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna. La ejecución del nuevo proyecto requerirá el cambio de uso de suelo de terrenos forestales en 37.9590 ha adicionales para la conformación de una nueva tepetatera. La solicitud de autorización de cambio de uso de suelo se presentará a la Secretaría, acompañada del Estudio Técnico Justificativo y la documentación e información que indican las disposiciones reglamentarias.
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)	Gestión de residuos mineros y peligrosos	LGPGIR: artículos 5 fracciones XXX Bis, XXX Bis 1 y XXXII; 17, 28, 31, 33, 40 a 43 y 45. R-LGPGIR: artículos 24 y 34.	Las actividades de explotación en el Tajo Naopa y los procesos que se realizan en las unidades Molango y Nonoalco generan residuos mineros y peligrosos, cuya regulación es objeto de esta ley y su reglamento, y están sujetos a los planes de manejo correspondientes. La compañía cuenta con los Planes de Manejo de Residuos Peligrosos registrados ante la SEMARNAT para las unidades Naopa y Molango. Los residuos peligrosos que se generan se almacenan temporalmente, antes de ser entregados a empresas autorizada por SCT y SEMARNAT para su disposición final. En cada unidad se cuenta con almacenes especiales para el resguardo seguro de estos residuos. También se cuenta con el Plan de Manejo de Residuos Mineros registrado ante SEMARNAT para la unidad Molango (polvos de horno). Los residuos del procesamiento de mineral que se realiza en la unidad Nonoalco (jales o lamas) no se consideran peligrosos. Estos residuos se han ido acumulando en 21 depósitos, próximos a la unidad Nonoalco. Dado que este material aún tiene contenidos de manganeso, se tiene proyectada su recuperación. Los análisis practicados a muestras de jales indican que no son generadores de ácido y que sus contenidos de metales lixiviables se encuentran muy por debajo de los límites máximos permisibles de la NOM-140-SEMARNAT-2003. Las tepetateras de la unidad Naopa se sitúan fuera de áreas naturales protegidas, humedales, cauces, zonas federales de aguas nacionales y lugares en donde eventualmente pudieran afectar núcleos de población, La nueva tepetatera, cuya autorización se solicita a través de esta MIA, tampoco afectará ese tipo de sitios. El tepetate que se genera en el minado subterráneo es reutilizado en el relleno de la mina. Los análisis realizados a muestras del tepetate indican que no es generador de drenaje ácido. Todos los residuos mineros (tepetate, polvos de horno y jales) se manejan conforme a las disposiciones de la ley, la Norma Oficial Mexicana NOM-157-SEMARNAT-2009 y las mejores prácticas de la industria.

LEY / REGLAMENTO	MATERIA	PRECEPTO JURÍDICO	VINCULACIÓN Y CUMPLIMIENTO
Ley de Aguas Nacionales (LAN)	Aguas Nacionales, aprovechamiento de agua y descarga de aguas residuales	LAN: artículos 20, 25, 28, 29, 81 BIS 1, 88, 88 BIS, 88 BIS 1, 90 y 118. R-LAN; artículos 30, 86,124, 134, 135, 137.	Compañía Minera Autlán cuenta con Títulos de Concesión otorgados por la CONAGUA, para explotar, usar o aprovechar aguas nacionales superficiales, el permiso para descargar aguas residuales y la concesión para la ocupación de terrenos federales. El aprovechamiento de agua y la descarga de aguas residuales tratadas se realiza con apego a lo dispuesto en los títulos de concesión y las obligaciones que indica la Ley. Conforme lo indican los permisos de descarga, la empresa realiza el monitoreo de las descargas de aguas residuales, y presenta reportes anuales a la CONAGUA. Los resultados de los monitoreos se analizan con base en las condiciones particulares de descarga establecidas en el permiso y en la NOM-001-SEMARNAT-1996. Los resultados del último muestreo y análisis realizado al agua tratada indican que todos los parámetros medidos se encuentran dentro de los valores máximos permisibles que le han sido establecidos a la empresa.
Ley General de Cambio Climático (LGCC)	Cambio climático: emisiones de gases de efecto invernadero	LGCC: artículo 88. R-RNE: artículos 3 fracción III incisos c) y e), 4 fracción III inciso a), subinciso a.1, e inciso e) subinciso e.1), 5, 6, 9 y 12	De acuerdo con la clasificación de los establecimientos sujetos a reporte que indica el reglamento de la Ley, las unidades Molango y Nonoalco se consideran establecimientos sujetos al reporte de sus emisiones directas e indirectas de GEI a través de la COA. Actualmente la empresa realiza anualmente el reporte de emisiones de la unidad Molango, aun cuando su valor es menor al umbral establecido por el reglamento de la Ley. Una vez autorizado el proyecto se complementará el reporte con las estimaciones de la unidad Nonoalco.
Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA)	Responsabilidad por daño ambiental	LFRA: artículos 2º, 6º, 10, 11 y 12.	Las actividades de la compañía se han desarrollado en estricto apego a las disposiciones de la normatividad ambiental.
Ley Federal de Protección del Patrimonio Cultural de los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas	Derechos de los pueblos y comunidades indígenas	Artículo 8	En caso de así requerirlo la autoridad ambiental, Compañía Minera Autlán colaborará en la consulta libre, previa e informada.
Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos (LFAFE)	Uso de explosivos	LFAFE: artículos 37, 40, 41 fracciones III, IV y V, y 42 fracción I. R-LFAFE: artículos 56, 59 y 72.	Compañía Minera Autlán cuenta con los Permisos Generales de explosivos No. 4917-Hgo y 61-Hgo.

III.2. Leyes estatales

En el contexto de la normatividad ambiental de jurisdicción estatal, el proyecto se vincula con la Ley para la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo; y la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Hidalgo (Tabla RE.21).

Tabla RE. 21. Vinculación del proyecto con la normatividad ambiental del Estado de Hidalgo

LEY PARA LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE HIDALGO		
Artículos	**Materia**	**Vinculación y cumplimiento**
131	Prevención y control de la contaminación de la atmósfera	Para prevenir y controlar la contaminación atmosférica, Compañía Minera Autlán realiza las siguientes acciones: • En las unidades Molango y Nonoalco se han instalado colectores de polvos. • En las tres unidades se realiza el monitoreo constante y la medición de PM_{10} y $PM_{2.5}$ cada 90 días de acuerdo con la norma de salud. • En los sitios pertinentes de las tres unidades se cuenta con puertos de muestreo. • Se mantiene registro de todas las emisiones y se reportan a la autoridad federal. • Se lleva una bitácora de operación y mantenimiento de los equipos de proceso y de control.
148, 151, 153, 156, 157 y 162	Prevención y control de la contaminación del suelo	Para prevenir y controlar la contaminación del suelo por los residuos mineros, Compañía Minera Autlán cumple con las disposiciones de la Norma Oficial Mexicana NOM-157-SEMARNAT-2009. Tal como lo permite la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su reglamento, los residuos de la explotación (material de descapote no peligroso) permanecen en el sitio de su generación, dispuestos en las tepetateras. Las tepetateras de la unidad Naopa se sitúan fuera de áreas naturales protegidas, humedales, cauces, zonas federales de aguas nacionales y lugares en donde eventualmente pudieran afectar núcleos de población, La nueva tepetatera, cuya autorización se solicita a través de esta MIA, tampoco afectará ese tipo de sitios. Los residuos peligrosos que se generan en las tres unidades se manejan de conformidad con las obligaciones que derivan de la LGPGIR. Los residuos del proceso de nodulización del manganeso son enviados a la Planta de Tamos Ferroaleaciones, en el estado de Veracruz. Los jales o lamas se encuentran en depósitos, en espera de su re-procesamiento para recuperar sus contenidos de manganeso. En ninguna de las actividades que se desarrollan en las tres unidades se emplean plaguicidas o sustancias tóxicas que pudieran contaminar al suelo. Asimismo, todos los vehículos operativos son sometidos regularmente a mantenimientos preventivos, de manera que no se generen fugas de lubricantes o combustible. Los residuos de manejo especial que se generan se clasifican, separan y se comercializan con empresas autorizadas por el gobierno del estado. La empresa cuenta con diversos programas orientados a la conservación del suelo, reforestación, revegetación, mantenimiento de taludes, y restauración del sitio. Los resultados de las acciones emprendidas son favorables para la prevención de la pérdida y contaminación del suelo.
166, 168, 170 y 171	Prevención y control de la contaminación del agua	Entre las tres unidades se operan seis plantas de tratamiento de aguas residuales. En ninguna de ellas se descargan aguas de origen industrial sin tratamiento, ni el vertimiento de ningún material o sustancia. La mayor parte del agua residual tratada que se genera se reutiliza en el riego de caminos, enfriamiento de equipos, espreado de polvos y lavado de vehículos pesados. El resto se descarga de conformidad con los Permisos de Descarga otorgados por la CONAGUA.

LEY PARA LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE HIDALGO		
Artículos	**Materia**	**Vinculación y cumplimiento**
		Toda el agua que se utiliza en el procesamiento del manganeso se reutiliza. La compañía cuenta con un Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua, que opera en las tres unidades bajo un protocolo para el muestreo interno y externo de aguas superficiales. El programa opera en 15 estaciones en Molango, once en Nonoalco y diez en Naopa, en las que se monitorean los parámetros de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT.2001. Adicionalmente, se cuenta con un Plan de Manejo Ambiental, a través del cual se implementan en las tres unidades mineras, diversos programas relacionados con el agua, como son: • Programa de cultura del agua. • Programa de mantenimiento de infraestructura, maquinaria, equipo y plantas de tratamiento. • Programa de reciclaje de agua. • Programa de manejo de agua de laboreo. • Programa de manejo de agua pluvial. • Programa de control de escorrentías. • Programa de mantenimiento de cortinas en presas, • Programa de mantenimiento y vigilancia de presas. • Programa de servicios de laboratorios acreditados. • Programa de medición, revisión y cambio de medidores.
172, 174 y 175	Prevención y control de la contaminación por ruido, vibraciones, energía térmica, luz intrusa y olores	Compañía Minera Autlán realiza el monitoreo de la emisión de ruido en las instalaciones de la unidad Naopa. Los resultados de la última medición realizada (septiembre de 2023) indican que en horario nocturno no se emite nivel sonoro, en tanto que en horario diurno el nivel sonoro alcanzado es de 51.87 dB A, valor que se encuentra dentro de los Límites Máximos Permisibles establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994. Para mitigar la generación de ruido Compañía Minera Autlán opera un programa de mantenimiento preventivo a los equipos pesados.
176	Contaminación visual y protección del paisaje	En el desarrollo de sus operaciones Compañía Minera Autlán ha procurado minimizar el deterioro del paisaje. En esta MIA-R se proponen diversas medidas ambientales que mitigarán el deterioro del paisaje.
190	Registro de emisiones y transferencia de contaminantes	De acuerdo con esta Ley, las instalaciones de las tres unidades son establecimientos sujetos a reporte, por lo que deben tramitar y obtener su Licencia Ambiental Estatal y reportar sus emisiones a través de la Cédula de Operación Anual. Una vez que la autoridad ambiental estatal publique los procedimientos para el registro y el trámite de la Licencia Ambiental Estatal, Compañía Minera Autlán procederá como lo ordena la disposición.
LEY DE PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS DEL ESTADO DE HIDALGO		
Artículos	**Materia**	**Vinculación y cumplimiento**
28, 30, 42 y 43	Gestión de residuos	Debido al volumen de residuos de manejo especial que se generan en las tres unidades, la empresa no es considerada un gran generador. Se cuenta con la autorización del Registro como Generador de Residuos de Manejo Especial No. RME-1351-2016, de fecha 15 de noviembre de 2016. Los residuos de manejo especial son transferidos a empresas registradas y autorizadas que dan servicios a terceros relacionados con su recolección, acopio, transporte, reciclado, tratamiento o disposición final. Como generador de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, la compañía cumple con las obligaciones establecidas en la ley. El proyecto que se presenta en esta MIA-R incluye el sitio propuesto para la construcción de un relleno sanitario en la unidad Molango.

III.3 Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio

III.3.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

De acuerdo con la regionalización del territorio nacional del POEGT, el Proyecto **Distrito Minero Autlán** se localiza en las regiones ecológicas 18.32 y 5.17. La mayor superficie del proyecto se sitúa en la Unidad Ambiental Biofísica UAB-117 Karst Huasteco Sur, perteneciente a la Región Ecológica 18.32. A su vez, en la UAB-30 Karst Huasteco Norte se ubican fracciones de tres polígonos del proyecto.

El análisis de las políticas ambientales y estrategias que establece el POEGT para las unidades ambientales en donde se sitúa el proyecto, se aprecia que el proyecto propuesto en esta MIA-R no contraviene ninguna de las políticas ambientales y estrategias planteadas.

Particularmente, sobresalen los siguientes aspectos:

- La UAB-117 tiene una política ambiental de Restauración y Aprovechamiento Sustentable, mientras que la política de la UAB-30 es de Aprovechamiento Sustentable, con las cuales es compatible el proyecto.
- Las unidades tienen nula (UAB-117) y media presencia (UAB-40) de áreas naturales protegida. El ANP más próxima al proyecto es la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, en la que no incursionan las operaciones.
- En ambas unidades el porcentaje de zonas urbanas es muy bajo y la densidad de población es muy baja, y la marginación social es alta.
- En ambas unidades la importancia de la actividad minera es alta y en la UAB-117 se constituye también como uno de los ejes coadyuvante de desarrollo.
- Las actividades del proyecto se encuentran ampliamente reguladas en materia ambiental, e incorpora planes, programas y medidas de protección ambiental.
- Como parte de las evaluaciones de impacto ambiental previas a componentes del proyecto, se identificaron y valoraron los posibles efectos adversos de las actividades sobre los ecosistemas y, en consecuencia, se propusieron medidas para su prevención y mitigación. Las medidas fueron validadas por la autoridad en las autorizaciones de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo otorgadas, y han sido ejecutadas por la empresa. Además, en esta MIA-R se proponen medidas de mitigación adecuadas y suficientes, para los impactos ambientales de las nuevas actividades que se proponen.
- Como parte de los estudios realizados para obtener la autorización de cambio de uso de suelo de algunos componentes del proyecto, se realizó el análisis y la valoración de los servicios ambientales del área. Con base en dicha valoración, se propusieron medidas, que han sido ejecutadas, encaminadas a reducir, mitigar, atenuar o, en su caso, eliminar los efectos adversos de las actividades y obras mineras sobre los servicios ambientales del sitio. Con el estudio realizado para solicitar el cambio de uso de suelo de terrenos forestales de la nueva obra del proyecto, se proponen también medidas de mitigación adicionales.
- Aunque el proyecto integra tres unidades mineras, ocupa la superficie mínima suficiente para desarrollar sus operaciones de manera segura. La remoción de vegetación se ha ajustado a la superficie previamente autorizada para el cambio de uso de suelo de terrenos forestales.
- Antes de la preparación del sitio para la conformación de la nueva área de depósito de tepetate, se ejecutarán labores de recuperación de individuos de especies en riesgo. Los individuos de fauna recuperados se relocalizarán en sitios sin afectación y los de flora se conservarán en el vivero de la empresa.
- La empresa realiza el monitoreo permanente de la calidad del agua de sus procesos, descargas y en varios sitios en las inmediaciones de sus operaciones.

- Como parte de su modelo de gestión ambiental, Compañía Minera Autlán desarrolla un Plan de Manejo Ambiental en sus instalaciones, el cual agrupa numerosos programas orientados al cuidado del medio ambiente.
- La empresa opera con una política de responsabilidad social corporativa e implementa múltiples programas sociales encaminados al desarrollo e inclusión social, y el desarrollo de capacidades en las comunidades vecinas.
- Al concluir la vida útil de las operaciones, se desarrollará un Plan de Cierre y Restauración orientado a la recuperación de la vegetación nativa y la vocación del suelo.

III.3.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo

Dada la naturaleza del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo (POETEH) como instrumento de planeación y regulación, y teniendo en cuenta que el Proyecto **DMA** integra obras y áreas existentes (tanto previas a la promulgación de la LGEEPA, como autorizadas), así como nuevas áreas y actividades, el análisis de compatibilidad del proyecto con este ordenamiento está referido exclusivamente a estas últimas (Tepetatera Guadalupe, áreas verdes, área propuesta para un relleno sanitario, áreas de interés de exploración y áreas de evaluación geológica), que en su conjunto corresponden a 50 polígonos del proyecto.

Las conclusiones del análisis realizado son:

- De los 50 polígonos del proyecto que corresponden a nuevas áreas o actividades, sólo uno (polígono del Área de Exploración Coyoles) tiene una fracción de terreno en la que el uso de suelo de minería metálica es incompatible.
- En los cuatro polígonos que corresponden a nuevas Áreas Verdes el uso propuesto (conservación) es compatible.
- En los 45 polígonos restantes el uso de minería metálica al que se asocian las áreas o actividades es compatible (condicionado). Ello significa, conforme a la definición del POETEH, que pueden llevarse a cabo siempre que se sujeten a condicionantes que impidan el deterioro del área. Tales condicionantes han sido internalizadas por la empresa en las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales que se proponen en esta MIA-R.
- La incompatibilidad del Área de Exploración Coyoles es parcial con respecto al área total del polígono, ya que afecta sólo una fracción de su superficie que representa el 3.60 % de la superficie de la UGA y el 0.08 % del área de exploración (3.3021 ha). No obstante, esas 3.3021 ha corresponden a un curso de agua y su vegetación riparia que quedan inmersos en el polígono, pero que no serán afectados por las actividades de exploración.

  Es relevante indicar que aunque el POETEH considera el uso del suelo para minería metálica, no incluye en su tipología de usos la exploración o prospección minera, que correspondería, propiamente, a las actividades previstas en el polígono mencionado.

  Teniendo en cuenta que la exploración que pretende realizarse no constituye un aprovechamiento del suelo o extracción minera, y que las actividades de barrenación son puntuales, no incidirán en el curso de agua ni la vegetación riparia, y no inducen la erosión, deterioro, contaminación o eliminación del suelo, como para ser consideradas incompatibles, de manera que su realización no se contrapone con los objetivos de la política de Conservación asignada a la UGA-2109.

III.3.2.1. Criterios Ecológicos del POETEH aplicables a las nuevas áreas y actividades

III.3.2.1.1 Tepetatera Guadalupe

La Tepetatera Guadalupe, por ser un depósito de residuos mineros (tepetate) se clasifica como una obra de infraestructura, definida por el POETEH como:

> ***Infraestructura:*** *(…) Aprovechamiento del suelo dentro y fuera de los centros de población para la construcción y operación de* ***infraestructura para el manejo****, procesamiento* ***y/o disposición final de*** *todo tipo de* ***residuos*** *(urbanos, industriales,* ***mineros****, biológicos, residuos de manejo especial, etc.),*

El polígono de la tepetatera incide en tres unidades de gestión ambiental: UGA-2013, UGA-2024 y UGA-2015; la primera con política de Aprovechamiento-Restauración, y las otras con política de Aprovechamiento-Restauración.

El programa establece en las tres UGA's el uso de Infraestructura como uso compatible condicionado, y define una serie de lineamientos y criterios de regulación ecológica para dicho uso.

Los lineamientos y criterios de estas UGA's, que son aplicables a la Tepetatera Guadalupe, se exponen en la Tabla RE.22, indicando, en cada caso, las acciones que realizará la empresa para cumplir con ellos.

Tabla RE. 22. Lineamientos y criterios de regulación ecológica aplicables a la Tepetatera Guadalupe

Tepetatera Guadalupe
UGA-2013, UGA-2024, UGA-2015 y UGA-2132
Lineamientos
Los terrenos forestales se gestionan para el desarrollo de los sectores de Conservación, Forestal maderable, Forestal no maderable, **Minería metálica** y Turismo de naturaleza, **con la posibilidad de realizar cambios de uso de suelo para la creación de infraestructura para esos sectores** y los necesarios para la prevención de incendios forestales y control de plagas forestales. **En los terrenos preferentemente forestales y similares se gestionan los usos consuntivos presentes, con la posibilidad de realizar cambios de uso de suelo para el desarrollo de los sectores**; Agrícola de temporal, Conservación, Energía eólica, Forestal maderable, Forestal no maderable, Ganadería, **Infraestructura, Minería metálica** y Turismo de naturaleza, así como la construcción de su equipamiento asociado.
Cumplimiento
Debido a que la tepetatera se localizaría en terrenos forestales, se ha elaborado el Estudio Técnico Justificativo que ordena la normatividad, para solicitar la autorización de cambio de uso de suelo en 37.9590 ha de terrenos forestales. La superficie máxima que definen las UGA's para realizar el cambio de uso de suelo de terrenos forestales, es:

UGA	1. Superficie forestal (ha)	2. Superficie máxima de CUS (ha)	Ocupación de la tepetatera		
			Superficie (ha)	Porcentaje de la Superficie 2 (%)	Porcentaje de la Superficie 1 (%)
UGA-2013	691.3	138.26	29.128	21.06	4.21
UGA-2015	34.8	6.96	0.171	2.45	0.49
UGA-2024	559.3	111.86	8.661	7.74	1.55
			37.96		

Con los datos indicados en la tabla anterior, se aprecia que el desarrollo de la Tepetatera Guadalupe en el sitio propuesto es compatible con los lineamientos del POETEH, ya que se trata de un uso compatible condicionado (infraestructura) y el cambio de uso de suelo de terrenos forestales que se solicitará se ajusta a la superficie máxima que establecen las UGA's de incidencia.
Criterios de Regulación Ecológica aplicables
Infraestructura

Criterios de Regulación Ecológica aplicables	
Criterio	**Vinculación y cumplimiento**
IF01: Para la selección de sitio de una obra de infraestructura, se deberán considerar solamente terrenos preferentemente forestales. Si por excepción, la autoridad competente autoriza el cambio de uso de suelo para infraestructura en una UGA compuesta de terrenos forestales, se podrá cambiar el uso del suelo hasta un 20% de su superficie. El terreno forestal restante (80%) deberá estar sujeto a acciones de manejo permanentes que promuevan la conservación de las comunidades vegetales presentes, el manejo de hábitats de fauna silvestre y la reubicación de los ejemplares de especies vegetales provenientes del área desmontada, así como la minimización en la fragmentación de hábitats y los efectos de borde y relajación en la o las teselas de vegetación remanente, así como el manejo de los hábitats para la mantener la conectividad ecológica. Las acciones de rehabilitación y manejo, enunciativas más no limitativas son: ▪ Disminución del riesgo por incendio (Creación de brechas contrafuego, retiro de biomasa vegetal muerta, etcétera). ▪ Erradicación de especies invasoras (determinadas por la CONABIO). ▪ Creación de infraestructura para la contención y estabilización de la erosión en concordancia con el tamaño y magnitud de las zonas erosionadas. ▪ Manejo de los hábitats para favorecer la presencia de las especies de fauna y flora nativas, con énfasis en las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. ▪ El área sin desmontar se ubicará preferentemente en la periferia del terreno forestal, permitiendo la continuidad de la vegetación con los predios adyacentes.	La selección del sitio de la tepetatera considera como factores fundamentales su cercanía con el sitio de explotación y la naturaleza de los terrenos. Para la conformación de la Tepetatera Guadalupe, Compañía Minera Autlán solicitará el cambio de uso de suelo de terrenos forestales en 37.9590 ha. El polígono de la tepetatera incide en las UGA's 2013, 2015 y 2024. Como se aprecia en la tabla anterior, la superficie de incidencia en donde se solicitará autorización para el cambio de uso de suelo de terrenos forestales, es, en los tres casos, menor a la superficie máxima de CUS, a la superficie total de cada UGA y al criterio del 20 % de su superficie para el uso de infraestructura. Adicionalmente, para favorecer la conservación del hábitat y sus especies, el proyecto integra acciones de compensación por la afectación de la vegetación forestal del predio, y también incluye medidas orientadas a la prevención y mitigación de impactos en las poblaciones de flora y fauna silvestre. Algunas de las acciones son: ▪ El rescate y reubicación de individuos de flora y fauna silvestre, antes de la intervención del terreno. ▪ Rescate y conservación del suelo vegetal. ▪ Construcción de obras hidráulicas que aseguren la estabilidad del depósito y permitan mantener el flujo de los escurrimientos sin causar erosión. ▪ Los restos de la vegetación removida serán retirados, troceados e incorporados al suelo vegetal en conservación para su enriquecimiento.
IF02: En las UGA de terrenos preferentemente forestales que contemplen cambio de uso del suelo para infraestructura, se deberá reforestar el 20% de su superficie con especies nativas que estarán sujetos a acciones de manejo. Las acciones de manejo, enunciativas más no limitativas, son: ▪ Disminución del riesgo por incendio (Creación de brechas contrafuego, retiro de biomasa vegetal muerta, etcétera). ▪ Erradicación de especies invasoras (determinadas por la CONABIO). ▪ Creación de infraestructura para la contención y estabilización de la erosión en concordancia con su magnitud. ▪ Manejo de los hábitats para favorecer la presencia de las especies de fauna y flora nativas, con énfasis en las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. ▪ El área reforestada (con especies nativas) se ubicará preferentemente en la periferia del terreno, permitiendo la continuidad de la vegetación con los predios adyacentes.	La conformación de la tepetatera se realizará de manera gradual. Conforme se liberen áreas de depósito, éstas se someterán a un proceso de restauración que incluye su revegetación con especies nativas.
IF03: Los terrenos forestales remanentes, derivados de los cambios de uso del suelo que las autoridades competentes lleguen a aprobar, deberán estar sujetos a un manejo de hábitats por parte del promotor del proyecto durante su periodo de vigencia, incluyendo la etapa de construcción y adecuación del predio. Para tal efecto, se llevarán a cabo las siguientes acciones de manera enunciativa más no limitativa: se construirá infraestructura para la creación de refugios, sitios de anidamiento, retención y disponibilidad de agua para la fauna silvestre; se realizarán acciones de erradicación de especies invasoras; se darán cuidados para los ejemplares de especies vegetales que se reubiquen; se promoverá la reforestación con	En los terrenos forestales remanentes del cambio de uso de suelo que se autorice para la tepetatera, que sean propiedad de la empresa, se ejecutarán acciones de conservación y manejo, con el propósito de salvaguardar la integridad del ecosistema.

Criterios de Regulación Ecológica aplicables	
especies propias de los tipos de vegetación afectados. La reubicación deberá considerar, de manera enunciativa más no limitativa, los siguientes aspectos: ubicación de los ejemplares sujetos a ser replantados; identificación y preparación de los sitios donde se replantarán los ejemplares rescatados; extracción de ejemplares, secado y adición de plaguicidas y enraizadores a los ejemplares; replantación, riego y monitoreo.	
IF04: Los terrenos forestales que, por excepción, sean utilizados para la creación de proyectos de desarrollo o acordes a la vocación de la UGA, podrán incrementar la superficie autorizada de cambio de uso del suelo del 20% hasta en un máximo de un 80% de su superficie, por medio de la transferencia de derechos de desarrollo, provenientes de predios con terrenos forestales ubicados en la misma UGA, con una superficie equivalente a la superficie que se pretenda intervenir. Para tal efecto, los promotores del desarrollo deberán establecer los mecanismos de cesión de esos derechos con los dueños de los terrenos que no serán intervenidos. Los terrenos que cedan sus derechos de desarrollo deberán ser designados como Zonas sujetas voluntariamente a conservación de conformidad a Ley para la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo y demás disposiciones aplicables. El 20% de terreno forestal del proyecto de desarrollo deberá estar sujeto a un manejo previamente avalado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales que considere, de manera enunciativa más no limitativa, los siguientes aspectos: • Disminución del riesgo por incendio. • Control de plagas. • Erradicación de especies invasoras (determinadas por la CONABIO). • Creación de infraestructura para la contención y estabilización de la erosión en concordancia con el tamaño y magnitud de las zonas erosionadas. • Manejo de los hábitats para favorecer la presencia de las especies de fauna y flora nativas. • El área sin desmontar se ubicará preferentemente en la periferia del terreno forestal, permitiendo la continuidad de la vegetación con los predios adyacentes.	Para la conformación de la Tepetatera Guadalupe, Compañía Minera Autlán solicitará el cambio de uso de suelo de terrenos forestales en 37.9590 ha. Dicha superficie se ajusta actualmente al criterio de CUS en el 20 % de la superficie de las UGA's. Sin embargo, en caso de que la empresa considerara la alternativa de incrementar la superficie, atenderá a los dispuesto por este criterio.
IF06: Las obras de infraestructura deberán ejecutar acciones de ingeniería para evitar, resistir o mitigar los riesgos naturales.	El diseño de la tepetatera considera la construcción de obras de control hidráulico que garanticen la estabilidad del depósito, y el flujo de los escurrimientos sin generar problemas de inestabilidad, erosión o contaminación del agua superficial.
IF08: Se permitirá la instalación de infraestructura siempre y cuando esta evite la reducción de zonas agrícolas y la promoción de nuevos centros de población. En el suelo no urbanizable estará prohibido dotar de obras y servicios de equipamiento con fines de desarrollo urbano.	La Tepetatera Guadalupe se localizará en terrenos de la unidad minera Naopa, en la que no se prevé el establecimiento de zonas habitacionales que impliquen la urbanización del suelo.
IF09: La construcción de infraestructura deberá evitar la reducción de la cobertura vegetal, la interrupción de corredores biológicos y flujos hidrológicos, la disminución de los servicios ecosistémicos y la fragmentación del paisaje. Las nuevas carreteras deberán contar con pasos de fauna para garantizar la continuidad entre las diferentes poblaciones animales, contemplando un diseño adecuado para garantizar el éxito de estos.	La conformación de la tepetatera requiere, necesariamente, de la remoción de la cobertura vegetal actual. No obstante, se consideran acciones de compensación por dicha afectación, que incluyen actividades de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, recuperación y conservación de suelo fértil, medidas de prevención de la erosión y contaminación del suelo y agua, así como el monitoreo a largo plazo. El programa de rescate y reubicación de especies de flora que se implementará una vez que se autorice el CUS, incluye la repoblación vegetal de 38,000 individuos en una superficie de 38 ha con terrazas individuales. Con ello se recuperarán al año 4,560 toneladas de suelo y 299,603.89 m^3 de agua.
IF10: En la construcción y operación de cualquier tipo de infraestructura se debe contar con un adecuado	La unidad Naopa, a la que pertenece la nueva tepetatera, cuenta con instalaciones adecuadas para el adecuado almacenamiento

Criterios de Regulación Ecológica aplicables	
almacenamiento de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes. Dicho almacenamiento debe evitar fugas, derrames y/o explosiones.	de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes. Los almacenes correspondientes han sido construidos con estrictas medidas para evitar fugas, derrames y explosiones.
IF11: En el desarrollo de los proyectos se debe realizar el aprovechamiento integral de los recursos naturales existentes en el sitio donde se pretenden establecer, por lo que se debe realizar la recuperación de tierra vegetal en las superficies autorizadas para el desmonte, se debe triturar el material vegetal producto del desplante y ambos se deben utilizar para la preparación de composta.	Dentro de las tareas para la conformación se la tepetatera se incluye la recuperación y conservación del suelo fértil en las áreas de CUS. El suelo es almacenado en un depósito de la unidad Naopa, para ser utilizado eventualmente en las labores de restauración final del sitio.
IF12: Durante la construcción de obras de infraestructura, se deberán desarrollar acciones de ingeniería para proteger las aguas subterráneas y superficiales, para prevenir su contaminación.	El diseño de la tepetatera incluye diversas obras hidráulicas que permitirán asegurar la estabilidad del depósito y prevenir la erosión y contaminación del agua. Entre estas obras se encuentra la construcción de un canal superior, que permitirá regular el gasto proveniente del nivel más alto; un canal de desalojo, que recolectará el agua pluvial que se acumule en el depósito; un sistema de drenaje interno, que capturará y transportará el agua que se infiltre al depósito de manera rápida y eficiente; y un canal de cierre, cuya función será recolectar el agua pluvial y dirigirla hacia una estructura disipadora de energía en su punto de descarga. Adicionalmente, en los sitios donde sea necesario, se instalarán sistemas de sedimentación a base de gaviones, para mitigar el aporte de sedimentos a los escurrimientos.
IF13: La construcción de caminos deberá contener canaletas que encaucen y recolecten el agua pluvial, de manera que posteriormente permitan la infiltración al subsuelo.	La construcción de los caminos de acarreo hacia la tepetatera se ajustará a los protocolos internos de la empresa, los cuales incluyen la habilitación de drenes laterales y estructuras de sedimentación.
IF15: Prevenir y en su caso controlar la contaminación atmosférica, sonora y lumínica generada por fuentes fijas y móviles que provengan de la construcción y operación de la infraestructura, según la normatividad vigente en la materia.	Las operaciones que realiza la unidad Naopa se sujetan a múltiples protocolos internos, entre los cuales se encuentran aquéllos orientados a minimizar la emisión de gases contaminantes y polvos de los camiones de acarreo.

Es importante indicar que Compañía Minera Autlán consultó con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del estado de Hidalgo (SEMARNATH), respecto de la congruencia de la Tepetatera Guadalupe con el POETEH. Al respecto, dicha autoridad ambiental ratificó la congruencia del uso de suelo de esta área como **infraestructura para la disposición de material inerte** en las UGA's 2013, 2015 y 2024. Señalando, asimismo, la importancia de observar los criterios ecológicos IF01, IF05, IF06, IF10, IF11 e IF12, ya analizados anteriormente.

III.3.2.1.2. Relleno sanitario

Como en el caso de la tepetatera, el Relleno Sanitario que pretende construirse se clasifica como una obra de infraestructura, destinada al manejo y disposición de residuos urbanos. Su polígono incide totalmente en la UGA-2132, la cual tiene asignada una política de Aprovechamiento-Restauración y un uso de suelo compatible condicionado para infraestructura.

Los lineamientos y criterios de esta UGA, que son aplicables al Relleno Sanitario, se exponen en la Tabla RE.23, en la que se indican las acciones que realizará la empresa para cumplir con ellos.

Tabla RE. 23. Lineamientos y criterios de regulación ecológica aplicables al Relleno Sanitario

Relleno Sanitario
UGA-2132

Lineamientos

Los terrenos forestales (223.3 ha) se gestionan para el desarrollo de los sectores de Conservación, Forestal maderable, **Minería metálica** y Turismo de naturaleza, con la posibilidad de realizar cambios de uso de suelo en una superficie máxima de 44.66 ha para la **creación de infraestructura para esos sectores** y los necesarios para la prevención de incendios forestales y control de plagas forestales.

En los terrenos preferentemente forestales y similares (893.3 ha) se gestionan los usos del suelo consuntivos presentes**, con la posibilidad de realizar cambios de uso de suelo para el desarrollo de los sectores** de: Agrícola de temporal, Conservación, Forestal maderable, Ganadería, **Infraestructura, Minería metálica** y Turismo de naturaleza, así como la construcción de vivienda rural y su infraestructura asociada a los centros de población existentes.

Cumplimiento

El relleno sanitario se ha proyectado en un polígono de 2.0 ha, situado en la unidad Molango, a menos de un kilómetro de distancia de la zona habitacional de la empresa, conocida como Colonia Guadalupe.

Actualmente se desarrollan los estudios y análisis pertinentes para formular el proyecto ejecutivo del relleno, considerando para ello todas las variables y lineamientos que indica la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003 y los criterios del POETEH. Una vez que se cuente con el proyecto ejecutivo correspondiente, se realizarán los estudios y trámites necesarios para obtener las autorizaciones de cambio de uso de suelo de terrenos forestales y de impacto ambiental.

Debido a las dimensiones del polígono de la obra, ésta se ajusta a la superficie máxima de cambio de uso de suelo para infraestructura que indica el lineamiento:

UGA	1. Superficie forestal (ha)	2. Superficie máxima de CUS (ha)	Ocupación del relleno sanitario		
			Superficie (ha)	Porcentaje de la Superficie 2 (%)	Porcentaje de la Superficie 1 (%)
UGA-2132	223.3	44.66	2.0000	4.48	0.89
			37.96		

La construcción **del Relleno Sanitario en el sitio propuesto es compatible con los lineamientos del POETEH, ya que se trata de un uso compatible condicionado (infraestructura) y el cambio de uso de suelo de terrenos forestales que eventualmente se solicitará se ajusta a la superficie máxima que establece la UGA de incidencia.**

Criterios de Regulación Ecológica aplicables

Infraestructura

Criterio	Vinculación y cumplimiento
IF01: Para la selección de sitio de una obra de infraestructura, se deberán considerar solamente terrenos preferentemente forestales. Si por excepción, la autoridad competente autoriza el cambio de uso de suelo para infraestructura en una UGA compuesta de terrenos forestales, se podrá cambiar el uso del suelo hasta un 20% de su superficie. El terreno forestal restante (80%) deberá estar sujeto a acciones de manejo permanentes que promuevan la conservación de las comunidades vegetales presentes, el manejo de hábitats de fauna silvestre y la reubicación de los ejemplares de especies vegetales provenientes del área desmontada, así como la minimización en la fragmentación de hábitats y los efectos de borde y relajación en la o las teselas de vegetación remanente, así como el manejo de los hábitats para la mantener la conectividad ecológica. Las acciones de rehabilitación y manejo, enunciativas más no limitativas son: ▪ Disminución del riesgo por incendio (Creación de brechas contrafuego, retiro de biomasa vegetal muerta, etcétera). ▪ Erradicación de especies invasoras (determinadas por la CONABIO). ▪ Creación de infraestructura para la contención y estabilización de la erosión en concordancia con el tamaño y magnitud de las zonas erosionadas.	Una vez que se realice el Estudio Técnico Justificativo del relleno sanitario podrá determinarse si su ubicación corresponde a terrenos forestales o preferentemente forestales. En cualquier caso, la superficie de la obra representa sólo el 4.48 % de la superficie máxima de cambio de uso de suelo de la UGA, muy por debajo del 20 % que indica el criterio. De conformidad con las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño y construcción, que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, que regula a los sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, la obra incluirá medidas para evitar el deterioro del hábitat y poblaciones de flora y fauna silvestre. Asimismo, el proyecto internalizará las medidas requeridas para evitar riesgos al entorno ambiental y a las personas; prevenir la erosión y otros impactos potenciales.

Criterios de Regulación Ecológica aplicables	
▪ Manejo de los hábitats para favorecer la presencia de las especies de fauna y flora nativas, con énfasis en las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. ▪ El área sin desmontar se ubicará preferentemente en la periferia del terreno forestal, permitiendo la continuidad de la vegetación con los predios adyacentes.	
IF02: En las UGA de terrenos preferentemente forestales que contemplen cambio de uso del suelo para infraestructura, se deberá reforestar el 20% de su superficie con especies nativas que estarán sujetos a acciones de manejo. Las acciones de manejo, enunciativas más no limitativas, son: ▪ Disminución del riesgo por incendio (Creación de brechas contrafuego, retiro de biomasa vegetal muerta, etcétera). ▪ Erradicación de especies invasoras (determinadas por la CONABIO). ▪ Creación de infraestructura para la contención y estabilización de la erosión en concordancia con su magnitud. ▪ Manejo de los hábitats para favorecer la presencia de las especies de fauna y flora nativas, con énfasis en las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. ▪ El área reforestada (con especies nativas) se ubicará preferentemente en la periferia del terreno, permitiendo la continuidad de la vegetación con los predios adyacentes.	La construcción del relleno sanitario incluirá la reforestación de la mayor superficie libre del polígono, utilizando para ello ejemplares de especies nativas, que estarán sujetos a acciones de manejo y conservación.
IF03: Los terrenos forestales remanentes, derivados de los cambios de uso del suelo que las autoridades competentes lleguen a aprobar, deberán estar sujetos a un manejo de hábitats por parte del promotor del proyecto durante su periodo de vigencia, incluyendo la etapa de construcción y adecuación del predio. Para tal efecto, se llevarán a cabo las siguientes acciones de manera enunciativa más no limitativa: se construirá infraestructura para la creación de refugios, sitios de anidamiento, retención y disponibilidad de agua para la fauna silvestre; se realizarán acciones de erradicación de especies invasoras; se darán cuidados para los ejemplares de especies vegetales que se reubiquen; se promoverá la reforestación con especies propias de los tipos de vegetación afectados. La reubicación deberá considerar, de manera enunciativa más no limitativa, los siguientes aspectos: ubicación de los ejemplares sujetos a ser replantados; identificación y preparación de los sitios donde se replantarán los ejemplares rescatados; extracción de ejemplares, secado y adición de plaguicidas y enraizadores a los ejemplares; replantación, riego y monitoreo.	En los terrenos forestales remanentes del cambio de uso de suelo que se autorice para el relleno sanitario se ejecutarán acciones de conservación y manejo de hábitat, con el propósito de salvaguardar la integridad del ecosistema.
IF04: Los terrenos forestales que, por excepción, sean utilizados para la creación de proyectos de desarrollo o acordes a la vocación de la UGA, podrán incrementar la superficie autorizada de cambio de uso del suelo del 20% hasta en un máximo de un 80% de su superficie, por medio de la transferencia de derechos de desarrollo, provenientes de predios con terrenos forestales ubicados en la misma UGA, con una superficie equivalente a la superficie que se pretenda intervenir. Para tal efecto, los promotores del desarrollo deberán establecer los mecanismos de cesión de esos derechos con los dueños de los terrenos que no serán intervenidos. Los terrenos que cedan sus derechos de desarrollo deberán ser designados como Zonas sujetas voluntariamente a conservación de conformidad a Ley para la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo y demás disposiciones aplicables. El 20% de terreno forestal del proyecto de desarrollo deberá estar sujeto a un manejo previamente avalado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales que considere, de manera enunciativa más no limitativa, los siguientes aspectos:	La construcción del relleno sanitario únicamente requerirá del cambio de uso de suelo en 2.0000 ha. Dicha superficie se ajusta actualmente al criterio de CUS en el 20 % de la superficie de la UGA. Sin embargo, en caso de que la empresa considerara la alternativa de incrementar la superficie, atenderá a los dispuesto por este criterio.

Criterios de Regulación Ecológica aplicables	
• Disminución del riesgo por incendio. • Control de plagas. • Erradicación de especies invasoras (determinadas por la CONABIO). • Creación de infraestructura para la contención y estabilización de la erosión en concordancia con el tamaño y magnitud de las zonas erosionadas. • Manejo de los hábitats para favorecer la presencia de las especies de fauna y flora nativas. • El área sin desmontar se ubicará preferentemente en la periferia del terreno forestal, permitiendo la continuidad de la vegetación con los predios adyacentes.	
IF06: Las obras de infraestructura deberán ejecutar acciones de ingeniería para evitar, resistir o mitigar los riesgos naturales.	El diseño del relleno sanitario considerará las obras o acciones necesarias para evitar, resistir o mitigar los riesgos naturales, tal como lo establece la NOM-083-SEMARNAT-2003.
IF08: Se permitirá la instalación de infraestructura siempre y cuando esta evite la reducción de zonas agrícolas y la promoción de nuevos centros de población. En el suelo no urbanizable estará prohibido dotar de obras y servicios de equipamiento con fines de desarrollo urbano.	El relleno sanitario se localizará en terrenos de la unidad minera Molango, en la que no se prevé el establecimiento de nuevas zonas habitacionales que impliquen la urbanización del suelo.
IF09: La construcción de infraestructura deberá evitar la reducción de la cobertura vegetal, la interrupción de corredores biológicos y flujos hidrológicos, la disminución de los servicios ecosistémicos y la fragmentación del paisaje. Las nuevas carreteras deberán contar con pasos de fauna para garantizar la continuidad entre las diferentes poblaciones animales, contemplando un diseño adecuado para garantizar el éxito de estos.	La construcción del relleno sanitario requerirá, necesariamente, la remoción de cobertura vegetal en una superficie aún no determinada. En su diseño se procurará la menor afectación posible de las áreas con vegetación. Igualmente, en su construcción y operación se adoptarán medidas para minimizar la interrupción de corredores biológicos y flujos hidrológicos, la disminución de los servicios ecosistémicos y la fragmentación del paisaje.
IF10: En la construcción y operación de cualquier tipo de infraestructura se debe contar con un adecuado almacenamiento de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes. Dicho almacenamiento debe evitar fugas, derrames y/o explosiones.	La unidad Molango, a la que se integrará el relleno sanitario, cuenta con instalaciones adecuadas para el adecuado almacenamiento de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes. Los almacenes correspondientes han sido construidos con estrictas medidas para evitar fugas, derrames y explosiones.
IF11: En el desarrollo de los proyectos se debe realizar el aprovechamiento integral de los recursos naturales existentes en el sitio donde se pretenden establecer, por lo que se debe realizar la recuperación de tierra vegetal en las superficies autorizadas para el desmonte, se debe triturar el material vegetal producto del desplante y ambos se deben utilizar para la preparación de composta.	Dentro de las actividades de preparación del sitio del relleno sanitario se incluirá la recuperación y conservación del suelo fértil en las áreas de intervención. El suelo será almacenado para ser utilizado eventualmente en las labores de restauración final del sitio.
IF12: Durante la construcción de obras de infraestructura, se deberán desarrollar acciones de ingeniería para proteger las aguas subterráneas y superficiales, para prevenir su contaminación.	El diseño del relleno sanitario incluirá las obras de ingeniería que sean necesarias para prevenir la contaminación del agua.
IF13: La construcción de caminos deberá contener canaletas que encaucen y recolecten el agua pluvial, de manera que posteriormente permitan la infiltración al subsuelo.	La construcción de los caminos se ajustará a los protocolos internos de la empresa, los cuales incluyen la habilitación de drenes laterales y estructuras de sedimentación.
IF15: Prevenir y en su caso controlar la contaminación atmosférica, sonora y lumínica generada por fuentes fijas y móviles que provengan de la construcción y operación de la infraestructura, según la normatividad vigente en la materia.	Durante la construcción, operación y mantenimiento del relleno sanitario se adoptarán las medidas y protocolos internos que permitan prevenir y minimizar la contaminación atmosférica, sonora y lumínica
IF18 La construcción y la operación de las instalaciones destinadas a la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, en rellenos sanitarios o en confinamientos controlados, deben prevenir la formación de lixiviados y la migración de éstos fuera de las celdas de confinamiento.	El diseño del relleno sanitario atenderá a las disposiciones de la NOM-083-SEMARNAT-2003, a efecto de controlar la formación de lixiviados y su migración fuera de las celdas de confinamiento.
IF20: La disposición final de residuos será limitada sólo a aquellos cuya revalorización, reciclaje o tratamiento no sea	El relleno sanitario proyectado estará destinado a la disposición final de residuos cuya revalorización, reciclaje o

Criterios de Regulación Ecológica aplicables	
económicamente viable, tecnológicamente factible y ambientalmente adecuada.	tratamiento no sea económicamente viable, tecnológicamente factible y ambientalmente adecuada.

III.3.2.1.3. Áreas de Interés de Exploración

El proyecto considera el desarrollo de actividades de exploración minera en 26 polígonos, que inciden en 38 UGA's. Todos los polígonos de exploración presentan un uso compatible condicionado si se analiza la actividad como minería metálica.

Un solo polígono, identificado como "Área de Interés de Exploración Coyoles", tiene una fracción de 3.3021 ha en la UGA-2109, en la que el uso de minería metálica es incompatible. Como se indicó anteriormente, , la incompatibilidad es relativa, ya que el POETEH no considera en su tipología de usos a las actividades de exploración o prospección minera.

Adicionalmente, el área de incompatibilidad corresponde a un curso de agua y su vegetación ribereña, que no será afectado por las actividades de exploración, por lo que, en los hechos, el área de incompatibilidad estará excluida del uso pretendido.

Debido a que en la tipología de usos de suelo del programa no se considera a la exploración minera, no existen criterios específicos para la actividad. Únicamente existe un criterio, dentro del uso de Minería Metálica, aplicable a 38 UGA's, que alude a la prospección minera (Tabla RE.24).

Tabla RE. 24. Criterios de regulación ecológica aplicables a las Áreas de Interés de Exploración

Áreas de Interés de Exploración	
38 UGA's	
Criterios de Regulación Ecológica aplicables	
Minería Metálica	
Criterio	**Vinculación y cumplimiento**
MM09: En los trabajos de prospección minera se debe dar prioridad al uso de los caminos existentes en vez de crear nuevos. Previo a la creación de caminos en terrenos forestales, se deberá realizar un rescate y reubicación de ejemplares de flora para minimizar los impactos que ocurren por la disposición del material en los bordes del camino. Una vez que la prospección minera haya terminado, y en el caso de que no se haya detectado minerales de interés comercial, todos los caminos de exploración deberán ser reforestados con especies nativas.	El programa de exploración minera que prevé el proyecto considera el aprovechamiento de los caminos existentes. En caso de ser necesaria la apertura de brechas, éstas se ajustarán a los protocolos internos de la empresa y las medidas de protección ambiental que se observan en las operaciones. Dichas medidas incluyen: ▪ El rescate de individuos de flora y fauna silvestre en el trazo del camino, antes de cualquier intervención del terreno. ▪ El retiro de acumulaciones de material en los bordes del camino. Como lo indica el criterio, al concluir las actividades de exploración, los caminos serán restaurados si los resultados indican que el yacimiento no es susceptible de aprovechamiento.

III.3.2.1.4. Áreas de Evaluación Geológica

El proyecto considera el desarrollo de estudios y evaluaciones geológicas en 18 polígonos, identificados como "Áreas de Evaluación Geológica". Estas áreas corresponden a sitios en donde se ha detectado la necesidad de realizar mayores estudios e investigaciones, para abundar en el conocimiento del yacimiento de manganeso. Las actividades que se desarrollarán son puntuales y no invasivas, de modo que su ejecución no genera afectación o deterioro del entorno ambiental.

Los 18 polígonos de evaluación geológica inciden en siete UGA's, que cuentan con un uso compatible condicionado si se analiza la actividad como minería metálica.

Como en el caso de las Áreas de Interés de Exploración, la realización de estudios prospectivos no está considerada como un uso de suelo dentro del POETEH, de manera que el criterio ecológico aplicable a esta actividad es el mismo que en las áreas de exploración (Tabla RE.25).

Tabla RE. 25. Criterios de regulación ecológica aplicables a las Áreas de Evaluación Geológica

Áreas de Evaluación Geológica	
7 UGA's	
Criterios de Regulación Ecológica aplicables	
Minería Metálica	
Criterio	**Vinculación y cumplimiento**
MM09: En los trabajos de prospección minera se debe dar prioridad al uso de los caminos existentes en vez de crear nuevos. Previo a la creación de caminos en terrenos forestales, se deberá realizar un rescate y reubicación de ejemplares de flora para minimizar los impactos que ocurren por la disposición del material en los bordes del camino. Una vez que la prospección minera haya terminado, y en el caso de que no se haya detectado minerales de interés comercial, todos los caminos de exploración deberán ser reforestados con especies nativas.	Para el acceso a los sitios donde se realizarán las actividades de evaluación geológica, se aprovecharán los caminos existentes. En caso de ser necesaria la apertura de brechas, éstas se ajustarán a los protocolos internos de la empresa y las medidas de protección ambiental que se observan en las operaciones regulares. Dichas medidas incluyen: ▪ El rescate de individuos de flora y fauna silvestre en el trazo del camino, antes de cualquier intervención del terreno. ▪ El retiro de acumulaciones de material en los bordes del camino. Como lo indica el criterio, al concluir las actividades, los caminos que se hubieran abierto serán restaurados.
MM12: Se deberá contar con instalaciones sanitarias (fosas sépticas, baños composteros o similares), las cuales se ubicarán a una distancia no menor de 50 metros de cualquier cuerpo de agua.	En las áreas sujetas a evaluación geológica se instalarán sanitarios portátiles, en sitios adecuados y alejados de cualquier escurrimiento de agua.

III.3.2.1.5. Áreas Verdes

El proyecto incluye el establecimiento de cuatro polígonos de nuevas Áreas Verdes en la unidad Naopa, en los que se conservará la cobertura vegetal existente y se realizarán acciones de manejo ambiental, para garantizar su preservación.

De acuerdo con las definiciones de usos del suelo del POETEH, las áreas verdes del proyecto corresponden al uso de Conservación.

Debido a la naturaleza de estos polígonos, las actividades de conservación son compatibles condicionadas en las UGA's donde inciden: UGA-2006, UGA-2013, UGA-2015 y UGA-3034.

Los criterios de estas UGA's, que son aplicables a las Áreas Verdes del proyecto, se exponen en la Tabla RE.26.

Tabla RE. 26. Criterios de regulación ecológica aplicables a las Áreas Verdes

Áreas Verdes	
UGA-2006, UGA-2013, UGA-2015 y UGA-3034	
Criterios de Regulación Ecológica aplicables	
Conservación	
Criterio	**Vinculación y cumplimiento**
FF01: No se deberá destruir, dañar o perturbar a la vida silvestre; solo los propietarios de los predios en donde se distribuye la vida silvestre, así como las personas que comparten su hábitat podrán tener derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados, siempre y cuando cuenten con los permisos correspondientes**.**	Las nuevas áreas verdes del proyecto constituyen zonas de conservación de los ecosistemas, en las que se preservarán las poblaciones de flora y fauna silvestre existentes, mediante la vigilancia continua y manejo ambiental.
FF02: Las empresas y personas que desarrollen cualquier actividad deberán promover en los predios donde actúan la conservación y protección de las especies silvestres. No podrán cazar, capturar, retener o reubicar las especies silvestres. Solo la autoridad correspondiente podrá aplicar medidas para el control y erradicación de ejemplares y poblaciones	En las nuevas áreas verdes del proyecto no se realizará ningún tipo de aprovechamiento de los recursos naturales y se prohibirá la caza o extracción de ejemplares de flora y fauna silvestre. Particularmente se promoverá la preservación de individuos de especies sujetas a algún régimen de conservación por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Conservación	
Criterio	**Vinculación y cumplimiento**
perjudiciales, incluyendo a los ferales, a través de medios adecuados para no afectar a otros ejemplares, poblaciones, especies y a su hábitat.	
FF03: No se podrá realizar la caza deportiva, captura, comercialización, transformación, transporte, importación y exportación de ejemplares, partes y derivados de vida silvestre, salvo que se cuenten con los permisos correspondientes.	En las nuevas áreas verdes del proyecto no se permitirá la caza deportiva, captura, comercialización, transformación, transporte, importación y exportación de ejemplares, partes y derivados de vida silvestre.
FF04: Las actividades agrícolas, ganaderos o forestales, minimizarán sus impactos negativos sobre la vida silvestre y su hábitat, particularmente sobre las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT- 2010, pero en caso de no haberlo evitado, repararán o compensarán el daño, mediante restauración del hábitat in situ por reforestación y/o instalación de criaderos para reintroducción, y repoblación de vida silvestre.	Dentro de las nuevas áreas verdes del proyecto no se realizará ningún tipo de actividad agrícola, ganadera o forestal.
FF06: La conservación de las especies migratorias se llevará a cabo mediante la protección y mantenimiento de sus hábitats. La realización de cualquier obra pública o privada, así como de aquellas actividades que puedan afectar la protección, recuperación y restablecimiento de los elementos naturales en áreas de refugio para proteger especies migratorias, deberá establecer medidas de manejo, conservación y protección a este tipo de hábitats.	El propósito de las nuevas áreas verdes del proyecto se orienta a la conservación del hábitat de todas las especies de flora y fauna silvestre que ahí se distribuyen.
FF07: Cuando las empresas y personas que desarrollen cualquier actividad generen destrucción, contaminación, degradación, desertificación o desequilibrio del hábitat de la vida silvestre, se deberá ejecutar a la brevedad posible, actividades de restauración, recuperación, reintroducción, y repoblación de vida silvestre, preferentemente en el mismo sitio, o en alguna cercana que requiera restauración.	La empresa dotará a las nuevas áreas verdes del proyecto de un mecanismo de vigilancia y control de su conservación, a efecto de evitar cualquier destrucción, contaminación, degradación o desequilibrio del hábitat.
FF08: No se permite cercar para evitar el paso de ejemplares de la fauna silvestre nativa. Sólo la autoridad podrá aprobar el establecimiento de cercos y otros métodos como medida de manejo para ejemplares y poblaciones de especies nativas, cuando así se requiera para proyectos de recuperación y actividades de reproducción, repoblación, reintroducción, traslocación o preliberación.	Las nuevas áreas verdes del proyecto estarán delimitadas, pero libres de cercos que impidan el libre tránsito de la fauna.
FF09: El aprovechamiento extractivo sobre especies silvestres se deberá considerar que las tasas extraídas son menores a la de renovación natural de las poblaciones sujetas a aprovechamiento, en el caso de ejemplares de especies silvestres en vida libre, o bien que son producto de reproducción controlada, en el caso de ejemplares de la vida silvestre en confinamiento.	Dentro de las nuevas áreas verdes del proyecto no se realizará ningún tipo de aprovechamiento extractivo de especies silvestres.
FF10: La colecta y captura de ejemplares de especies en riesgo solo podrá darse cuando sea para actividades de restauración, repoblamiento, reintroducción e investigación científica.	El monitoreo de la calidad del hábitat en las nuevas áreas verdes del proyecto requerirá eventualmente de la colecta o captura de ejemplares de flora y fauna silvestre. En cualquier caso, se procederá conforme a las disposiciones normativas aplicables y los ejemplares serán devueltos a su hábitat.

Del análisis anterior se desprende que la ejecución de las nuevas obras y actividades del proyecto no contravienen las políticas, lineamientos y criterios ecológicos que establece el POETEH en las unidades de incidencia. Los usos del suelo correspondientes son compatibles condicionados.

III.3.3. Programas de Ordenamiento Territorial municipales

Ninguno de los municipios donde el proyecto tiene presencia cuentan hoy en día con Programas de Ordenamiento Ecológico y Territorial de su demarcación.

III.4. Decretos y programas de conservación y manejo de áreas naturales protegidas

El proyecto no incursiona en ningún área natural protegida. La más próxima es la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán. El SAR del proyecto mantiene con esta ANP un distanciamiento mínimo de 0.97 kilómetros (Figura RE.19).

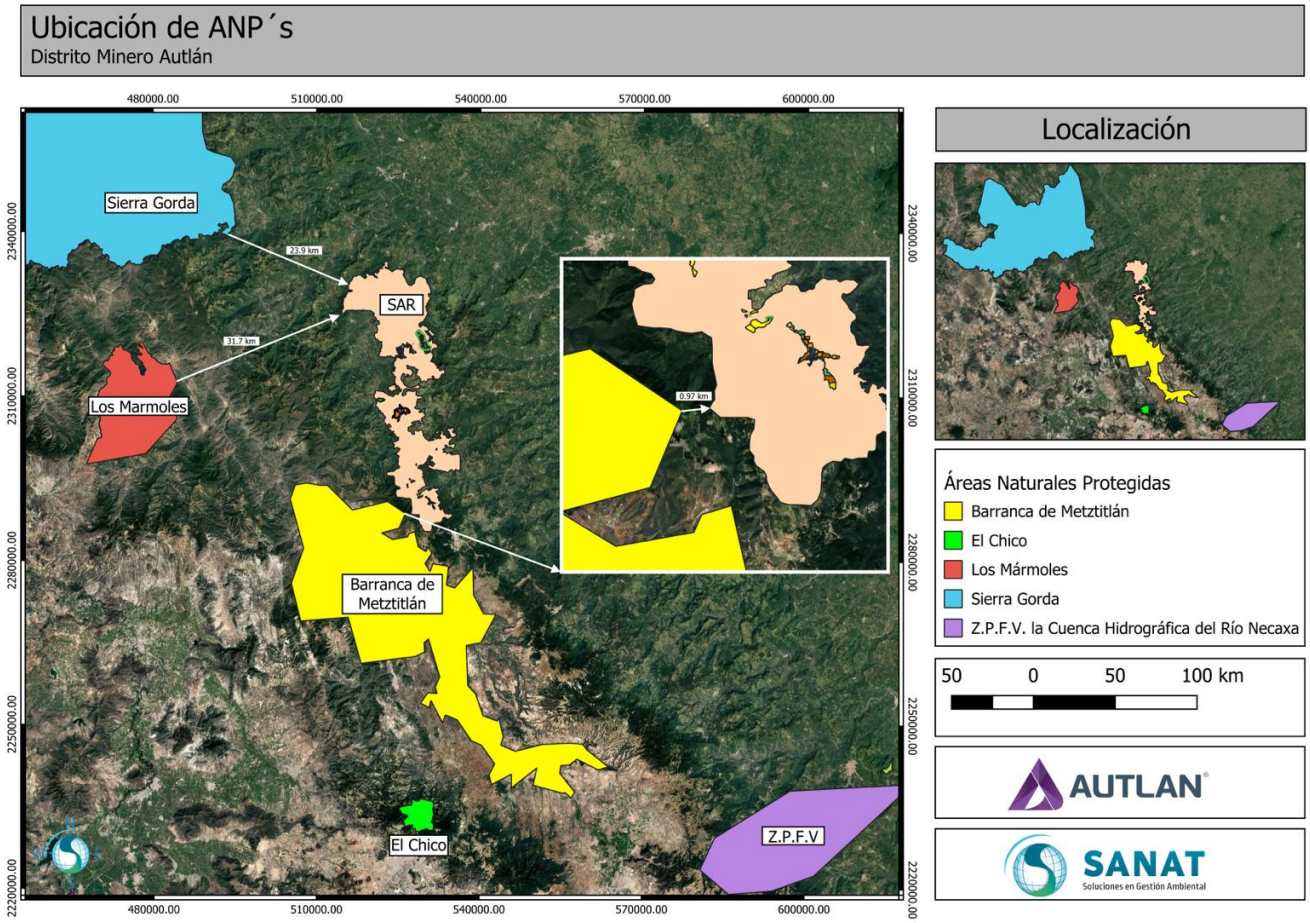


Figura RE. 19. Localización del SAR del proyecto con respecto a las ANP de la región

III.5. Áreas de importancia para la conservación

El SAR establecido para el proyecto incursiona en el Área de Importancia para la Conservación de las Aves AICA-240, denominada Tlanchinol-Bosque de Montaña del Noroeste de Hidalgo (Figura RE.20).

Respecto de la Regiones Terrestres e Hidrológicas Prioritarias, cerca del 80 % de la superficie del SAR se encuentra inmersa en la RTP-102 Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental (Figura RE.21), y el 100 % de su superficie lo hace en la RHP-74 Confluencia de las Huastecas (Figura RE.22).

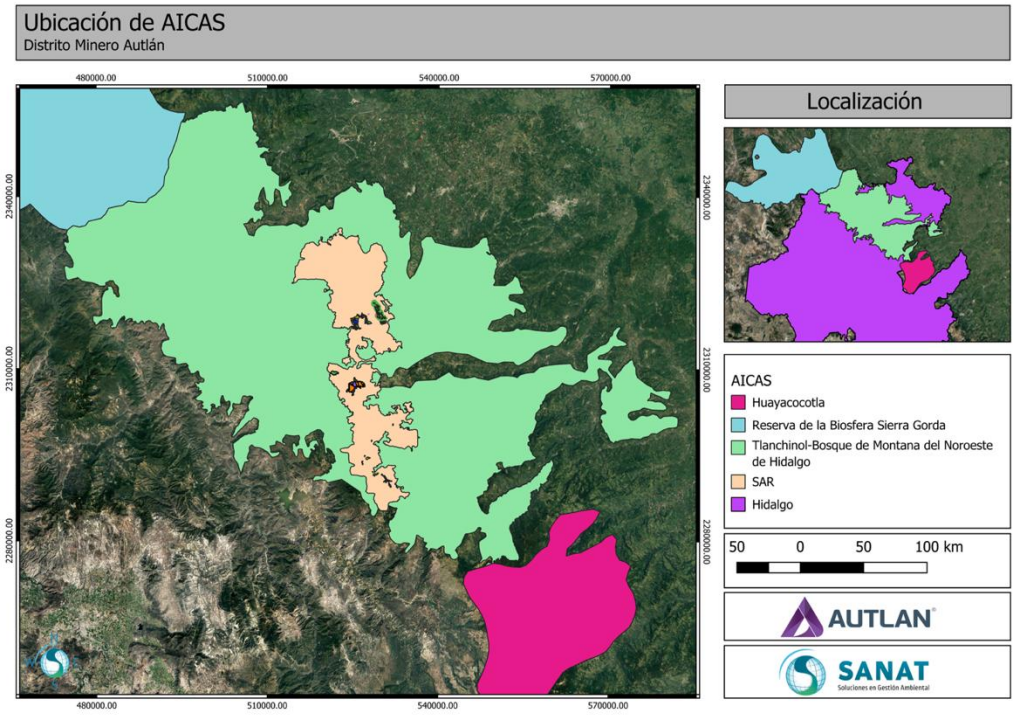


Figura RE. 20. Localización del SAR del proyecto con respecto a las AICA's de mayor proximidad

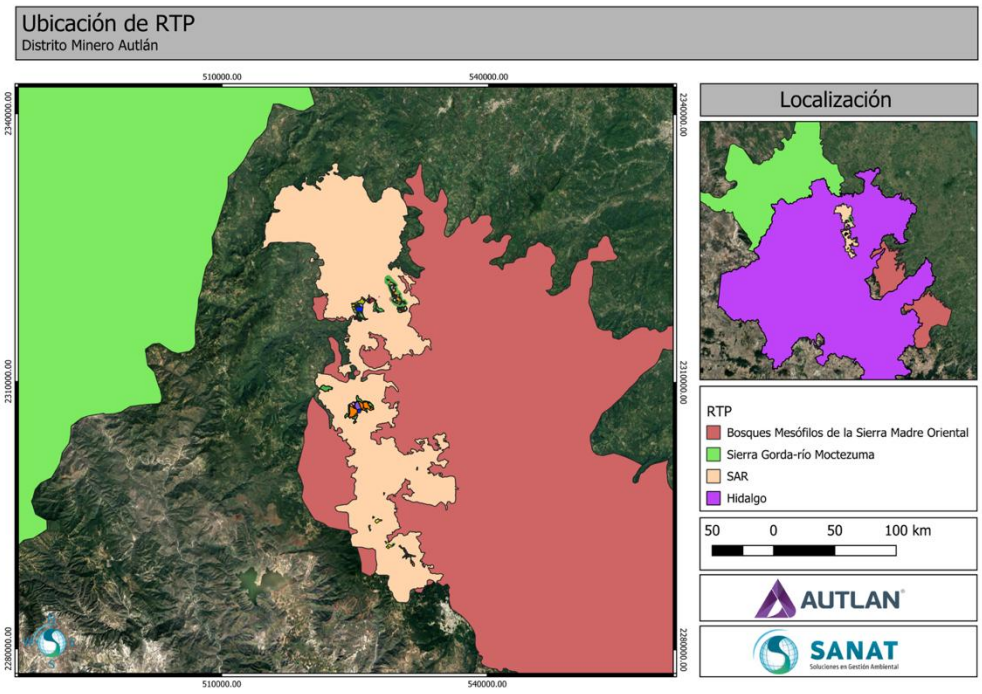


Figura RE. 21. Localización del SAR del proyecto con respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias de la región

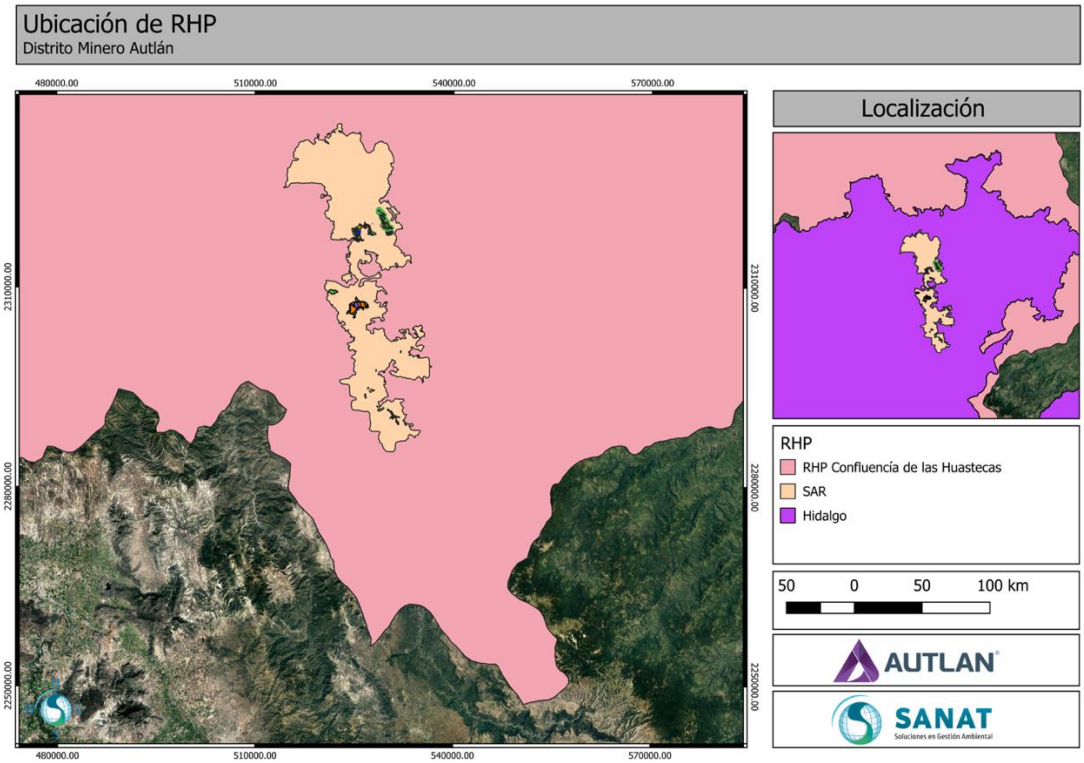


Figura RE. 22. Localización del SAR del proyecto con respecto a la RHP Confluencia de las Huastecas

III.6. Planes o programas municipales de desarrollo urbano

El proyecto tiene incidencia en cinco municipios: Lolotla, Tlanchinol, Tepehuacán de Guerrero, Molango de Escamilla, Xochicoatlán y Juárez Hidalgo. Los seis carecen de Programas de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial que regulen los usos del suelo en el territorio de cada demarcación. De hecho, las últimas actualizaciones de los Planes Municipales de Desarrollo de cada uno de los municipios mencionados indican tal carencia y establecen como estrategia la formulación de los planes de desarrollo urbano.

No obstante, cinco de los municipios donde se asientan las instalaciones mineras expidieron las Licencias de Uso de Suelo para las unidades Molango y Nonoalco.

III.7. Normas Oficiales Mexicanas

El proyecto que se presenta en este documento está obligado a cumplir con varias normas generales y una particular. El listado de ellas y su vinculación con las actividades que se desarrollan en las tres unidades que conforman el proyecto se expone en los apartados siguientes.

III.7.1. Normas Oficiales Mexicanas generales en materia ambiental

En la Tabla RE.27 se exponen las normas oficiales mexicanas de protección ambiental que regulan aspectos en materia de calidad del agua, calidad del aire, emisión de ruido, residuos y transferencia de contaminantes, que tienen vinculación con las actividades del proyecto.

Tabla RE. 27. Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el proyecto
Control de la contaminación y calidad del agua	
NOM-001-SEMARNAT-2021	El proyecto cuenta con seis plantas de tratamiento de aguas residuales, tres de ellas en la unidad Molango, dos en la unidad Naopa y una en la unidad Nonoalco.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el proyecto
Establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.	La unidad Molango cuenta con dos Permisos de Descarga otorgados por la CONAGUA: ▪ Permiso de Descarga No. HGO105712, que autoriza descargar un volumen total de 6,000. 00 m^3/año de aguas residuales al Arroyo Tlaltepingo, cumpliendo con los valores contenidos en esta norma y las condiciones particulares de descarga establecidas en el título **(Anexo II.8)**. ▪ Permiso de Descarga No. HGO100637, que autoriza descargar un volumen total de 137,568.00 m^3/año de aguas residuales al Arroyo Tlaltepingo, cumpliendo con los valores contenidos en esta norma y las condiciones particulares de descarga establecidas en el título **(Anexo II.8)**. Parte del efluente de las tres plantas de tratamiento que posee la unidad Molango es reutilizada en el espreado de polvos, riego del talud de polvos, enfriamiento de equipos de los procesos de beneficio y riego de áreas pastizadas. En la unidad Naopa se cuenta con el Permiso de Descarga otorgado por la CONAGUA con el Título No. 09HGO155000/26IDDL16, que permite descargar aguas residuales por un volumen de hasta 3,717 m^3 /año. Casi la totalidad del efluente de las dos plantas de tratamiento es reutilizado en el riego de los caminos de mina. El último análisis realizado al efluente de la descarga de la planta de tratamiento de la unidad Naopa (abril de 2004), conforme a los parámetros de esta NOM y las condiciones particulares de descarga establecidas por CONAGUA, indica que todos los valores se encuentran dentro de los límites normados **(Anexo III.5)**. En la unidad Nonoalco el efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales es reutilizado íntegramente los procesos de beneficio que realiza. Además del muestreo y análisis que la empresa realiza a los efluentes de las seis plantas de tratamiento, la calidad del agua superficial en el área del proyecto es monitoreada a través del Programa de Monitoreo de Calidad del Agua de la compañía, en el que se realizan muestreos bimestrales y trimestrales, en 36 sitios en torno a las tres unidades.
Control de la contaminación atmosférica	
NOM-043-SEMARNAT-1993 Establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.	La norma es de observancia obligatoria para las fuentes fijas que emitan partículas sólidas a la atmósfera. De las tres unidades que conforman el proyecto, las plantas de beneficio que operan en la unidad Molango (planta de nodulización) y Nonoalco (plantas de concentración y de secado) son fuentes fijas de jurisdicción federal y están sujetas al cumplimiento de los niveles máximos de emisión a la atmósfera de partículas sólidas que indica la norma. La unidad Molango cuenta con la Licencia de Funcionamiento No. 11248 y reporta periódicamente sus emisiones a la atmósfera. Hasta la fecha sus emisiones de partículas sólidas se han mantenido por debajo de los límites establecidos por la norma para este parámetro. La unidad Nonoalco cuenta con la Licencia Ambiental Única No. LAU-04/13/069/001/2006 y Número de Registro Ambiental MAU1L1307911. Sus emisiones de partículas, conforme a los monitoreos realizados, se mantienen dentro de los valores normados. Para mantener las emisiones de partículas sólidas por debajo de los valores que indica la Tabla 1 de la norma, Compañía Minera Autlán ha instalado equipos de control de polvos de alta eficiencia. Además, realiza el monitoreo regular y medición de todas sus emisiones, las registra y las reporta a la autoridad. Los resultados de la última evaluación realizada en la unidad Nonoalco, indican que las emisiones de los parámetros que regula esta norma se

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el proyecto
	encuentran por debajo de los límites establecidos en el horno reductor y el lavador de gases **(Anexo II.12)**. Complementariamente, se lleva una bitácora de operación y mantenimiento de los equipos de proceso y de control. El reporte de las emisiones a la atmósfera a la Secretaría, se realiza a través de la Cédula de Operación Anual (COA).
NOM-085-SEMARNAT-2011 **ACUERDO DE MODIFICACIÓN (15 de diciembre de 2014)** Establece los niveles máximos permisibles de emisión de humo, partículas, CO, SO_2 y NOx, de los equipos de combustión de calentamiento indirecto que utilizan combustibles convencionales o sus mezclas.	Como fuente fija de jurisdicción federal que utiliza equipos de combustión que utilizan combustibles convencionales, la norma es de observancia para las unidades Molango y Nonoalco, respecto de sus emisiones de humo, partículas, SO_2 y NOx. Los puntos de emisión sujetos a esta norma son los hornos de las plantas de nodulización (unidad Molango), concentradora y de secado (unidad Nonoalco). **Emisión de partículas:** Respecto de la emisión de partículas, en la Licencia de Funcionamiento de la unidad Molango la autoridad fijo un límite de emisión de 30 mg/m^3 de PST del horno de nodulización. Para cumplir con dicho límite, Compañía Minera Autlán instaló equipos de control de polvos de alta eficiencia en las dos unidades. Con ello ha sido posible mantener las emisiones por debajo de los niveles máximos permisibles establecidos de manera particular en la Licencia de Funcionamiento. **Emisión de SO_2**: En cuanto a la emisión de SO_2, en el año 2001 la autoridad estableció en la Licencia de Funcionamiento de la unidad Molango un límite de concentración de bióxido de azufre en chimeneas de 1,650 ppmv o su equivalente de 326 kg/h. De acuerdo con los monitoreos realizados, las emisiones de este parámetros se han mantenido por debajo del límite indicado. En la unidad Nonoalco, las emisiones de bióxido de azufre se han mantenido por debajo de los valores de la norma. En la unidad Molango se cuenta con un equipo de monitoreo continuo de Dióxido de Azufre (SO_2), a través del cual se evalúan las emisiones en tiempo real del enfriador de nódulos. Cada 30 días se entrega un reporte de los resultados del monitoreo a la Delegación de PROFEPA y Delegación de SEMARNAT en Hidalgo. Para asegurar el cumplimiento de la norma y de las disposiciones de la LGEEPA y su Reglamento en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, la empresa realiza regularmente el monitoreo de sus emisiones. Complementariamente, se lleva una bitácora de operación y mantenimiento de los equipos de proceso y de control. El reporte de las emisiones a la atmósfera a la Secretaría se realiza a través de la Cédula de Operación Anual (COA).
Control de las emisiones de ruido	
NOM-080-SEMARNAT-1994 Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación.	La norma es obligatoria para los vehículos automotores que circulen por las vías de comunicación terrestre. Se exceptúan de su aplicación los tractores de uso agrícola, trascabos, aplanadoras y maquinaria pesada para la construcción y los vehículos que transitan por riel. Para el cumplimiento de los límites máximos de ruido permisibles de automóviles, camionetas, camiones y tractocamiones, establecidos en la Tabla 1 de la norma, Compañía Minera Autlán. mantiene un estricto programa de mantenimiento preventivo y correctivo de sus unidades, que garantiza su óptimo desempeño.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el proyecto
	Asimismo, los equipos que producen ruido continuo cuentan con silenciadores, y los vehículos circulan con el escape cerrado.
NOM-081-SEMARNAT-1994 **ACUERDO por el que se modifica el numeral 5.4 de la norma (3 de diciembre de 2013)** Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	La norma es obligatoria para las industrias, comercios establecidos, servicios públicos o privados, y actividades en vía pública. Como fuentes fijas que desarrolla actividades industriales, las unidades Naopa, Molango y Nonoalco están obligadas al cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la norma. Para asegurar el cumplimiento de los límites normativos (Tabla 1 del Acuerdo modificatorio de la norma), la empresa realiza las mediciones de sus emisiones sonoras de las fuentes generadoras de ruido, de conformidad con los procedimientos establecidos. Adicionalmente, se planifican los trabajos que generan ruido impulsivo, para desarrollarlos con intervalos de descanso; las actividades que generan ruido significativo se programan en el horario establecido por la norma; se implementa también un programa preventivo y correctivo de maquinaria y equipos, y un programa de monitoreo de vibraciones por voladuras. El último estudio de ruido, realizado en septiembre de 2023 en la unidad Naopa, indica que el nivel sonoro diurno de la fuente es de 51.87 dB Am por debajo del límite máximo permisible, mientras que en horario nocturno no se emite ruido **(Anexo II.12)**.
Manejo de residuos	
NOM-052-SEMARNAT-2005 Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Es una norma de referencia vinculante con el proyecto para identificar y clasificar los residuos peligrosos que genera. En las tres unidades la norma se observa estrictamente en las tareas de identificación y clasificación de residuos. Los procedimientos de esta norma han sido aplicados en los estudios de caracterización del tepetate y del mineral agotado del patio de lixiviación.
NOM-053-SEMARNAT-1993 Establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción que determine los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	La norma establece su obligatoriedad en la generación y manejo de residuos peligrosos. El método normado se observa cuando es necesaria la aplicación de la prueba para determinar la peligrosidad de un residuo.
NOM-054-SEMARNAT-1993 Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005.	La norma establece su obligatoriedad en la generación y manejo de residuos peligrosos. El procedimiento normado se observa cuando es necesaria la aplicación de la prueba para determinar la incompatibilidad entre residuos peligrosos.
NOM-161-SEMARNAT-2011 Establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo, así como su listado, procedimiento para la inclusión y exclusión en el listado, y los procedimientos para la formulación de los planes de manejo.	La norma excluye de su aplicación a los generadores de residuos provenientes de la industria minero-metalúrgica, de conformidad con los artículos 17 de la LGPGIR y 33 de su reglamento. En consecuencia, **no es aplicable al proyecto**.
NOM-083-SEMARNAT-2003 Establece las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	La norma es de observancia obligatoria para las entidades públicas y privadas responsables de la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial. La Compañía Minera Autlán tiene previsto realizar la construcción y operación de un relleno sanitario dentro de los límites de la unidad Molango. El proyecto ejecutivo de esta obra aún se encuentra en proceso. Sin embargo, su diseño, emplazamiento y construcción del relleno se planean conforme a los siguientes criterios y especificaciones de la norma: **5.1:** la categoría de relleno sanitario será Tipo D, que recibe menos de 10 toneladas de residuos por día.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación con el proyecto
	6.1: En el área de la obra no existen corrientes de agua perennes, ni presas o embalses. **6.1.7** No existen pozos de aprovechamiento de agua subterránea próximos al sitio de la obra. **8.1:** La obra garantizará el cumplimiento del coeficiente de conductividad hidráulica de 1 x 10^{-5} cm/seg. **8.2:** El depósito tendrá una capacidad instalada acorde con una compactación de 300 kg/m^3. **8.3:** La cobertura de los residuos se realizará, al menos, cada semana. **8.4:** El depósito no recibirá residuos peligrosos, éstos son resguardados temporalmente en un almacén especial de la unidad Molango, para ser posteriormente entregados a una empresa autorizada para su transporte, tratamiento y disposición final. **8.6 y 8.6:** el depósito estará totalmente cercado y con control de acceso. Al concluir las operaciones mineras, se implementará el Plan de Cierre y Restauración, que incluye, de manera específica, un programa de clausura del depósito de residuos, apegado a las disposiciones del numeral 9 de la norma.
Transferencia de contaminantes	
NOM-165-SEMARNAT-2013 Establece la lista de sustancias sujetas a reporte de competencia federal, para el registro de emisiones y transferencia de contaminantes.	La norma es de observancia obligatoria para los responsables de fuentes fijas de jurisdicción federal, cuando emitan o transfieran las sustancias enlistadas, en cantidades mayores o iguales a los umbrales que establece. Las unidades Molango y Nonoalco, si bien son fuentes fijas de jurisdicción federal, no generan en sus procesos ninguna de las sustancias sujetas a reporte. Por tanto, **la Norma no es aplicable al proyecto.**

III.7. Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental específicas para minería

El proyecto es regulado por una norma oficial mexicana expedida específicamente para actividades mineras: la relativa a los planes de manejo de residuos mineros (NOM-157-SEMARNAT-2009). En la Tabla RE.28 se expone el cumplimiento del proyecto a dicha norma.

Tabla RE. 28. Cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-157-SEMARNAT-2009

NOM-157-SEMARNAT-2009	
5. Especificaciones	**Cumplimiento del proyecto**
5.1 Clasificación de los residuos mineros	
5.1.1 Residuo proveniente del minado	
5.1.1.2 Tepetates	Durante la explotación del yacimiento, por minado superficial y subterráneo, se genera tepetate o material estéril, sin valores, que es depositado en tepetateras y utilizado como relleno de la mina subterránea.
5.1.2 Residuos provenientes del beneficio de minerales	
5.1.2.1 Residuos de la concentración de minerales 5.1.2.1.1 Residuos del beneficio físico b) Jales de la concentración gravimétrica.	La producción de manganeso en diversos grados se realiza por concentración y separación gravimétrica, generando jales que se almacenan en depósitos para su posterior re-procesamiento.
5.1.2.2 Residuos de procesos pirometalúrgicos i) Polvos de hornos.	Durante el proceso de concentración del manganeso se generan polvos que son extraídos mediante casas de sacos, para posteriormente ser depositados.
5.2 Propósitos de los planes de manejo	
5.2.1. Definir y aplicar las medidas necesarias que aseguren el manejo integral de los residuos mineros, de conformidad con lo establecido en	La empresa preparó y presentó a la autoridad los Planes de Manejo de Residuos Minero Metalúrgicos en total apego a

NOM-157-SEMARNAT-2009	
5. Especificaciones	**Cumplimiento del proyecto**
el numeral 5.3.2, considerando aspectos administrativos, económicos, tecnológicos, sociales y de índole ambiental.	las disposiciones de esta Norma. Los planes están autorizados los siguientes números de registro: • Registro No. 13-PMM-I-0037-2010 relativo a los jales generados en la planta concentradora de la unidad Nonoalco **(Anexo II.12)**. • Registro No. 13-PMM-I.0038-2010 relativo a los polvos generados en al proceso de nodulación de la unidad Molango **(Anexo II.12)**.
5.2.2 Establecer las modalidades de manejo que respondan a las particularidades de los residuos y de los materiales que los constituyan, como es el caso de los residuos generados por la industria minera.	Los Plane de Manejo de Residuos Mineros de las unidades Nonoalco y Molango corresponden a la modalidad: privado, individual y local
5.2.3 Alentar la innovación de procesos, métodos y tecnologías, para lograr un manejo integral.	Compañía Minera Autlán promueve la innovación de procesos con el propósito de mejorar procedimientos y tecnología para un mejor manejo de los residuos. En este rubro se encuentra el proyecto para el re-procesamiento de los jales que han sido depositados en la unidad Nonoalco.
5.3 Elementos y procedimientos a considerar al formular planes de manejo de los residuos mineros	
5.3.1 Contenido de los planes de manejo de residuos mineros.	Los Planes de Manejo de Residuos Minero Metalúrgicos autorizados consideraron los elementos y procedimientos señalados en la norma respecto del contenido, los procesos de manejo integral, y los mecanismos de evaluación y mejora. Cualquier modificación de los procesos de manejo será informada a la autoridad y el plan será actualizado.
5.3.2 Manejo integral de los residuos	
5.3.3 Mecanismos de evaluación y mejora	
5.3.4 Actualización del plan de manejo	
5.4 Caracterización de los residuos	
5.4.1 Muestreo para determinar la peligrosidad de los residuos	
Antes del inicio de operaciones o cuando se modifiquen procesos, de las pruebas metalúrgicas realizadas.	Se realizaron pruebas de caracterización del tepetate, jales y polvos del horno, en la actual etapa operativa del proyecto.
Durante la operación de las corrientes donde se generen los residuos o directamente de los depósitos de residuos.	
5.4.1.2 El método empleado en el laboratorio debe simular el proceso de tratamiento y/o fundición o refinación que se realizará durante la operación.	Las pruebas fueron realizadas en muestras directas de los residuos, ya que el proyecto se encuentra en su etapa operativa.
5.4.1.3 En la etapa de operación se hará un compósito anual durante la vida útil del proyecto que sea representativo de las características del residuo.	
5.4.2 Caracterización del residuo	
5.4.2.1 En el residuo, se determinará, según sea el caso: a) Las concentraciones totales (base seca) de los elementos incluidos en el Cuadro 2: antimonio, arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo, mercurio, plata, plomo y selenio. b) La movilidad de los metales y metaloides presentes en el residuo, conforme a la determinación de las concentraciones totales, con base en los métodos de prueba aplicables (de acuerdo con la granulometría). c) El potencial de generación de drenaje ácido. d) El pH de la disolución del residuo en agua.	Se han realizado las pruebas indicadas de acuerdo con lo que indica este numeral. Los resultados indican que ninguno de los tres tipos de residuos clasifica como residuo peligroso, ya que: ▪ Las concentraciones totales (base seca) de los elementos que indica la norma no superan los límites máximos permisibles. ▪ Las pruebas de movilidades de los metales lixiviables estuvieron por abajo del máximo permisible. ▪ El ph se encontró en los rangos normados. ▪ El PN/PA indica que no son generadores de ácido.
5.4.2.2 Las determinaciones que deberán realizarse dependen de la etapa del proceso minero en la que se genere el residuo, conforme al Cuadro 1.	Las pruebas que se han realizado son: concentraciones totales, potencial de generación de drenaje ácido y movilidad de metales.

NOM-157-SEMARNAT-2009	
5. Especificaciones	**Cumplimiento del proyecto**
5.4.2.3 Determinación de las concentraciones totales (base seca).	
5.4.2.4 Pruebas de Movilidad.	
5.4.2.4.2 Se deberá seleccionar una de las siguientes pruebas de extracción de los constituyentes tóxicos: a) Lixiviación con agua en equilibrio con CO_2 (H_2O a pH = 5.50 ajustado con burbujeo de CO_2) (Anexo Normativo 5 fracción I, NOM-141-SEMARNAT-2003). b) Procedimiento de movilidad con agua meteórica (MWMP) (Anexo Normativo 2). c) Lixiviación de precipitación sintética con mezcla H_2SO_4/HNO_3 (Anexo Normativo 1).	Se ha utilizado la prueba de movilidad con agua meteórica (MWMP).
5.4.2.4.3 Cuando la concentración en el extracto de uno o varios de los elementos listados en el Cuadro 2, sea superior a los límites permisibles PECT señalados en el mismo, se concluye que el residuo representado por la muestra es peligroso por la toxicidad asociada con la movilidad del elemento en cuestión.	En todas las pruebas de toxicidad realizadas el extracto no ha resultado superior a los límites del PECT.
5.4.2.5 Pruebas para determinar el pH.	Se han realizado las pruebas para determinar el pH.
5.4.2.6 Pruebas para determinar el potencial de generación de drenaje ácido.	Se han realizado las pruebas de potencial de generación de drenaje ácido. Los resultados de la razón PN/PA (potencial de neutralización/potencial de acidez) indican si se considera o no un residuo generador de drenaje ácido (cuando sea ≤ 3) y no generador de drenaje ácido cuando el resultado es ≥ 3. De acuerdo con los resultados de estas pruebas, ninguno de los residuos es generador de ácido.
5.4.2.6.1 En los residuos de los procesos de minado y tratamiento de minerales, el potencial de generación de drenaje ácido se determina aplicando la prueba modificada de balance ácido-base (ABA por sus siglas en inglés).	
5.4.2.6.2 Para determinar si el residuo es generador potencial de drenaje ácido, se debe de aplicar la prueba ABA establecida en los Anexos Normativos 1 y 5 (II) de la NOM-141-SEMARNAT-2003 y sujetarse a los límites establecidos en el Cuadro 3.	
5.4.2.7 Debe tenerse la información de los procedimientos para la caracterización de los residuos, cuándo se fueron generando, además de los procedimientos para estabilizar todos los residuos de procesos.	La documentación de todas las pruebas de caracterización de los residuos se encuentra disponible.
5.5 Criterios generales para la valorización de residuos	
5.5.1 El aprovechamiento o valorización de los residuos, debe sujetarse al principio de eficiencia ambiental y desarrollarse de conformidad con las disposiciones legales en materia de impacto ambiental, riesgo, prevención de la contaminación del agua, aire y suelo y otras, que resulten aplicables.	En la gestión de los residuos se aplica el principio de eficiencia ambiental. Los residuos se valorizan y se reintegran a la cadena de producción.
5.5.2 Los procesos empleados para la valorización o el aprovechamiento no deben liberar contaminantes al ambiente ni constituir un riesgo para la salud, y habrán de promover el ahorro de energía y de materias primas.	Ninguno de los procesos de manejo de los residuos libera contaminantes al ambiente.
5.5.3 En el caso de aprovechamiento o valorización de los residuos en la fuente que los generó, el plan de manejo deberá indicar: 5.5.3.1 Para reutilización: las características técnicas del material o residuo a reutilizar, los procesos productivos en los cuales serán utilizados, su capacidad anual de reutilización y su balance de materia. 5.5.3.2 Para reciclaje o co-procesamiento: los procedimientos, métodos o técnicas de reciclaje o co-procesamiento que se proponen, detallando todas sus etapas; las cargas de residuos peligrosos, emisiones, efluentes y generación de otros residuos, así como los parámetros de control de proceso. 5.5.3.3 Para aprovechamiento energético: el balance de energía, el poder calorífico del residuo y el proceso al cual será incorporado.	Los polvos de hornos son considerados subproductos con valor y los jales se sujetarán a re-procesamiento.

NOM-157-SEMARNAT-2009	
5. Especificaciones	**Cumplimiento del proyecto**
5.6 Criterios para el almacenamiento y disposición final de residuos	
5.6.1 Se deben identificar los elementos del ambiente presentes en el sitio en que se depositarán los residuos, aquéllos que sean susceptibles de afectación por los impactos generados por la disposición de residuos, así como la capacidad del entorno para atenuar dichos impactos, conforme al estudio de la caracterización del sitio del numeral 5.3 de la NOM-141-SEMARNAT-2003.	La NOM-141-SEMARNAT-2003, relativa a presas de jales, no es aplicable al proyecto, ya que los depósitos de jales existentes son estructuras rústicas de gran antigüedad. Los jales consisten principalmente de roca gruesa o fina que fue descartada de los procesos de selección. Sus dimensiones mucho menores que la del tepetate, llegando incluso a ser muy fino; y poseen humedad, que se pierde por evaporación. Actualmente se observa en ellos el crecimiento de plantas. Para las tepetateras existentes y la nueva que se proyecta se realizaron evaluaciones geotécnicas y ambientales que permitieron determinar los mejores sitios de emplazamiento. Actualmente los polvos de hornos son depositados en apilamientos temporales para su revalorización. El antiguo depósito se encuentra en etapa de cierre y ha sido revegetado. Las evaluaciones y autorizaciones de impacto ambiental con que cuentan distintas áreas del proyecto, identificaron y valoraron los efectos potenciales de la disposición de residuos mineros en las tepetateras, y se establecieron medidas ambientales para su prevención, mitigación y control, que actualmente se implementan. Con esta MIA-R que se presenta, se espera obtener la autorización de impacto ambiental para una nueva tepetatera.
5.6.2 Durante el proyecto, construcción, operación y cierre de los depósitos de almacenamiento y disposición final de residuos, se deberán contar con las especificaciones de ingeniería y mantenimiento que aseguren su estabilidad física.	La conformación de las tepetateras operativas y la nueva que se pretende, se sustenta en especificaciones de ingeniería y mantenimiento que aseguren su estabilidad física.
5.6.2.1 En el caso de los terreros, tepetateras y demás depósitos de residuos mineros no sujetos a una Norma Oficial Mexicana específica, se deben establecer medidas de control para: a) Evitar procesos de erosión eólica e hídrica, así como los arrastres mecánicos. b) Impedir la dispersión en el ambiente de drenaje ácido, lixiviados y escurrimientos, en su caso.	En las tepetateras de la unidad Naopa se aplican medidas y acciones que previene la erosión y arrastres mecánicos. Asimismo, se dispone de obras hidráulicas que aseguran la estabilidad de los depósitos y evitan la contaminación de los escurrimientos con sedimentos del tajo.
5.6.2.2 Para los depósitos de residuos provenientes de procesos pirometalúrgicos e hidrometalúrgicos, se debe cumplir además de lo establecido en el numeral 5.6.2.1, con lo siguiente: a) Depositar únicamente residuos sólidos de naturaleza inorgánica y compatibles entre sí. b) Asegurar el aislamiento adecuado del depósito para impedir el contacto de los residuos con cuerpos de agua, así como para evitar su transporte por viento o arrastres. c) Contar con un sistema de captación y canalización del agua pluvial, acorde a las condiciones climáticas locales.	Los polvos generados en los hornos del proceso de concentración son revalorizados, por lo que su depósito constituye un almacenamiento temporal.
5.6.3 Durante las etapas de operación y post-operación, en todo depósito se deberá monitorear los cuerpos de agua vulnerables.	El proyecto mantiene un programa de monitoreo de la calidad del agua superficial y subterránea en sus tres unidades, que se continuará hasta la etapa de cierre.
5.6.4 Se deberá proceder a la restauración forestal de las zonas de los depósitos que vayan quedando fuera de operación, con especies endémicas del sitio, en el caso de que sea factible, en virtud de la cantidad recuperable del suelo originalmente existente en el sitio, y/o	El proyecto cuenta con una estrategia de Cierre y Restauración Ambiental que considera la revegetación progresiva de la tepetatera.

NOM-157-SEMARNAT-2009	
5. Especificaciones	**Cumplimiento del proyecto**
las cualidades de los residuos para que directamente sobre ellos se desarrolle dicha vegetación.	

Respecto de la **Norma Oficial Mexicana NOM-120-SEMARNAT-2020**, que establece las especificaciones de protección ambiental para las actividades de exploración minera directa, en zonas agrícolas, ganaderas o eriales y en zonas con climas secos y templados en donde se desarrolle vegetación de matorral xerófilo, bosque tropical caducifolio, bosques de coníferas o encinos, podría ser aplicable a ciertas superficies de los polígonos de interés de exploración, en donde el uso del suelo corresponda a zonas agrícolas o ganadera; sin embargo, el clima de la región y el tipo de vegetación predominante (Bosque Mesófilo de Montaña), suponen la exclusión de la aplicabilidad de la norma.

Otro factor importante para considerar que las actividades de exploración del proyecto no son elegibles para la aplicación de la norma, es el hecho de que el programa previsto, además de extenso en superficie, está planificado de manera integral, de manera que no se estima pertinente fraccionarlo en áreas en las que sí pueda ser aplicable la norma, siendo preferible la evaluación de impacto de manera integral como parte de este proyecto.

De cualquier modo, las disposiciones de protección ambiental contenidas en la norma, serán observadas en su totalidad como acciones adecuadas para garantizar el mínimo impacto de las actividades de exploración.

III.7.3. Normas Oficiales Mexicanas de referencia

Las normas oficiales mexicanas de referencia que son observadas por el proyecto son: NOM-127-SSA1-201 y NOM-003-SEMARNAT-1997, en materia de calidad del agua (salud humana); NOM-021-SSA1-2021, NOM-022-SSA1-2019, NOM-023-SSA1-2021, NOM-025-SSA1-2021 y NOM-026-SSA1-2021, en materia de calidad del aire (salud humana); y NOM-059-SEMARNAT-2010 en materia de protección de flora y fauna silvestre.

Otras normas oficiales mexicanas que se observan en las operaciones de las tres unidades son las relacionadas con la seguridad y ambiente laboral: NOM-002-STPS-2010, NOM-010-STPS-2014, NOM-017-STPS-2008, NOM-018-STPS-2015, NOM-023-STPS-2012 y NOM-026-STPS-2008.

III.8. Instrumentos Sectoriales

Tanto el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (PND), como el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024 (PROMARNAT), y el Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024 estuvieron vigentes hasta el 30 de septiembre de 2024.

No obstante, el proyecto presentado en esta MIA-R es compatible con las estrategias y prioridades postuladas en el PND, ya que contribuye a la reactivación económica nacional en un marco de respeto al medio ambiente, promoviendo la integración social y cultural de las comunidades y sujetándose a todas las regulaciones que establece el marco jurídico para lograr un desarrollo sustentable.

Respecto del PROMARNAT, las actividades de la **Compañía Minera Autlán** se han desarrollado en congruencia con las acciones postuladas en este programa, en razón de que:

i. Las operaciones de las unidades Molango, Naopa y Nonoalco están reguladas y vigiladas por la autoridad ambiental.

ii. Las actividades que se desarrollan no causan la fragmentación de los ecosistemas, ni efectos adversos en la biodiversidad.

iii. El proyecto que se propone se sujetará a los instrumentos normativos para la reducción de emisiones gases y compuestos de efecto invernadero.

iv. Las instalaciones operan bajo altos estándares de desempeño ambiental, con base en información de calidad, suficiente, constante y transparente, para prevenir la contaminación y evitar la degradación ambiental.

v. El desarrollo del proyecto se enmarca en el cumplimiento irrestricto del marco regulatorio en materia ambiental, de sus instrumentos y de las disposiciones normativas establecidas.

vi. El proyecto se sujeta a estrictos programas de supervisión y vigilancia ambiental, así como de seguridad industrial y prevención de accidentes, que aseguran la conservación del ambiente y la integridad de las personas y de las instalaciones.

vii. Las operaciones del proyecto se realizan con estrictos controles y supervisión, que permitan prevenir la contaminación de cuerpos de agua.

En cuanto al Programa Especial de Cambio Climático y en armonía con los objetivos de la Estrategia Nacional de Cambio Climático, el proyecto se sujeta al reporte de sus emisiones, conforme lo dicta la autoridad, y, asimismo, adopta el compromiso de reducir en lo máximo posible sus emisiones.

III.8.1. Estrategia Nacional de Cambio Climático

El proyecto presentado se alinea con los objetivos, metas y líneas de acción establecidas en la Estrategia Nacional de Cambio Climático para la mitigación y adaptación al cambio climático en México.

Algunos de los indicadores del desempeño ambiental de Compañía Minera Autlán en las unidades de Molango, Naopa y Nonoalco, que dan cuenta de ello, se indican en la Tabla RE.29.

Tabla RE. 29. Indicadores de desempeño ambiental de Compañía Minera Autlán

Categoría	Indicador
Gestión del Agua	Plantas de tratamiento operativas: 6 (Molango: 3, Naopa: 2, Nonoalco: 1)
	Porcentaje de agua tratada reutilizada: +24 % respecto a 2021
	Incremento en agua reciclada: +18.5 % en 2023
	Reducción en el consumo total de agua: 5 % en 2023
	Cero descargas industriales en procesos de beneficio
	Concesiones vigentes de CONAGUA para uso y descarga
Residuos y Manejo de Materiales	Manejo de residuos peligrosos conforme a plan autorizado
	Reprocesamiento de jales en Nonoalco
	Disposición de estériles en tepetateras conforme a la normatividad
	Disposición de residuos de nodulización en planta externa (Tamos, Veracruz)
	Planes de cierre y restauración ambiental vigentes
Calidad del Aire y Emisiones	Instalación de colectores de polvos en Molango y Nonoalco
	Monitoreo trimestral de PM2.5 y PM10 según NOM-025-SSA1-2021
	Cumplimiento de límites permisibles de emisiones (último resultado: septiembre 2023)
	Presentación anual de la Cédula de Operación Anual (COA)
Energía y Cambio Climático	Estimación y reporte de emisiones GEI en el Registro Nacional de Emisiones (RENE)
	Cumplimiento de la Ley General de Cambio Climático y su reglamento
Biodiversidad y Restauración	8 especies de flora y 16 de fauna en riesgo identificadas
	Restauración de 5.9 ha al año 2023
	Conservación de 87.86 ha reforestadas con 90 % de supervivencia
	Conservación de 2,584.5 ha en convenio con CONAFOR
	Producción anual de 100,000 plantas en 4 viveros
	Donación de 75,789 plantas para reforestación
Suelo y Uso de Territorio	Autorizaciones vigentes de cambio de uso de suelo forestal (7 oficios)
	Aplicación de programas de reforestación, conservación, revegetación y restauración
	Conservación del suelo mediante almacenamiento y uso de residuos vegetales
Cumplimiento Normativo	Presentación de COA y cumplimiento de normatividad federal
	Dictamen de SEMARNAT: horno giratorio de Molango no es Actividad Altamente Riesgosa
	Almacenamiento de diésel por debajo del umbral normativo para Actividad Altamente Riesgosa

Categoría	Indicador
	Permisos de explosivos vigentes (4917-Hgo y 61-Hgo)
	Autorizaciones en materia de impacto ambiental vigentes en Molango (Acuatitla) y Naopa

III.8.1.1. Análisis de vulnerabilidad y adaptación del proyecto al cambio climático

Compañía Minera Autlán ha implementado en sus operaciones diversas medidas de mitigación y adaptación al cambio climático, entre las que destacan las siguientes:

1) Creación y mantenimiento de viveros, así como plantación en la región y donación de árboles de especies nativas.
2) Desarrollo de controles operativos para aumentar la reutilización del volumen de agua.
3) En la Unidad Nonoalco se adquirió un filtro prensa para recuperar agua a través de la filtración de lodos por presión.
4) Implementación de mejoras de eficiencia energética para consumir menos combustibles y energía eléctrica dentro de las operaciones.
5) Construcción de obras hidráulicas para el control de los escurrimientos de agua superficial.
6) Obras para el control de la erosión y mejoramiento del suelo.
7) Reforestación.
8) Utilización de equipos con mayor eficiencia energética.
9) Diseños bioclimáticos de las instalaciones.
10) Tratamiento y reutilización del agua residual.
11) Uso eficiente del agua.
12) Construir relaciones con las comunidades locales para comunicar las acciones de adaptación, riesgos potenciales y sistemas de alerta temprana.

III.9. Acuerdos y tratados internacionales

Ninguno de los tratados o acuerdos internacionales suscritos por el Gobierno Mexicano se correlaciona con las actividades del proyecto.

III.10. Factibilidad jurídica del proyecto

La factibilidad jurídica de un proyecto de desarrollo está directamente relacionada con el cumplimiento que éste dé a todas las normativas y regulaciones que le son aplicables en el contexto en que se desarrollará.

En el caso particular del proyecto **Distrito Minero Autlán,** al constituir la integración de instalaciones mineras existentes, unas previas a la LGEEPA, y otras ya autorizadas en materia de impacto ambiental, que supone la incorporación de nuevas áreas y actividades, la factibilidad jurídica está determinada por licitud de estas últimas.

A partir del análisis expuesto en los apartados precedentes, es posible establecer que **el proyecto Distrito Minero Autlán es jurídicamente factible**, debido a las siguientes consideraciones:

Respecto del cumplimiento normativo de las obras y actividades existentes:

- Compañía Minera Autlán ostenta los derechos de explotación en los sitios donde se realiza el minado superficial (unidad Naopa) y subterráneo (unidad Molango), en donde, además, posee la propiedad y derechos de uso de la tierra.

- Compañía Minera Autlán ha cumplido con las obligaciones de la Ley de Minería que le son aplicables como titular de las concesiones otorgadas, entre ellas:
    - Las obras y trabajos previstos por la ley se ejecutan en los términos y condiciones que ésta y su reglamento establecen, e informando de ello a la Secretaría.
    - Los derechos sobre minería, contribuciones, aprovechamientos y contraprestaciones aplicables se pagan puntualmente.
    - Las actividades de explotación se han realizado con apego a las disposiciones normativas que las rigen.
    - Las tepetateras operativas y la nueva que se pretende incorporar no inciden en áreas naturales protegidas, humedales, vasos, cauces, zonas federales, zonas de protección u otros bienes nacionales, ni en lugares donde puedan afectar núcleos de población.
    - El proyecto contará con un Plan de Cierre y Restauración integral.
    - La empresa realiza el tratamiento de toda el agua residual que generan las tres unidades, y aprovecha el agua tratada para el control de polvos, el vivero y en el riego de áreas verdes.
- La unidad Naopa cuenta con autorizaciones vigentes en materia de impacto ambiental y la unidad Molango con una. En todos los casos se ha dado y se mantiene el cumplimiento de los términos y condicionantes impuestas.
- Las tres unidades cuentan con Licencia Ambiental Única.
- La empresa ha desarrollado las obras, instalaciones y actividades autorizadas en los términos y condiciones establecidos en sus resoluciones, respetando en todo momento las superficies y actividades autorizadas.
- La compañía ha dado cumplimiento a los términos y condicionantes establecidos en las autorizaciones de impacto ambiental con que cuentan sus instalaciones, así como a las medidas de control, prevención y mitigación de impactos ambientales establecidas.

  Las medidas ambientales forman parte de un Programa de Vigilancia Ambiental, el cual está conformado por múltiples programas específicos, entre los que destacan los siguientes:

  - Programa de Cultura del Agua.
  - Programa de Mantenimiento de Infraestructura, Maquinaria, Equipo y Plantas de Tratamiento.
  - Programa de Reciclaje de Agua.
  - Programa de Riego de Caminos.
  - Programa de Espreado en Áreas de Proceso, Embarque y Desembarque de Mineral.
  - Programa de Manejo de Agua de Laboreo.
  - Programa de Manejo de Agua Pluvial.
  - Programa de Mantenimiento de Maquinaria y Equipo.
  - Programa de Estudios Isocinéticos y de Gases de Combustión.
  - Programa de Operación de Equipos de Medición en Chimenea y Estación.
  - Programa de Mantenimiento de Fuentes Fijas (operación, vigilancia de instalaciones y sistemas de control).
  - Programa de Vigilancia Ambiental Participativa.
  - Programa de Protección de Flora y Fauna.
  - Programa de Rescate de Especies.
  - Programa de Educación Ambiental.
  - Programa de Estabilidad de Taludes.

- Programa de Control de Escorrentías.
- Programa de Manejo de Residuos Peligrosos.
- Programa de Manejo de Residuos de Manejo Especial.
- Programa de Reciclaje de Residuos Sólidos Urbanos.
- Programa de Manejo de Residuos Minero-Metalúrgicos.
- Programa de Mantenimiento de Cortinas en depósitos de jales.
- Programa para Construcción de Terrazas para Estabilización de Depósitos.
- Programa de Reciclaje.
- Programa de Análisis de Riesgos.
- Programa de Atención y Respuesta a Emergencias.
- Programa de Mantenimiento y Vigilancia de depósitos de jales.
- Programa de Inclusión de Áreas que Iniciaron Operaciones Previas a la LGEEPA.
- Programa de Reforestación.
- Programa de Terraplenes.
- Programa de Restauración de Áreas Fuera de Operación.
- Programa de Cierre de Minas.

Dicho cumplimiento puede constatarse en los expedientes integrados por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental, y la Representación de SEMARNAT en Hidalgo.

- En acatamiento de las disposiciones de la LGEEPA en materia flora y fauna silvestre, se han ejecutado acciones ambientales, validadas por la autoridad, con el propósito de prevenir y mitigar efectos adversos en las poblaciones de flora y fauna silvestres de la zona.
- Las disposiciones de la LGEEPA en materia de aprovechamiento sustentable del agua y de la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento, se han cumplido, ya que Compañía Minera Autlán cuenta con los Derechos de Agua y Permisos de Descarga respaldados por seis Títulos de Concesión.
- Para cumplir con las disposiciones de la LGEEPA relativas a la preservación del suelo, la empresa desarrolla acciones específicas de preservación, a través de los siguientes programas:

  - Programa de Manejo de Agua Pluvial.
  - Programa de Mantenimiento de Maquinaria y Equipo.
  - Programa de Estabilidad de Taludes.
  - Programa de Control de Escorrentías.
  - Programas de Manejo de Residuos.
  - Programa de Mantenimiento de Cortinas en depósitos de jales.
  - Programa para Construcción de Terrazas para Estabilización de Depósitos.
  - Programa de Mantenimiento y Vigilancia de depósitos de jales.
  - Programa de Reforestación.
  - Programa de Terraplenes.
  - Programa de Restauración de Áreas Fuera de Operación.

- En cuanto a las disposiciones particulares que la LGEEPA establece para la explotación de los recursos no renovables, Compañía Minera Autlán ha dado cumplimiento a la Normas Oficiales Mexicanas NOM-157-SEMARNAT-2009 (planes de manejo de residuos mineros metalúrgicos).
- En cumplimiento de las disposiciones de la LGEEPA y de su reglamento en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera, la empresa ha instalado equipos de control de alta eficiencia. Además, realiza el monitoreo regular y medición de sus emisiones, las registra y las reporta a la autoridad a través de las Cédulas de Operación Anual (COA) de las tres unidades.
- Para cumplir con las disposiciones de la LGEEPA relativas a la prevención y control de la contaminación, y el manejo de materiales y residuos peligrosos, así como las establecidas por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento, la unidad minera sujeta los residuos mineros, peligrosos y de manejo especial que genera a los planes de manejo respectivos.
- Compañía Minera Autlán se encuentra registrada ante SEMARNAT como Generador de Residuos Peligrosos y reporta y actualiza el volumen anual de residuos peligrosos que genera cada una de sus unidades, a través de la Licencias Ambientales Únicas correspondientes. Además, cuenta con el Registro y la Autorización del Programa de Manejo de Residuos Peligrosos y de dos Programas de Manejo de Residuos Mineros. Metalúrgicos
- En cumplimiento de la Ley General de Cambio Climático y su reglamento en materia del Registro Nacional de Emisiones, la empresa identifica sus emisiones directas e indirectas de GEI, las calcula y reporta anualmente a la Secretaría a través de las Cédulas de Operación Anual.
- Respecto de las disposiciones de la LGEEPA relacionadas con el desarrollo de actividades altamente riesgosas, ninguna de las unidades maneja sustancias descritas en los listados que norman esta materia. Además, la autoridad ha determinado que la cantidad de gas natural que maneja la estación de recepción y la red interna de distribución, no presentan características de volumen y dimensiones para ser consideradas actividades altamente riesgosas. Asimismo, el almacenamiento de combustible no supera el volumen requerido para tratarse como actividad altamente riesgosa.
- En cumplimiento a la Ley Federal de Protección del Patrimonio Cultural de los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas, debido a su antigüedad y política de desarrollo social, Compañía Minera Autlán tiene reconocimiento y aceptación por las comunidades de la región.
- En cuanto al cumplimiento de la Ley Federal de Amas de Fuego y Explosivos, Compañía Minera Autlán cuenta con los Permisos Generales de Explosivos No. 4917-Hgo y 61-Hgo, que autorizan el almacenamiento y uso de Nitrato de Amonio y artificios.
- Como se muestra en el Apartado III.7, el desarrollo del proyecto se ha realizado con estricto apego a las normas oficiales mexicanas en materia ambiental que le son aplicables, tanto de manera general (NOM-001-SEMARNAT-2021, NOM-043-SEMARNAT-1993, NOM-085-SEMARNAT-2011, NOM-080-SEMARNAT-1994, NOM-081-SEMARNAT-1994, NOM-052-SEMARNAT-2005, NOM-053-SEMARNAT-1993, NOM-054-SEMARNAT-1993, NOM-161-SEMARNAT-2011 y NOM-083-SEMARNAT-2003. Adicionalmente a las anteriores, se cumple con la NOM-157-SEMARNAT-2009, que regula específicamente el manejo de residuos mineros.
- Adicionalmente, se han observado las disposiciones de diversas normas oficiales de referencia que, sin ser vinculantes con las actividades del proyecto, se han considerado en la ejecución de los estudios de caracterización ambiental y programas de monitoreo (NOM-127-SSA1-2021, NOM-003-SEMARNAT-1997, C-CCA-001/89, NOM-021-SSA1-2021, NOM-022-SSA1-2019, NOM-023-SSA1-2021, NOM-025-SSA1-2021, NOM-026-SSA1-2021 y NOM-059-SEMARNAT-2010).
- Otras normas oficiales observadas en la unidad minera, son las relacionadas con la seguridad y ambiente laboral (NOM-002-STPS-2010, NOM-010-STPS-2014, NOM-017-STPS-2008, NOM-018-STPS-2015, NOM-023-STPS-2012 y NOM-026-STPS-2008, entre las más importantes).

- En el ámbito estatal, Compañía Minera Autlán ha dado cumplimiento a las disposiciones de la Ley de Residuos Sólidos para el estado de Zacatecas y su reglamento, registrando el Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del estado.
- En el ámbito municipal, se cuenta con las Licencias de Uso de Suelo de las tres unidades, otorgadas por los municipios de Lolotla, Tepehuacán de Guerrero, Tlanchinol, Molango y Xochicoatlán.

Respecto del emplazamiento del proyecto:

- El proyecto no incursiona en ningún Área Natural Protegida de carácter federal, estatal o municipal.
- Las obras y actividades no contravienen ninguna de las políticas ambientales y estrategias que establece el POEGT para las dos unidades ambientales en donde se sitúa el proyecto:
  - Ambas unidades ambientales tienen una política ambiental de Restauración y Aprovechamiento Sustentable la UAB-117, y de Aprovechamiento Sustentable la UAB-30, con las cuales es compatible el proyecto.
  - Las unidades tienen nula (UAB-117) y media presencia (UAB-40) de áreas naturales protegida. El ANP más próxima al proyecto es la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, en la que no incursionan las operaciones.
  - En ambas unidades el porcentaje de zonas urbanas es muy bajo y la densidad de población es muy baja, y la marginación social es alta.
  - En ambas unidades la importancia de la actividad minera es alta y en la UAB-117 se constituye también como uno de los ejes coadyuvante de desarrollo.
  - Las actividades del proyecto se encuentran ampliamente reguladas en materia ambiental, e incorpora planes, programas y medidas de protección ambiental.
  - Como parte de las evaluaciones de impacto ambiental previas a componentes del proyecto, se identificaron y valoraron los posibles efectos adversos de las actividades sobre los ecosistemas y, en consecuencia, se propusieron medidas para su prevención y mitigación. Las medidas fueron validadas por la autoridad en las autorizaciones de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo otorgadas, y han sido ejecutadas por la empresa. Además, en esta MIA-R se proponen medidas de mitigación adecuadas y suficientes, para los impactos ambientales de las nuevas actividades que se proponen.
  - Como parte de los estudios realizados para obtener la autorización de cambio de uso de suelo de algunos componentes del proyecto, se realizó el análisis y la valoración de los servicios ambientales del área. Con base en dicha valoración, se propusieron medidas, que han sido ejecutadas, encaminadas a reducir, mitigar, atenuar o, en su caso, eliminar los efectos adversos de las actividades y obras mineras sobre los servicios ambientales del sitio. Con el estudio realizado para solicitar el cambio de uso de suelo de terrenos forestales de la nueva obra del proyecto, se proponen también medidas de mitigación adicionales.
  - Aunque el proyecto integra tres unidades mineras, ocupa la superficie mínima suficiente para desarrollar sus operaciones de manera segura. La remoción de vegetación se ha ajustado a la superficie previamente autorizada para el cambio de uso de suelo de terrenos forestales.
  - Antes de la preparación del sitio para la conformación de la nueva área de depósito de tepetate, se ejecutarán labores de recuperación de individuos de especies en riesgo. Los individuos de fauna recuperados se relocalizarán en sitios sin afectación y los de flora se conservarán en el vivero de la empresa.
  - La empresa realiza el monitoreo permanente de la calidad del agua de sus procesos, descargas y varios sitios en las inmediaciones de sus operaciones.
  - Como parte de su modelo de gestión ambiental, Compañía Minera Autlán desarrolla un Plan de Manejo Ambiental en sus instalaciones, el cual agrupa numerosos programas orientados al cuidado del medio ambiente. Entre ellos destacan los siguientes:

- Programa de Cultura del Agua.
- Programa de Reciclaje de Agua.
- Programa de Manejo de Agua Pluvial.
- Programa de Control de Escorrentías.
- Programa de Protección de Flora y Fauna.
- Programa de Rescate de Especies.
- Programa de Reforestación.
- Programa de Vigilancia Ambiental.
- Programa de Vigilancia Ambiental Participativa.
- Programa de Monitoreo de la Calidad del Aire.
- Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua.
- La empresa opera con una política de responsabilidad social corporativa e implementa múltiples programas sociales encaminados al desarrollo e inclusión social, y el desarrollo de capacidades en las comunidades vecinas.
- Al concluir la vida útil de las operaciones, se desarrollará un Plan de Cierre y Restauración orientado a la recuperación de la vegetación nativa y la vocación del suelo.

- Con respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Hidalgo, el análisis expuesto permite concluir que la ejecución de las nuevas obras y actividades del proyecto no contravienen las políticas, lineamientos y criterios ecológicos que establece este instrumento en las unidades de gestión ambiental en donde tiene incidencia. Los usos del suelo correspondientes son compatibles condicionados.
- En las demarcaciones municipales de incidencia no existen programas de ordenamiento ecológico y territorial que definan usos del suelo. Las unidades Molango y Nonoalco cuentan con Licencias de Uso del Suelo emitidas por las autoridades municipales en el año 1993.

Respecto de las nuevas obras y actividades por desarrollar:

- El Proyecto **Distrito Minero Autlán** que se somete a consideración de la autoridad ambiental a través de esta MIA-R, tiene el propósito de integrar en una sola resolución de impacto ambiental la gestión ambiental de las tres unidades que lo componen, incluyendo a aquéllas que operan desde antes de la promulgación de la LGEEPA, al mismo tiempo que se solicita la autorización para el desarrollo de nuevas obras y actividades.
- Las nuevas obras y actividades planteadas tienen el propósito de:
  - Mejorar la producción de la unidad Naopa, con la integración de una nueva tepetatera para el depósito de material estéril, que permitirá continuar con las operaciones de minado a cielo abierto.
  - Disponer de un sitio para el confinamiento seguro y controlado de los residuos sólidos urbanos.
  - Generar información geológica relevante sobre las reservas disponibles en el yacimiento de manganeso y ampliar el conocimiento del Distrito Manganesífero de Molango.
  - Integrar nuevas áreas verdes de conservación en el entorno de las tres unidades.
- Todos los polígonos de las nuevas áreas y obras se encuentran en terrenos donde la empresa es propietaria o cuenta con los derechos de uso de la tierra. Además, en su mayor parte, inciden en superficies inmersas en áreas que tuvieron uso minero o agropecuario en el pasado.
- La conformación de la nueva tepetatera requerirá el desmonte de en 37.9590 ha de superficie forestal, adicional a la ya autorizada, por lo que además de la autorización de impacto y riesgo ambiental, se tramitará la correspondiente en materia de cambio de uso de suelo de terrenos forestales.

- Los requerimientos de agua para las operaciones no se incrementarán.
- No se modificarán los procesos de beneficio.
- La evaluación de los impactos ambientales asociados con las nuevas obras y actividades indica que no se generarán impactos diferentes de los que ya han sido evaluados por la autoridad para las unidades Naopa y Molango.
- La empresa dará continuidad a las medidas de prevención, mitigación y control de impactos ambientales que actualmente se ejecutan, así como a los programas específicos que integran el Programa de Vigilancia Ambiental. Asimismo, se continuará dando estricto cumplimiento al marco regulatorio y las normas oficiales mexicanas de protección ambiental, aplicables a la naturaleza del proyecto.
- Las instalaciones de las tres unidades operan bajo altos estándares de desempeño ambiental, con base en información de calidad, suficiente, constante y transparente, para prevenir la contaminación y evitar la degradación ambiental.
- Las operaciones continuarán desarrollándose bajo estrictos programas de supervisión y vigilancia ambiental, así como de seguridad industrial y prevención de accidentes, que aseguran la conservación del ambiente y la integridad de las personas y de las instalaciones.
- El proyecto propuesto no contraviene la normatividad jurídica y de planeación ambiental vigente que le es aplicable por su naturaleza y emplazamiento; y tampoco propicia que las especies de la región san declaradas como amenazadas o en peligro de extinción, ni afecta a dichas especies. De ello se desprende que no existen criterios ni disposiciones legales que restrinjan su factibilidad, tal como indica el párrafo segundo y fracción III del artículo 35 de la LGEEPA.

IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región

IV.1. Delimitación y justificación del Sistema Ambiental Regional (SAR)

La delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) permite identificar los cambios ambientales vinculados a la evolución del proyecto "**Distrito Minero Autlán**". El objetivo principal del SAR es proporcionar una línea base del estado del ambiente —su grado de conservación o deterioro— antes del inicio del proyecto, lo que permite identificar y valorar los posibles impactos ambientales, especialmente aquellos de carácter acumulativo y sinérgico.

Dado que el proyecto contempla actividades de exploración y explotación minera bajo criterios de respeto ambiental, la delimitación del SAR se realizó con base en las Unidades de Gestión Ambiental (UGAs) del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo (25 de febrero de 2022). Así, al superponer los polígonos de las tres unidades mineras (Molango, Naopa y Nonoalco) con la estructura de las UGAs, se definió un **SAR con una superficie total de 38,998.68 hectáreas.** Relacionando esta superficie con el predio del proyecto —incluyendo áreas verdes y de exploración—, se identificó que dichas áreas **representan el 25.49 % del total del SAR.** (Figura RE.23).

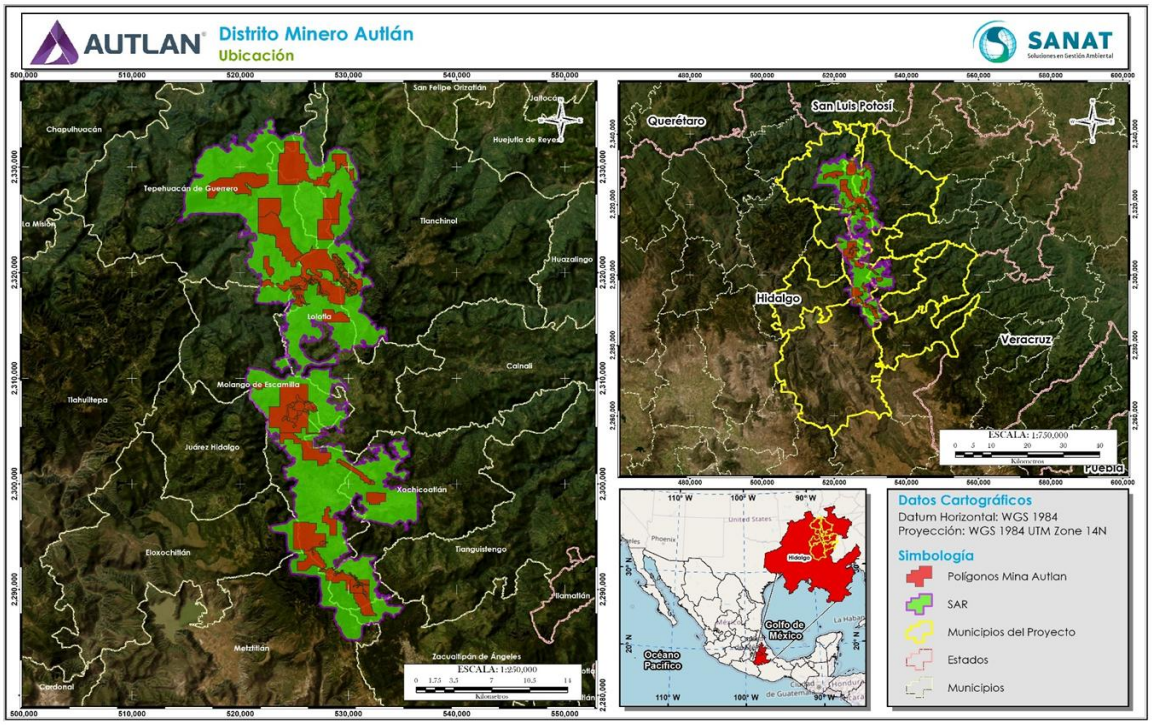


Figura RE. 23. Delimitación del sistema ambiental regional definido para el desarrollo del proyecto tomando como base principal la división territorial del POETEH.

El polígono del SAR quedó dividido en tres áreas, la norte corresponde a la Unidad Minera Molango, la central a la Unidad Minera Naopa y la sur a la Unidad Minera Nonoalco. El área de influencia de la Unidad Minera Molango (área de influencia norte) comprende el 55.06% de la superficie del SAR, la de mayor superficie, seguida del área de la Unidad Minera Naopa (área de influencia centro) con el 24.27% del polígono. (Tabla RE.30).

Tabla RE. 30. Identificación y superficie de las áreas de influencia determinadas para el desarrollo del proyecto.

Área de influencia	Ubicación	Superficie (m^2)	Superficie (ha)	Proporción (%)
U.M Molango	Norte	214,736,018.18	21,473.60	55.06
U.M Naopa	Centro	94,630,604.15	9,463.06	24.27
U.M Nonoalco	Sur	80,620,134.77	8,062.01	20.67
TOTAL		**389'986,757.09**	**38,998.68**	**100.00**

IV.2. Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional

IV.2.1. Regiones de interés ambiental

A partir del polígono delimitado para la conformación del SAR para el proyecto, se realizó una investigación documental cartográfica para determinar si éste se ubicaba en algún sitio que guardara características naturales con algún grado de importancia, como son: Áreas Naturales Protegidas (ANP´s), ya sean de carácter federal, estatal o municipal, humedales de importancia para la Convención Ramsar, áreas de importancia para la conservación de las aves, regiones terrestres prioritarias, regiones hidrológicas prioritarias obteniendo los resultados que se presentan en los siguientes apartados. Esta descripción es solo con el carácter de resaltar la relevancia ambiental del sistema ambiental regional, la vinculación jurídica de las implicaciones del proyecto y los diferentes instrumentos jurídicos y técnicos ambientales aplicables se presenta en el capítulo III de esta MIA-R. El análisis determinó que el SAR no se traslapa con ninguna ANP federal en el estado de Hidalgo. La más cercana es la Reserva de la Biósfera Barranca de Metztitlán, ubicada a aproximadamente 1 km, seguida por la

Reserva de la Biósfera Sierra Gorda, a 23.5 km. Respecto a las ANP estatales, tampoco se identificó coincidencia directa con el SAR; sin embargo, la reserva estatal Finca Tegolome se encuentra dentro de uno de los ocho municipios involucrados, aunque fuera del polígono del SAR, a unos 5 km de distancia. Finalmente, en cuanto a ANP municipales, solo el municipio de Zacualtipán de Ángeles cuenta con una declaratoria: la zona de preservación ecológica Plan Grande, ubicada a unos 6 km en línea recta del límite más cercano del SAR.

IV.2.1.2. Regiones prioritarias

La regionalización con fines ambientales representa una herramienta metodológica básica en la caracterización y planeación ambiental, permitiendo mejorar el conocimiento de los recursos para su manejo adecuado. Con relación a los ejercicios de regionalización llevados a cabo por la CONABIO donde se identifican sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad se identificó que la ubicación del SAR coincide parcialmente con la Región Terrestre Prioritaria (RTP) 102 “Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental”, y totalmente con la Región Hidrológica Prioritaria (RHP) 75 “Confluencia de las Huastecas”. Además, se encontró que el SAR se sobrepone con la poligonal del Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) Tlanchinol-Bosque de Montaña del Noroeste de Hidalgo la cual cuenta con tres categorías Birdlife: Sitio con especies de aves amenazadas (1), sitio con especies de aves endémicas (2) y sitio con aves características de biomas (3).
Como parte del análisis de coincidencia espacial entre el SAR y las regiones prioritarias, se confirmó que el área del proyecto no se sobrepone con ninguna poligonal de los sitios Ramsar en el estado de Hidalgo. El sitio Ramsar más cercano es el número 1337, “Laguna de Metztitlán”, ubicado al sureste del SAR, a aproximadamente 8.2 km de distancia en línea recta.

IV.3. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR.

IV.3.1. Medio abiótico

IV.3.1.1. Clima

IV.3.1.1.1. Clasificación climática

El SAR se ubica en la parte alta de la Meseta Central y forma parte del Eje Neovolcánico, lo que le confiere una diversidad de climas determinada por variaciones estacionales de temperatura y precipitación. De acuerdo con la información del INEGI, tomando en cuenta la clasificación climática de Köppen modificada por Enriqueta García (García, 2004), en el área del SAR delimitado para el desarrollo del proyecto se tienen cuatro diferentes tipos de climas (Figura IV.2). De los cuatro, tres son templados (C) y uno semicálido húmedo del grupo C [(A)C]. De estos cuatro tipos de climas coincidentes en el SAR, el semicálido húmedo del grupo C es el que cubre mayor superficie, encontrándose de la parte centro - sur del SAR hacia el norte, quedando solo tres pequeñas áreas en las que rige otro grupo climático perteneciente al templado húmedo [C(fm)].

La parte centro sur está regida por el clima templado húmedo [C(m)], templado húmedo [C(fm)] y el templado subhúmedo [C(w2)], al suroeste.

Las perturbaciones ciclónicas que se originan entre junio y octubre provenientes principalmente del Atlántico, con menor influencia las del Pacífico, pueden provocar períodos de copiosas y prolongadas lluvias. En esta zona también se presentan incursiones de masas de aire frío procedentes del norte que son más o menos frecuentes en diciembre, enero y febrero, siendo las principales responsables de las temperaturas bajas y muchas veces también de lapsos pasajeros de nubosidad (Calderón et al., 2005).

Además, se utilizaron datos de cuatro estaciones climatológicas instaladas en la región para caracterizar el clima del área de SAR definido de una forma más detallada. De acuerdo con los resultados del análisis a la base de datos de las estaciones meteorológicas, en tres estaciones se tiene coincidencia en que se trata de un clima templado con verano fresco largo, con una temperatura media anual entre 12ºC y 18ºC, la del mes más frío entre -3º y 18ºC y la del mes más caliente entre 6.5ºC y 22ºC. Las dos estaciones de Zacualtipán tienen en común que la precipitación del mes más seco es menor 40 mm y su porcentaje de lluvia invernal es entre el 5 y 10.2% de la precipitación anual. Mientras que, la estación de Tlanchinol se diferencia de estas dos en que la precipitación de su mes más seco es mayor de 40 mm (52.5 mm). La estación de Molango, por cierto, la única que se encuentra dentro de la poligonal del SAR, fue la única que resultó con un clima semicálido del grupo C con temperatura promedio anual superior de 18ºC. Esta estación, de acuerdo con la cartografía del INEGI, se encuentra en el límite entre los climas templado húmedo [C(m)(f)] y el templado subhúmedo [C(w2)].

IV.3.1.1.1.1. Temperaturas máximas, media y mínimas

Las temperaturas máximas promedio mensuales obtenidas van de los 18.8ºC a los 25.7ºC, lo que representa una. La estación C.E.T.A 006 Molango fue la que alcanzó la mayor temperatura máxima promedio anual con 25.7ºC, mientras que, por lo contrario, la estación de Zacualtipán (DGE) fue la que presentó la menor temperatura máxima promedio anual con 18.8ºC.

La variación de la temperatura mínima promedio mensual entre las estaciones meteorológicas analizadas fue de 4.43.8ºC, siendo el valor máximo de 12.0ºC en la estación Tlanchinol (SMN), del municipio de mismo nombre, y el mínimo de 8.2ºC en la estación Zacualtipán (SMN), ubicada en el municipio de Zacualtipán de Ángeles.

La temperatura media mensual varió entre las estaciones de 13.6ºC a 18.5ºC, siendo la estación Zacualtipán (DGE) la que resultó con la menor temperatura mensual y la estación de Molango la de mayor temperatura media.

IV.3.1.1.1.2. Evaporación

De las cuatro estaciones meteorológicas analizadas, la estación Zacualtipán (DGE) no tiene registro de esta variable. En las tres estaciones meteorológicas que sí muestran los resultados de esta variable, los valores obtenidos presentaron valores de 871.0 mm, en la de Molango, 891.6 mm en la de Tlanchinol y 1,114.4 mm en la de Zacualtipán (SMN), con un valor promedio anual de 959.0 mm.

IV.3.1.1.2. Precipitación

En el SAR del proyecto las precipitaciones que se tienen corresponden a los tipos orográficas y convectivas. En el análisis realizado en las estaciones meteorológicas, la precipitación promedio anual resultó ser de 1,639.9 mm, con una máxima y mínima de 762.72,235.1 y 1,287.2 mm anuales, respectivamente. En la estación meteorológica Tlanchinol (SMN) fue la registró la mayor precipitación y la estación Zacualtipán (DGE) la menor, muy similar a la registrada en la estación Zacualtipán (SMN) con 1,403.0 mm de precipitación anual.

Las lluvias tienen un comportamiento estacional, cayendo entre el 73.86 y el 77.65% de su volumen total anual de agua entre los meses de junio a octubre. Septiembre resulta ser el mes con mayor precipitación durante el año, pues se tienen precipitaciones que representan entre el 19.60% y el 23.10% del volumen total anual. Por otro lado, febrero es el mes con menor precipitación en tres de las cuatro estaciones, sólo en la estación de C.E.T.A 006 Molango resultó ser el mes de marzo el que tuvo la menor precipitación promedio mensual, con volúmenes que van del 1.74% al 2.37% de la precipitación promedio anual.

IV.3.1.1.3. Granizadas

Las estaciones meteorológicas analizadas para describir el clima de la región no cuentan con información relacionada con el número de granizadas al año. No obstante, de acuerdo con la cartografía elaborada por el CENAPRED (2012), el área del SAR se ubica en una región en la que se tiene como máximo una granizada al año, misma franja en la que se ubica la ciudad de Pachuca de Soto. Este valor lo lleva a clasificarse como una región con un índice y grado de peligro por granizo bajo (Jiménez et al., 2012).

IV.3.1.1.4. Ciclones tropicales

El polígono del SAR del proyecto se encuentra aproximadamente a 135 km alejado de la costa del Golfo de México, esto más la orografía de la Sierra Madre Occidental le favorece para que el índice de peligro y el grado de amenaza por la presencia de ciclones tropicales sea clasificado como bajo (Jiménez et al., 2012). Si bien, la región, y el estado en sí, no es propensa a recibir el efecto destructivo de las ondas tropicales, sí se ve impactada por ondas de precipitación pluvial provenientes principalmente de la zona del Golfo de México. Estas ondas de precipitación llegan sin el impacto de los fuertes vientos que caracterizan a las tormentas tropicales y huracanes, dejando a su paso solo grandes volúmenes de agua, deslizamientos, avenidas repentinas e inundaciones que afectan la infraestructura urbana, vías de comunicación y viviendas.

IV.3.1.1.5. Vientos

En los climogramas de las estaciones meteorológicas que influyen en el SAR, las precipitaciones más bajas se presentan de noviembre a abril, esto se debe al enfriamiento de los océanos. Sin embargo, existen precipitaciones esporádicas por la irrupción de masas de aire frío y los vientos llamados “nortes”, los que propician humedad. En estos meses predominan los vientos secos del oeste que frecuentemente levantan nubes de polvo. En los mismos climogramas se puede observar que, el régimen de lluvias normal comienza en junio y termina en octubre, siendo de julio a septiembre los meses más lluviosos. Las lluvias extraordinarias que ocurren en verano están relacionadas con los fenómenos tropicales, como son los vientos alisios, las depresiones y tormentas tropicales y los huracanes. En esta época de lluvias, el estado de Hidalgo se ve influenciado por la entrada de aire cálido y húmedo procedente principalmente del golfo de México, aunque también existen regiones del sur del estado en las que se tiene influencia del océano Pacífico, favoreciendo el movimiento ascendente del aire e inhiben la formación de inversiones térmicas.

De acuerdo con lo indicado en el atlas de riesgos del estado de Hidalgo, actualización 2024, el estado se diferencian dos zonas de acuerdo con los rangos de vientos fuertes que se llegan a presentar. La parte central y sur del estado se caracteriza por llegar a tener vientos fuertes que llegan a ser del rango de los 100 km h^{-1} (27.8 m s^{-1}) a los 130 km h^{-1} (36.1 m s^{-1}). La parte norte del estado, básicamente la parte de la sierra y huasteca, donde se ubica el SAR del proyecto, se caracteriza por llegar a tener vientos fuertes que van de los 130 km h^{-1} (36.1 m s^{-1}) a los 160 km h^{-1} (44.4 m s^{-1}).

Los vientos de mayor velocidad se presentan principalmente entre los meses de marzo a agosto, con entre 7.3 y 9.4 días en promedio en estos meses. Los vientos de entre 5 y 10 km h^{-1} son los predominantes en la región con un rango de entre 21.5 y 29.1 días al mes y un promedio de 24.7 días al mes. Los vientos de este rango tienen mayor presencia de octubre a enero y menor entre abril y agosto, cuando suben los del rango mayor. Finalmente, los vientos con el menor rango tienen muy baja presencia en la región, con un promedio de 0.1 días al mes, presentándose principalmente en los meses de enero, junio, julio, septiembre, octubre y noviembre.

En la región dominan los vientos ENE con mayor presencia del rango de entre 5 y 10 km h^{-1}, además de tener una alta incidencia de vientos con un rango de velocidad de entre 10 y 20 km h^{-1}. También se puede destacar la presencia de vientos del Este, en los que además de tener dominancia de los vientos de 5 a 10 km h^{-1}, también se destaca la presencia de vientos del mayor rango. Los vientos NE, SW y WSW son los de menor rango, que son los vientos de un rango que va de entre 2 y 5 km h^{-1}.

IV.3.1.1.6. Heladas

Al norte del SAR hay una ligera área donde no se tienen heladas, pero la mayor parte del SAR se ubica en una zona donde se tienen hasta 60 días con heladas.

El Centro Nacional de Desastres elaboró el grado de peligro por días con heladas a nivel municipal, clasificándolas de muy bajo a muy alto. Este mapa muestra a los municipios que tienen menor y mayor manifestación de este. De acuerdo con este análisis el SAR del proyecto se ubica mayormente en una región en la cual se tiene un grado de peligro por días con heladas bajo, solamente una pequeña franja al suroeste del SAR, en el municipio de Metztitlán, se clasifica con un peligro medio.

IV.3.1.1.7. Aire

De acuerdo con la información del INECC (2024), el estado de Hidalgo tuvo operando su sistema de monitoreo de la calidad del aire conformado por 15 estaciones de monitoreo, ubicadas en 12 municipios.

El municipio de Lolotla es el único de los nueve municipios que se encuentran formando parcialmente el polígono del SAR y que cuenta con estación de monitoreo, la cual se encuentra operando desde 2012. Sin embargo, se trata de una estación de monitoreo manual, solo cuenta con equipo para medición de partículas $PM_{2.5}$ y son pocos años los que ha estado funcionando o registrando información suficiente para poder evaluar el cumplimiento de los valores de norma.

De acuerdo con los informes nacionales de calidad del aire de los años 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021 publicados por el INECC (ver página web: https://sinaica.inecc.gob.mx/pags/informes.php), solo en el de los años 2016, 2017 y 2021 se pudo presentar información sobre el comportamiento de las $PM_{2.5}$ en la estación Lolotla. Los resultados obtenidos en los informes de los años 2016 y 2017 muestran que la concentración promedio anual ha estado ligeramente por arriba del límite máximo establecido 14 µg m^{-3} y 13 µg m^{-3} contra los 12 µg m^{-3} normados. Mientras que, por otro lado, no ha habido problemas en el cumplimiento del límite de 24 horas, estando en los tres casos por debajo de los 45 µg m^{-3}.

IV.3.1.2. Inventario de emisiones de contaminantes criterio

No se encontró un inventario actualizado de emisiones contaminantes criterio para el estado de Hidalgo. La información más reciente al respecto es la publicada por la SEMARNAT para el año 2016 en su página web https://www.gob.mx/semarnat/documentos/documentos-del-inventario-nacional-de-emisiones. La SEMARNAT reporta en su página los resultados de los inventarios de emisiones de cinco años, 2005, 2008, 2013, 2016 y 2018.

IV.3.1.3. Emisiones de contaminantes criterio a nivel estatal

El estado de Hidalgo generó el 3.66% de las emisiones totales anuales a nivel nacional, lo que lo llevó a ser el noveno mayor generador de emisiones totales de las 32 entidades en el 2018. El estado destacó en las emisiones

de SO_2, PM_{10} y $PM_{2.5}$, contribuyendo con el 15.60%, 5.45 y 4.76%, en el orden citado, de las emisiones de estos contaminantes a nivel nacional. Mientras que, por otro lado, solo generó el 1.84% del total de los COV a nivel nacional y el 2.77% del NH_3.

Las fuentes de emisión móviles son las que más emisiones generaron, implicando el 35.48% de las emisiones totales anuales del estado. A estas emisiones le siguieron las generadas por las fuentes de área, es decir, las fuentes pequeñas y dispersas, con el 27.70%, y las fuentes fijas con el 23.83%. Las emisiones generadas por las fuentes naturales (biogénicas) solo colaboraron con el 12.99% del total de las emisiones anuales estatales.

IV.3.1.4. Emisiones de contaminantes criterio a nivel municipal

Ante la falta de información de las emisiones generadas solo a nivel del SAR, se presenta un análisis de las emisiones totales generadas a nivel municipal de los ocho municipios involucrados. De las 1'084,518.96 t a^{-1} de emisiones de contaminantes criterio que se generaron a nivel estatal en el 2018, los ocho municipios del SAR participaron con el 4.49%, esto es 48,680.40 t a^{-1}. Los COV resultaron ser el contaminante criterio con mayor generación en los municipios involucrados en el SAR, representando el 57.69% de sus emisiones totales. A este contaminante le siguieron las emisiones de CO y NOx con el 24.04 y el 12.35%. Por otro lado, el SO_2, $PM_{2.5}$ y NH_3 fueron los contaminantes que menos participaron con el 0.10, 1.47 y 1.66% de las emisiones totales de estos ocho municipios, en el orden citado. Las 28,085.32 t a^{-1} de emisiones de COV de los ocho municipios representan el 12.96% de las emisiones totales de este contaminante a nivel estatal, siendo en el que existe una mayor participación. En segundo y tercer lugar de participación a nivel estatal están las emisiones de NH_3 y NOx, involucrando el 3.36 y 3.34%. Las emisiones de SO_2 de estos municipios fueron las que menos participación generaron con respecto a las emisiones estatales, implicando solo el 0.02%. Las fuentes naturales (biogénicas) fueron las que tuvieron mayor participación en las emisiones totales anuales, contribuyendo con el 55.51%, seguidas por las emisiones de las fuentes móviles y de áreas con el 24.21 y 19.75%.

Con la finalidad de conocer la calidad del aire en las inmediaciones de la Unidad Minera, la empresa promovente de este proyecto lleva a cabo mediciones de los contaminantes criterio PM_{10} y $PM_{2.5}$ en el ambiente. Las mediciones realizadas se llevan a cabo conforme con lo establecido en la norma oficial mexicana NOM-025-SSA1-2021, que establece el criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a las partículas suspendidas PM_{10} y $PM_{2.5}$, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de octubre de 2021.

Las concentraciones obtenidas para el contaminante criterio PM_{10} en los cuatro sitios de muestreo estuvieron por debajo del valor límite permisible, es decir, por debajo de 70 µg m^{-3}. Los resultados obtenidos en la evaluación arrojaron concentraciones que van de los 49 µg m^{-3}, a un lado de las oficinas generales, a los 69 µg m^{-3}, en el sitio de preparación de muestras norte. En lo que respecta a la concentración de las $PM_{2.5}$, todos los resultados estuvieron por debajo de las 41 µg m^{-3}, valor límite máximo permisible en la norma. Al igual que en los resultados obtenidos para las PM_{10}, la menor concentración de este contaminante criterio se obtuvo en el sitio de las oficinas generales, con 22 µg m^{-3} y, la mayor concentración resultó ser de 36 µg m^{-3} en el área de preparación de muestras norte.

IV.3.1.5. Ambiente sonoro

Del listado de herramientas y maquinaria que se usan en las actividades constructivas que emiten mayor intensidad de ruido, resulta que el rango de generación de ruido va de los 85-86 dB(A) a los 114 dB(A), siendo la maquinaria para soldar y las esmeriladoras las que emiten la menor intensidad de ruido y, por lo contrario, los taladros de martillo los más ruidosos, seguido del hincapilotador con 112 dB(A), los cuales no serán usados como

parte del desarrollo del proyecto. Dicho listado se complementa con los niveles máximos permisibles de emisión de ruido ocasionado por automóviles, camiones, autobuses y tractocamiones establecidos por el gobierno de la Ciudad de México, en su Reglamento para la Protección de Ambiente contra la Contaminación originada por la Emisión de Ruido, en el cual se indica que vehículos con más de 10,000 kg tienen como nivel máximo permisible la emisión de hasta 84 dB(A). Esta información es importante para la identificación y evaluación de impactos ambientales a generarse en los procesos constructivos de proyectos en desarrollo, así como para establecer las medidas ambientales para mitigar su afectación. Para el desarrollo del proyecto, el parque de automotores estará formado por retroexcavadoras y camiones de volteo, sin requerir el uso de otro tipo de maquinaria o equipo pesado.

La Unidad Minera Naopa lleva a cabo la evaluación de las emisiones de ruido como fuente fija de emisiones, aplicando las especificaciones de la norma oficial mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, la cual establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de emisión, así como la modificación a su numeral 5.4 publicada el 03 de diciembre de 2013.Los resultados obtenidos a finales del 2023 demuestran que estás se encuentran por debajo de los valores máximos permisibles para un ambiente industrial.

Para la evaluación, primero se identifica la zona crítica, considerada como aquella área en la cual se tienen mayores emisiones de ruido, normalmente coincidente con la zona de mayor actividad minera. La zona crítica seleccionada fue la caseta de cruce, ubicada al sur del predio, colindante con el tajo y un área verde. Al ser un cruce y estar cerca del área de excavación, se trata de un área con gran actividad dentro de la unidad minera y, por lo tanto, un área con mayor concentración de emisiones sonoras. Las principales fuentes emisoras registradas fueron los camiones de carga de 50 toneladas con 94.1 dB (A) y excavadoras con emisiones de 92.6 dB (A).

IV.3.1.6. Fisiografía, geología y geomorfología

IV.3.1.6.1. Fisiografía

La superficie de la poligonal del SAR delimitado para el desarrollo del proyecto se ubica dentro de la provincia denominada “Sierra Madre Oriental”, y en la subprovincia fisiográfica Carso Huasteco que comprende seis estados: San Luis Potosí, Guanajuato, Querétaro, Veracruz, Puebla e Hidalgo, y 159 municipios. De los 84 municipios del estado de Hidalgo, 42 de ellos se encuentran parcial o totalmente dentro de esta subprovincia fisiográfica, entre ellos los ocho que están involucrados en la conformación del polígono del SAR, abarcando 9.712.93 km^2.

IV.3.1.6.1.1. Relieve

Orográficamente, el polígono del SAR tiene un cambio altitudinal que va de norte a sur del polígono, teniendo las menores altitudes al norte, la cuales ronda los 400 msnm, y las mayores al sur del polígono, llegando a ser de hasta los 2,400 msnm.
El área de la Unidad Minera se caracteriza por presentar una morfología montañosa, con desniveles abruptos de más de 300 m, una pendiente del terreno que varía de 25 a 28º en la parte superior y disminuye hasta los 10º a la elevación de 850 m.
Considerando la clasificación geomorfométrica propuesta por Hernández et al. (2017), se determinó que las unidades geomorfométricas que predominan en el SAR son: a) energía de relieve 100.1 a 200.0 m km^{2-1} Muy alomado, muy fuertemente diseccionado; b) energía de relieve de 200.1 a 300 Montañoso, en ocasiones

alomado, ligeramente diseccionado, y, C) energía de relieve de 300.1 a 400 Montañoso, moderadamente diseccionado. No obstante, también es posible identificar algunas pequeñas áreas en las que se tiene una energía de relieve de contorno morfográfico de 50.1 a 100 Muy colinoso y alomado, fuertemente diseccionado y de 400.1 a 500.0 Montañoso, fuertemente diseccionadas.

IV.3.1.6.2. Geología

El área del SAR se ubica en la provincia geológica denominada Faja Volcánica Transmexicana (FVTM). La porción oriental norte de la FVTM, donde se ubica el SAR del proyecto, se encuentra sobre el microcontinente Oaxaquia (Ortega-Gutiérrez et al., citado por Gómez-Tuena, 2005). Este microcontinente representa una masa cortical de edad Grenvilliana (~1 Ga), con una extensión aproximada de 1’000,000 km^2.

La clasificación geológica del INEGI para la región. De acuerdo con su cartografía, el área del SAR delimitado para el proyecto, y sus áreas aledañas, está constituida por 10 formaciones geológicas y mismo número de diferentes tipos de litología – rocas.

Las formaciones que coinciden en el SAR son, de mayor a menor cobertura superficial: Pimienta (35.55%), Santiago – Taman – Pimienta (18.83%), Tamaulipas indiferenciada (13.49%), Don Guinyo (8.03%), Huayacocotla (7.52%), San Cristóbal (6.23%), Huiznopala (4.00%), Cahuasas (3.01%), Tlanchinol (2.93%) y Santiago (0.41%). La formación Pimienta es importante para el SAR del proyecto, ya que se trata de la que cubre mayor superficie, el 35.55% del polígono, principalmente al norte de la región, en el AI de la Unidad Minera Molango.

La roca sedimentaria se presenta en seis de las 10 formaciones presentes, en el 78.81% del SAR mientras que la roca ígnea extrusiva se encuentra en el 17.19% del polígono.

IV.3.1.6.3. Evaluación de zonas potenciales de deslave

Con el fin de identificar zonas críticas a deslaves, se evaluó el riesgo potencial de deslaves en el SAR. Para ello, se integró el análisis de la pendiente máxima, utilizando el método de Zevenbergen & Thorne (1987), y la modelación del potencial de falla de laderas.

La identificación preliminar de áreas susceptibles a deslizamientos se realizó a partir del tratamiento y cruce de información geoespacial derivada de un Modelo Digital de Elevación (MDE). En la Figura RE.24 se muestra el resultado obtenido en el análisis para la identificación de zonas potenciales de deslaves. Las áreas con tonalidades moradas indican la coincidencia de valores críticos en el análisis MDE y en la evaluación del potencial de falla, lo que sugiere una mayor susceptibilidad a deslizamientos. Y, las zonas de color amarillo son las zonas con menor potencial de deslave o zonas consolidadas.

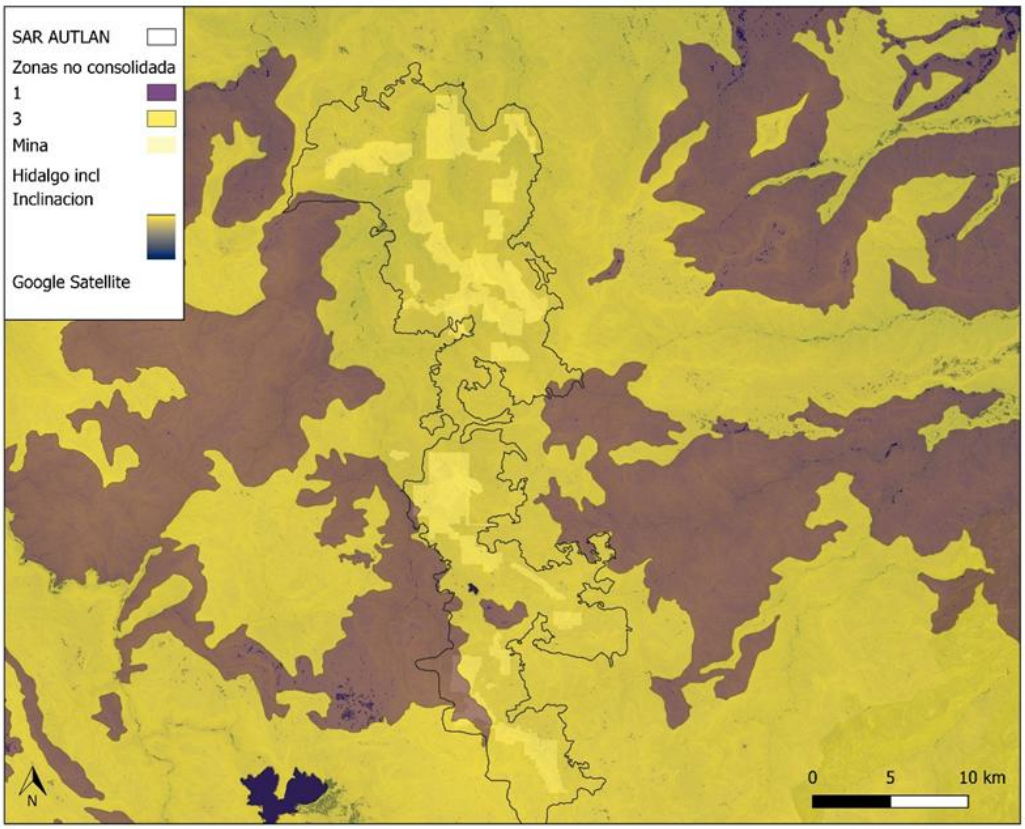


Figura RE. 24. Identificación de zonas potenciales de deslave en el polígono del SAR y zonas aledañas identificadas mediante la superposición de la pendiente máxima y el potencial de falla de laderas.

IV.3.1.6.4. Sismicidad

La CFE elaboró la regionalización sísmica del país tomando como base, para ello, los registros históricos de grandes sismos en el país, los catálogos de sismicidad existentes y datos de aceleración del terreno como consecuencia de sismos de gran magnitud. Con base en los resultados obtenidos, el país se dividió en cuatro regiones sísmicas: a) zona A, baja; b) zona B, media; c) zona C, alta y, d) zona D, muy alta.

De acuerdo con esta regionalización, el SAR definido para el proyecto se ubica dentro de la zona B (Moderada). Esto significa que no es una zona asísmica, pero cuando se llegan a presentar éstos no son tan intensos ni tan frecuentes como en la zona C y las aceleraciones de terreno no rebasan el 70% de la gravedad de frecuencia.

En total se contabilizaron 46 sismos ≥ 3.8º de magnitud con epicentros reportados en el estado de Hidalgo. De este total de sismos, ninguno de ellos tiene epicentro en alguno de los ocho municipios que participan en la conformación del polígono del SAR.

IV.3.1.6.5. Suelos

IV.3.1.6.5.1. Identificación de los tipos de suelo presentes a nivel del SAR del proyecto

Para determinar los diferentes tipos de suelos presentes en el SAR delimitado para el proyecto se utilizó el conjunto de datos vectoriales edafológicos escala 1: 250,000 Serie II (Continuo Nacional) editados por el INEGI, la cual contiene información actualizada de los diferentes grupos de suelos que existen en el territorio nacional, obtenida durante el período 2002-2006, utilizando para la clasificación de los suelos el Sistema Internacional "Base Referencial Mundial del Recurso Suelo".

Usando la cartografía de edafología escala 1:100,000 del INEGI, a nivel del SAR se reporta la presencia de 18 unidades edafológicas, donde predominan cuatro grupos de suelos como grupos primario: Leptosol, Luvisol, Feozem y Umbrisol. Estos cuatro grupos de suelos se asocian y componen en suelos secundarios y terciarios; además, existen dos áreas que no logran clasificación edafológica por no aplicar como son los cuerpos de agua y las zonas urbanas.

Como grupos primarios de suelo, los leptosoles es el grupo de suelos que tiene mayor representación con 27,407.36 ha de las 38,998.68 ha del SAR, es decir, el 70.28% del polígono. En segundo lugar, se ubica el grupo de suelo de los luvisoles, presentes en el 21.04% del SAR, seguido por los feozems con el 7.68%. Finalmente, el Umbrisol léptico solo se encuentra presente en 328.87 ha, el 0.84% del área.

IV.3.1.6.5.2. Degradación del suelo

El SAR definido para el proyecto presenta problemas de degradación del suelo en un 32.16% del polígono. De los cuatro tipos de degradación del suelo, solo se tiene la degradación física por compactación en grado ligero, ocasionada por el sobrepastoreo. El área con este tipo de degradación física del suelo se concentra principalmente en la parte central del polígono, en el área de influencia de la Unidad Minera Naopa, además de una pequeña superficie al sureste del SAR.

IV.3.1.6.5.3. Determinación de pérdida de suelo por erosión hídrica en el SAR

En el presente apartado se analiza mediante la implementación de la ecuación RUSLE, en un SIG, los niveles de erosión potencial en nuestra área de estudio. Para este ejercicio se tomó como base el trabajo realizado por Martínez (2005), Montes-León et al. (2011), así como el publicado por Bolaños et al. (2016).

No existe información específica sobre el grado de erosión a nivel del SAR, sin embargo, la información con la que se cuenta sobre los tipos de suelo, pendiente y precipitación media anual fueron incorporadas como variables para realizar en esta MIA-R, un modelo con base en la ecuación RUSLE representadas gráficamente en un SIG.

La estimación de la pérdida de suelo por efectos hídricos en el SAR realizada arrojó que la erosión hídrica potencial dominante en el área delimitada es la pérdida de suelo hídrica de <10 y hasta < 50 t ha^{-1} a^{-1}, lo que se considera como de muy baja y baja pérdida de suelo por erosión hídrica. Sin embargo, también resultaron áreas con potencial de pérdida de suelo superior a los 250 t ha^{-1} a^{-1}, siendo muy puntuales. Las zonas con mayor potencial de pérdida de suelo se encuentran en la parte norte del polígono del SAR y pequeñas áreas, muy específicas en el límite sur del SAR. Los factores que mayormente están influyendo en el potencial erosivo del suelo en esas áreas está relacionado con el tipo de cobertura y erosividad del suelo.

Las áreas de mayor potencial de pérdida hídrica del suelo están relacionadas con el tipo de uso de suelo, ya que se trata de áreas que son usadas para las actividades agrícolas y pecuarias, lo que las lleva a tener una cobertura vegetal deficiente que no ayuda a mitigar el impacto de la precipitación en la época de lluvia. Además, son áreas en las que predomina el tipo de suelo Leptosol, de clase textural franca, que son cohesión de partículas del suelo media. Las áreas con bajo y muy bajo potencial de pérdida de suelo coinciden con áreas con cobertura vegetal primaria y vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña. En la poligonal, el resultado de la estimación de la pérdida de suelo en el área del SAR arrojó que el 53.00% de las 38,998.68 ha del SAR tiene un potencial muy bajo y bajo de pérdida hídrica del suelo, es decir menos de 50 t ha^{-1} $año^{-1}$. Este resultado puede estar soportado por la gran cobertura vegetal forestal del suelo, donde el 56.63% del SAR cuenta con cobertura de vegetación primaria y secundaria. Mientras que, sólo el 14.9% del polígono del SAR tiene un potencial de pérdida del suelo muy alta y extrema, es decir, superior a 200 t ha^{-1} de pérdida de suelo anuales.

IV.3.1.6.6. Hidrología

En este apartado se expone la información relacionada con el estado que guardan las aguas nacionales terrestres en el SAR del proyecto. De acuerdo con la CONAGUA, el SAR del proyecto está ubicado en la Región Hidrológico-Administrativa (RHA) IX Golfo Norte que abarca áreas de cuatro regiones hidrológicas: San Fernando Soto La Marina, Pánuco, El Salado y Norte de Veracruz.

IV.3.1.6.6.1. Hidrología superficial

La hidrología del SAR está dominada por el río Claro, cuerpo de agua permanente que recibe aportes de varios arroyos temporales. Otros cuerpos relevantes son la laguna Atezca (24 ha) y la laguna Metztitlán, ubicada a 10 km al suroeste del polígono. El área forma parte de la cuenca del río Pánuco (RH 26) y abarca municipios como Xochicoatlán, Molango, Lolotla y Tlanchinol. El río Claro presenta una disponibilidad media anual de 260.98 mm^3 y concentra 607 aprovechamientos, principalmente para agricultura, energía y servicios. En cuanto a calidad del agua, el sitio de monitoreo DLHID1518 San Simón, con influencia directa en el SAR, presenta excelente calidad fisicoquímica, aunque con contaminación por coliformes fecales (2,400 NMP/100 ml), clasificada en semáforo amarillo.

IV.3.1.6.6.2. Hidrología subterránea

El SAR se ubica parcialmente sobre cuatro acuíferos: Orizatlán, Atlapexco–Candelaria, Calabozo y Metztitlán, todos con disponibilidad de agua subterránea para aprovechamiento. Estos acuíferos no presentan intrusión salina, salinización de suelos ni aguas salobres. La explotación es mínima y local, mediante norias manuales para uso doméstico y abrevadero, sin infraestructura hidráulica relevante. Aunque el proyecto atraviesa estas unidades hidrogeológicas, no se prevé afectación directa, ya que no se realizarán aprovechamientos ni descargas al subsuelo. Las operaciones seguirán usando la concesión existente de 43,000 m^3 anuales de agua superficial otorgada por CONAGUA mediante la resolución: B00.912.01.-0021/16/SIAA del 19 de enero de 2016.

IV.3.2. Medio biótico

IV. 3.2.1. Usos de suelo y vegetación

El SAR presenta 18 unidades de uso de suelo y vegetación, según la clasificación del INEGI (Serie VII). El 42.21% corresponde a áreas sin vegetación forestal, como agricultura de temporal, pastizales cultivados, asentamientos humanos, cuerpos de agua y zonas desprovistas de vegetación; el 30.05% a vegetación secundaria y el 27.74% a vegetación primaria.

Destaca el bosque mesófilo de montaña, con 25.63% de cobertura, seguido del pastizal cultivado (24.04%). El segundo tipo de vegetación primaria es el bosque de encino con 1.54% de cobertura, seguido del bosque de pino–encino (0.37%) y del bosque de encino–pino (0.20%). En cuanto a vegetación secundaria, la de mayor presencia es la arbustiva de bosque mesófilo de montaña (15.20%), seguida de la secundaria arbórea de selva alta perennifolia (6.99%) y la secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña (3.72%). Además, se identificó presencia de bosque de galería a lo largo de ciertos cauces.

Dentro de los usos de suelo, predominan los agroecosistemas derivados de agricultura de temporal (anual, permanente y combinada), que abarcan el 17.36% del área, además del pastizal cultivado, empleado para la producción de forraje. También se identifican pastizales inducidos (1.16%), cuerpos de agua, zonas sin vegetación y asentamientos humanos (0.50%). (Figura RE.25).

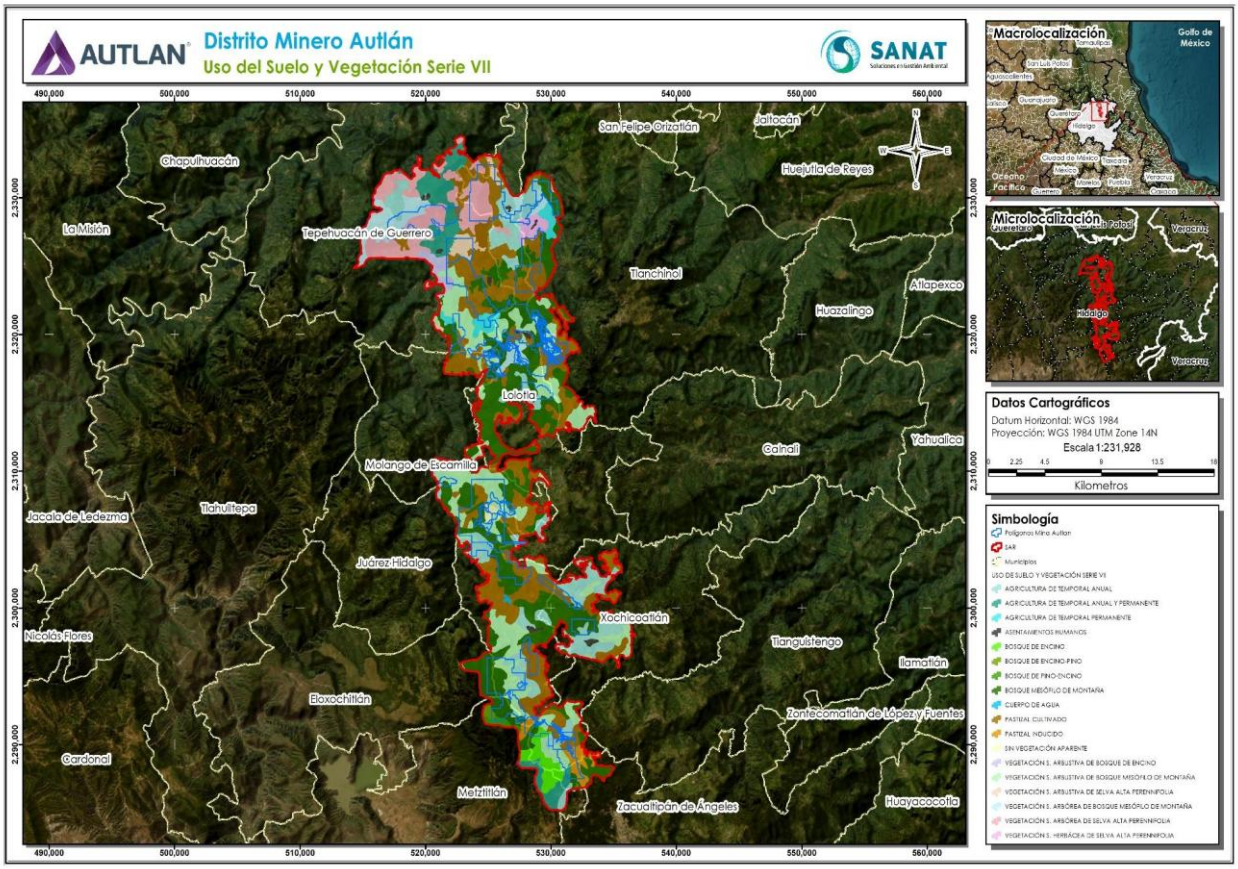
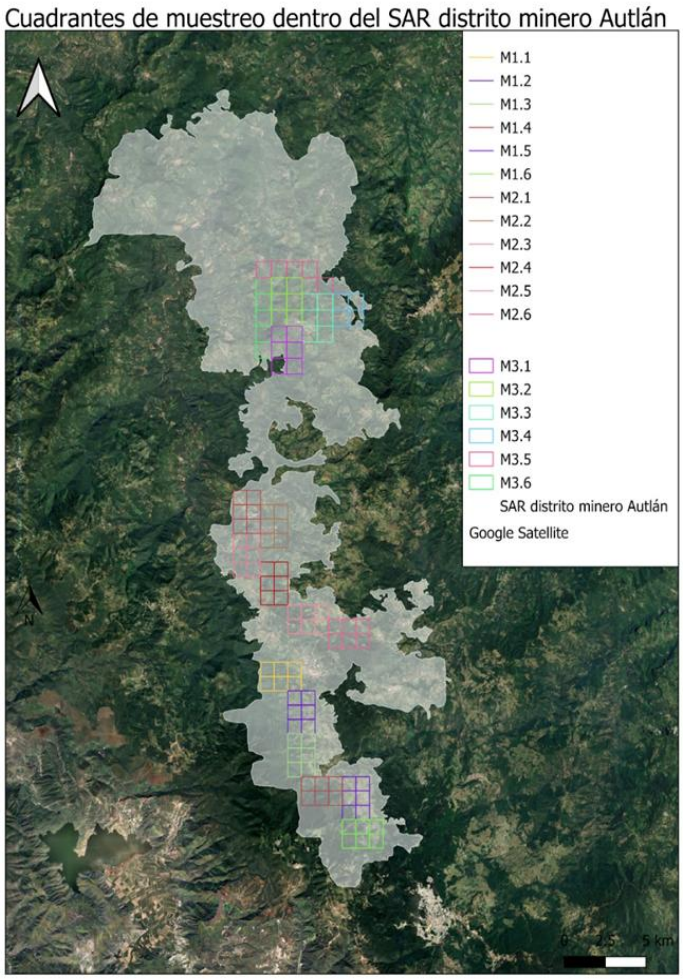


Figura RE. 25. Ubicación del SAR con respecto a la distribución de los usos de suelo y vegetación de acuerdo con la carta de usos de suelo y vegetación, escala 1:250,000, serie VII del INEGI.

IV.3.2.2 Flora silvestre en el SAR del proyecto

La información de flora silvestre fue obtenida mediante un muestreo sistemático, dividiendo el polígono del SAR en tres zonas: norte, centro y sur. Cada zona se subdividió en cuadrantes de 1 km², donde se seleccionaron sitios representativos para el registro de especies, abarcando distintos tipos de vegetación. En total, se realizaron recorridos en 29 sitios durante tres periodos de trabajo: del 04 al 09 de septiembre, del 28 de septiembre al 04 de octubre y del 11 al 16 de noviembre de 2024. (Figura RE.26).



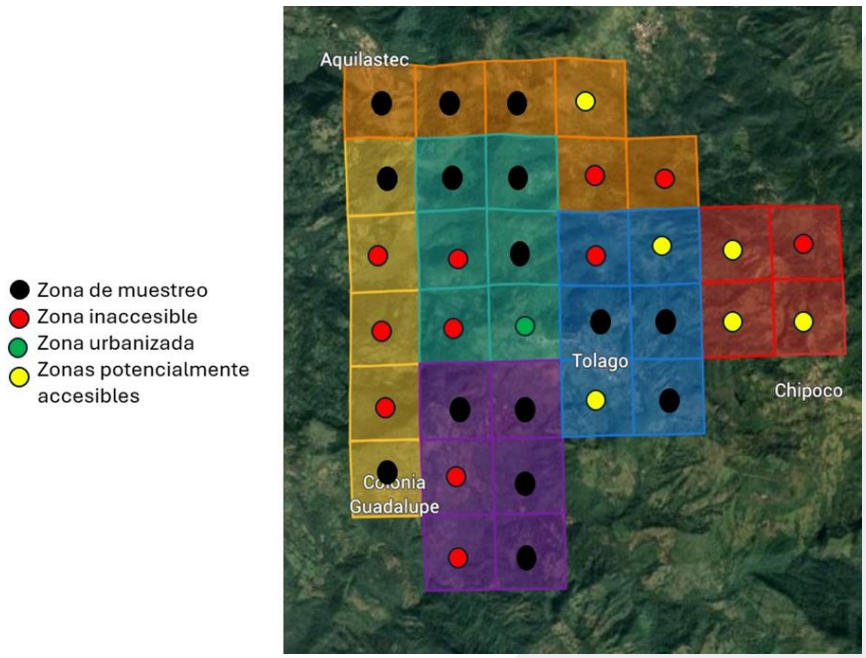


Figura RE. 26. Diseño y establecimiento del muestreo de flora silvestre en campo dentro del polígono del SAR del proyecto.

IV.3.2.2.2 Caracterización de la flora silvestre en el SAR

La lista de especies de flora silvestre identificadas en los muestreos es de 252 especies pertenecientes a 48 órdenes y 173 géneros. (Tabla RE.31) Del total de especies, ocho están enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y 59 se encuentran clasificadas en la Lista Roja de la UICN. En esta última, la mayoría (48) están en la categoría de Preocupación Menor (LC), mientras que el resto incluye 5 especies Vulnerables (VU), 3 en Peligro (EN) y 3 Casi Amenazadas (NT**).**

Tabla RE. 31. Listado general de especies de flora silvestre identificados en los muestreos realizados en el SAR del proyecto incluyendo las unidades del Distrito Minero Autlán, así como la identificación de la categoría de riesgo y clasificación en la lista roja de la UICN.

ID	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Hábito	Unidad Molango	Unidad Naopa	Unidad Nonoalco	NOM-059§	UICN§§
1	Alismatales	Araceae	Piñanona	*Monstera acuminata K.Koch*	Herbácea	X		X	---	---
2			Monstera	*Monstera friedrichsthalii Schott*	Herbácea	---	X	X	---	---
3			Syngonio	*Syngonium neglectum Schott*	Herbácea	X	X	X	---	---
4			Syngonio	*Syngonium podophyllum Schott*	Herbácea	X	---	---	---	---
5			Hoja elegante	*Xanthosoma robustum Schott*	Herbácea	X	X	X	---	---
6			Oreja de elefante	*Xanthosoma sagittifolium (L.) Schott*	Herbácea	X	X	X	---	---
7	Apiales	Araliaceae	Zapotillo	*Dendropanax arboreus (L.) Decne. & Planch.*	Arbórea	X	---	---	---	LC
8	Arecales	Arecaceae	Camedor de cambray	*Chamaedorea elegans Liebm. ex Mart.*	Herbácea	---	X	X	---	---
9			Tepejilote	*Chamaedorea microspadix Burret*	Herbácea	---	X	X	A	LC
10	Asparagales	Hypoxidaceae	Estrella amarilla mexicana	*Hypoxis decumbens L.*	Herbácea	---	X	---	---	---
11		Orchidaceae	Orquídea	*Epidendrum chlorocorymbos Schltr.*	Herbácea	X	---	---	---	---
12			Orquídea	*Epidendrum propinquum A.Rich. & Galeotti*	Herbácea	X	---	---	---	---
13			Orquídea	*Isochilus unilateralis B.L.Rob.*	Herbácea	X	---	---	---	---
14			Azucena de monte	*Maxillaria variabilis Bateman ex Lindl.*	Herbácea	X	---	---	---	---
15			Orquídea enana blanca	*Nidema boothii (Lindl.) Schltr.*	Herbácea	X	---	---	---	---
16			Cepillo	*Notylia barkeri Lindl.*	Herbácea	X	---	---	---	---
17			Orquídea dama amarilla	*Oncidium sphacelatum Lindl.*	Herbácea	X	---	---	---	---
18			Orquídea pulpito	*Prosthechea cochleata (L.) W.E.Higgins*	Herbácea	X	---	---	---	---
19	Asterales	Asteraceae	Cola de zorra	*Acourtia moschata (La Llave) DC*	Arbustiva	---	---	X	---	---
20			Ageratina	*Ageratina brevipes (DC.) R.M. King et H. Rob*	Herbácea	X	X	X	---	---
21			Ageratina	*Ageratina cardiophylla (B.L. Rob.) R.M. King et H. Rob.*	Arbustiva	---	X	X	---	---
22			Estrellita	*Ageratina espinosarum (A. Gray) R.M. King et H. Rob.*	Arbustiva	---	X	X	---	---
23			Chichitlaco	*Ageratina ligustrina (DC.) R.M. King et H. Rob.*	Arbustiva	---	X	X	---	LC
24			Ageratina	*Ageratina lucida (Ortega) R.M. King et H. Rob.*	Arbustiva	---	X	X	---	---
25			Azomiate	*Barkleyanthus salicifolius (Kunth) H. Rob. & Brettell*	Arbórea	X	---	---	---	LC

ID	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Hábito	Unidad Molango	Unidad Naopa	Unidad Nonoalco	NOM-059§	UICN§§
26			Dalia	*Dahlia coccinea Cav.*	Herbácea	X	X	X	---	---
27			Chalchuan	*Erigeron karvinskianus DC*	Herbácea	---	X	---	---	---
28			Gordolobo	*Pseudognaphalium ehrenbergianum (Sch. Bip. ex Klatt) Hinojosa et Villaseñor*	Arbustiva	---	X	X	---	---
29			Symphyotrichum	*Symphyotrichum schaffneri (Sch. Bip. ex S.D. Sundb. et A.G. Jones) G.L. Nesom*	Herbácea	---	X	X	---	---
30			Anís	*Tagetes micrantha Cav.*	Herbácea	X	X	X	---	---
31		Campanulaceae	Chilpanxochitl	*Lobelia laxiflora Kunth*	Arbustiva	X	X	X	---	---
32		Verbenaceae	Árnica de la costa	*Verbesina fastigiata B.L.*	Arbustiva	---	X	X	---	LC
33	Blechnales	Blechnaceae	Helecho de Cadena	*Woodwardia semicordata Mickel et Beitel.*	Herbácea	---	X	X	---	-
34	Boraginales	Namaceae	Nama	*Nama jamaicensis L.*	Herbácea	---	---	X	---	-
35	Caryophyllales	Cactaceae	Cola de caballo	*Rhipsalis baccifera*	Herbácea	X	---	---	---	LC
36		Phytolaccaceae	Jaboncillo	*Phytolacca rivinoides Kunth*	Arbustiva	---	X	X	---	-
37		Polygoniaceae	Chilitos	*Persicaria segetum (Kunth) Smal*	Herbácea	---	X	X	---	-
38	Celastrales	Celastraceae	Euonymus	*Euonymus mexicanus Benth.*	Arbustiva	---	---	X	---	EN
39			Algodoncillo	*Wimmeria concolor Cham. & Schltdl.*	Arbustiva	X	---	---	---	VU
40	Commelinales	Commelinaceae	Velo de novia	*Gibasis pellucida (M. Martens et Galeotti) D.R. Hunt*	Herbácea	---	X	---	---	---
41			Lluvia	*Tradescantia commelinoides Schult. & Schult.f.*	Herbácea	X	---	---	---	---
42	Cucurbitales	Begoniaceae	Begonia	*Begonia barkeri Knowles et Westc.*	Herbácea	---	X	X	---	---
43			Ala de ángel	*Begonia incarnata Link et Otto*	Herbácea	X	X	X	---	---
44	Cyatheales	Cyathaceae	Pesma	Cyathea divergens Kunze	Arbustiva	X	X	X	Pr	---
45			Maquique	*Alsophila firma (Baker) D.S.Conant*	Arbustiva	X	---	---	P	---
46		Dicksoniaceae	Helecho cabeza de chivo	*Lophosoria quadripinnata (J.F Gmel)*	Herbácea	X	X	X	---	---
47		Zamiaceae	Camotillo	*Zamia loddigesii Miq.*	Arbustiva	---	---	X	A	NT
48	Dioscoreales	Dioscoreaceae	Barbasco	*Dioscorea composita Hemsl.*	Enredadera	---	X	X	---	---
49			Bejuco de biznaga	*Dioscorea remotiflora Kunth*	Enredadera	---	X	X	---	---
50	Dipsacales	Adoxaceae	Tilo	*Sambucus canadensis L.*	Arbórea	X	---	---	---	---
51	Equisetales	Equisetaceae	Equiseto gigante	*Equisetum myriochaetum Schltdl. et Cham*	Herbácea	---	---	X	---	---
52	Ericales	Clethraceae	Paulla	*Clethra alcoceri Greenm.*	Arbórea	---	X	X	---	VU
53			Mamojuaxtle	*Clethra mexicana DC.*	Arbórea	---	X	X	---	LC
54		Polemoniaceae	Cobaea	*Cobaea stipularis Benth.*	Enredadera	---	X	X	---	---
55	Fabales	Fabaceae	Guajillo	*Acaciella angustissima (Mill.) Britton et Rose*	Arbustiva	---	X	X	---	LC
56			Amicia	*Amicia zygomeris DC.*	Herbácea	---	X	X	---	---
57			Calzoncillo	*Bauhinia divaricata L.*	Arbórea	X	---	---	---	LC
58			Campanilla	*Centrosema pubescens Benth*	Herbácea	---	X	---	---	---
59			Palo escrito	*Dalbergia palo-escrito Rzed. et Guridi-Gómez*	Arbórea	X	X	X	---	---
60			Pegapega	*Desmodium callilepis Hemsl.*	Herbácea	---	X	X	---	---
61			Flor de gallito	*Diphysa americana (Mill.) M. Sousa*	Arbórea	X	---	---	---	LC
62			Colorín	*Erythrina americana Mill.*	Arbórea	X	X	---	---	LC

ID	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Hábito	Unidad Molango	Unidad Naopa	Unidad Nonoalco	NOM-059§	UICN§§
63			Tepeguaje dormilón	*Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit*	Arbustiva	X	---	---	---	-
64			Lonchocarpus	*Lonchocarpus hidalguensis Lundell*	Arbórea	---	---	X	---	-
65			Mauto	*Lysiloma divaricatum (Jacq.) J.F.Macbr.*	Arbórea	X	---	---	---	LC
66			Dormilona grande	*Mimosa albida Humb. & Bonpl. ex Willd.*	Arbórea	X	---	---	---	---
67			Frijol terciopelo	*Mucuna pruriens (L.) DC.*	Herbácea	X	---	---	---	---
68			Frijol ayocote	*Phaseolus coccineus L.*	Herbácea	X	X	X	---	---
69			Huizache	*Vachellia farnesiana (L.) Wight et Arn*	Herbácea	---	X	X	---	LC
70	Fagales	Betulacea	Aile	*Alnus jorullensis (Kunth)*	Arbórea	---	X	X	---	LC
71			Aile	*Alnus acuminata Kunth*	Arbórea	X	X	X	---	---
72			Oreja de ratón	*Carpinus tropicalis (Donn. Sm.) Lundel*	Arbórea	---	---	X	---	LC
73		Fagaceae	Encino colorado	*Quercus crassifolia Bonpl.*	Arbórea	X	---	---	---	LC
74			Encino blanco	*Quercus crispifolia Trel*	Arbórea	---	X	---	---	NT
75			Encino	*Quercus germana Schltdl. & Cham.*	Arbórea	X	---	---	---	LC
76			Encino laurelillo	*Quercus laurina Bonpl.*	Arbórea	X	---	---	---	LC
77			Encino amarillo	*Quercus mexicana Bonpl.*	Arbórea	X	---	---	---	LC
78			Encino amarillo	*Quercus oleoides Schltdl. et Cham*	Arbórea	X	X	X	---	-
79			Encino quiebra hacha	*Quercus rugosa Née*	Arbórea	X	---	---	---	-
80			Encino hojas de zapote	*Quercus sapotifolia Liebm.*	Arbórea	---	X	X	---	LC
81			Encino	*Quercus sartorii Liebm.*	Arbórea	X	---	---	---	NT
82			Encino	*Quercus xalapensis Bonpl.*	Arbórea	X	X	X	---	LC
83		Juglandaceae	Nogal	*Juglans pyriformis Liebm.*	Arbórea	X	---	---	A	EN
84	Gentianales	Apocynaceae	Venenillo	*Asclepias curassavica L.*	Herbácea	X	X	X	---	---
85			Biperol	*Mandevilla subsagittata (Ruiz et Pav.) Woodson*	Enredadera	---	X	X	---	---
86		Rubiaceae	Arachnotrhyx	*Arachnothryx heteranthera (Brandegee)*	Arbustiva	---	---	X	---	---
87			Trompetilla	Bouvardia ternifolia (Cav.) Kunth	Herbácea	X	X	X	---	---
88			Piririca	*Coccocypselum cordifolium Ness & Mart*	Herbácea	---	X	X	---	---
89			Coralito	*Hamelia patens Jacq.*	Arbustiva	X	X	X	---	LC
90		Geraniaceae	Agujona	*Geranium seemannii Peyr.*	Herbácea	---	X	X	---	---
91	Gleicheniales	Glecheniaceae	Helecho	*Sticherus palmatus (W. Schaffn. ex E. Fourn.) Copel*	Herbácea	X	X	X	---	---
92			Helecho	*Sticherus underwoodianus (Maxon) Nakai*	Herbácea	---	X	---	---	---
93	Hymenophyllales	Hymenophyllaceae	Helecho	*Hymenophyllum polyanthos (Sw.) Sw.*	Herbácea	---	X	X	---	---
94	Lamiales	Acanthaceae	Ojo de poeta	*Thunbergia alata Bojer ex Sims*	Enredadera	X	X	X	---	---
95		Bignoniaceae	Asarina	*Lophospermum erubescens D.Don ex Sweet*	Enredadera	X	X	X	---	---
96			Apamate rosa	*Tabebuia rosea*	Arbórea	X	---	---	---	LC
97			Tronadora	*Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth*	Arbórea	X	---	---	---	LC
98		Calceolariaceae	Zapatitos dorados de venus	*Calceolaria tripartita Ruiz et Pav.*	Herbácea	---	---	X	---	---
99		Cordiaceae	Encinillo	*Cordia alliodora (Ruiz et Pav.) Oken*	Arbustiva	---	X	---	---	---

ID	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Hábito	Unidad Molango	Unidad Naopa	Unidad Nonoalco	NOM-059§	UICN§§
100		Gesneriaceae	Violeta mexicana	*Achimenes grandiflora (Schiede) DC.*	Herbácea	X	X	X	---	---
101			Tlanchichinol	*Moussonia deppeana (Schltdl. et Cham.) Hanst.*	Herbácea	X	X	X	---	---
102		Lamiaceae	Hierba de San Martín	*Hyptis verticillata Jacq*	Herbácea	---	X	X	---	---
103			Hierba del cáncer	*Lepechinia schiedeana (Schltdl.)*	Herbácea	---	X	---	---	---
104			Albaca	*Ocimum carnosum (Spreng.) Link et Otto ex Benth.*	Herbácea	---	X	---	---	---
105			Mirto morado	*Salvia carnea Kunth*	Herbácea	---	X	X	---	---
106			Salvia	*Salvia fluviatilis Fernald*	Herbácea	---	X	X	---	---
107			Rosa mexicana	*Salvia involucrata Cav.*	Herbácea	X	X	X	---	---
108			Tlacote	*Salvia mexicana L.*	Arbustiva	X	X	X	---	---
109			Salvia jalapeña	*Salvia xalapensis Benth.*	Arbustiva	X	X	X	---	---
110		Lentibulariaceae	Violeta de barranca	*Pinguicula moranensis Kunth*	Herbácea	---	---	X	---	---
111		Oleaceae	Fresno mexicano	*Fraxinus uhdei*	Arbórea	X	---	---	---	LC
112		Orobanchaeae	Garañona	*Castilleja tenuiflora Benth.*	Herbácea	X	X	X	---	---
113		Scrophulariaceae	Tepozán	*Buddleja cordata Kunth*	Arbórea	---	X	X	---	---
114		Verbenaceae	Laurel cimarrón	*Citharexylum berlandieri*	Arbórea	X	---	---	---	LC
115			Moradilla	*Glandularia elegans (Kunth) Umber*	Herbácea	X	X	X	---	---
116			Hierba mariposa	*Lantana achyranthifolia Desf*	Arbustiva	---	X	---	---	---
117			Colpanchi blanco	*Lippia myriocephala Schltdl. & Cham.*	Arbórea	X	---	---	---	LC
118	Laurales	Fagaceae	Aguacate del monte	*Persea schiedeana Nees*	Arbórea	X	---	---	---	EN
119	Liliales	Alstroemericeae	Bomarea	*Bomarea acutifolia (Link et Otto) Herb.*	Herbácea	---	X	---	---	---
120			Zarcilla	*Bomarea edulis (Tussac)*	Herbácea	---	X	X	---	---
121		Smilacaceae	Smilax	*Smilax aristolochiifolia Mill.*	Enredadera	---	X	X	---	---
122			Zarzaparrilla	*Smilax bona-nox L.*	Enredadera	X	X	X	---	---
123	Lycopodiales	Lycopodiaceae	Licopodio	*Lycopodium clavatum L.*	Herbácea	---	X	---	---	---
124	Magnoliales	Annonaceae	Chirimoya	*Annona cherimola Mill*	Arbórea	---	X	X	---	---
125	Malpighiales	Euphorbiaceae	Mala mujer	*Cnidoscolus aconitifolius (Mill.) I.M.Johnst.*	Arbustiva	X	---	---	---	LC
126			Mala mujer	*Cnidoscolus multilobus (Pax) I.M.Johnst.*	Arbustiva	X	---	---	---	LC
127			Drago	*Croton draco Schltdl. & Cham.*	Arbórea	X	---	---	---	LC
128			Higuerilla	*Ricinus communis L.*	Arbustiva	X	---	---	---	---
129	Malvales	Malvaceae	Alache	*Anoda cristata (L.) Schltdl.*	Herbácea	X	X	X	---	---
130			Guácimo	*Guazuma ulmifolia Lam.*	Arbórea	X	---	---	---	LC
131			Jonote	*Heliocarpus appendiculatus Turcz.*	Arbórea	X	---	---	---	LC
132			Jonote blanco	*Heliocarpus donnellsmithii Rose*	Arbórea	X	---	---	---	LC
133			Bala	*Sida acuta Burm.*	Arbustiva	X	X	X	---	---
134	Marattiales	Marattiaceae	Maíz de monte	*Marattia weinmanniifolia Liebm.*	Arbustiva	---	X	X	Pr	---
135	Myrtales	Melastomataceae	Miconia	*Miconia anisotricha (Schltdl.) Triana*	Herbácea	---	X	---	---	---
136			Miconia	*Miconia moorei Wurdack*	Arbustiva	X	X	X	---	---
137			Madroño	*Miconia xalapensis (Bonpl.) M. Gómez*	Arbustiva	---	X	X	---	---

ID	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Hábito	Unidad Molango	Unidad Naopa	Unidad Nonoalco	NOM-059§	UICN§§
138			Tibouchina	*Tibouchina galeottiana (Naudin) Cogn.*	Herbácea	X	X	X	---	---
139			Tibouchina	*Tibouchina rufipilis (Schltdl.)*	Arbustiva	X	X	X	---	---
140		Myrtaceae	Guayaba	*Psidium guajava L.*	Arbórea	---	X	X	---	LC
141			Arrayán	*Psidium sartorianum (O. Berg) Nied.*	Arbórea	X	---	---	---	---
142	Ophioglossales	Ophioglossaceae	Helecho	*Sceptridium decompositum (M. Martens et Galeotti) Lyon*	Herbácea	X	X	X	---	---
143			Helecho	*Sceptridium schaffneri (Underw.) Lyon*	Herbácea	---	X	X	---	---
144	Oxalidales	Oxalidaceae	Trébol cruz de hierro	*Oxalis tetraphylla Cav.*	Herbácea	X	X	X	---	---
145	Papaverales	Papaveraceae	Chicalote	*Argemone mexicana L*	Herbácea	X	X	X	---	---
146	Pinales	Cupressaceae	Enebro triste	*Juniperus flaccida Schltdl.*	Arbórea	X	---	---	---	LC
147		Pinaceae	Pino prieto	*Pinus greggii Engelm. ex Parl.*	Arbórea	X	---	---	---	VU
148		Podocarpaceae	Palmilla	*Podocarpus matudae Lundell*	Herbácea	X	---	---	Pr	VU
149	Piperales	Piperaceae	Hierba santa	*Piper auritum Kunth*	Arbustiva	X	X	X	---	---
150	Poales	Poaceae	Pasto sombra	*Oplismenus hirtellus (L.) P.Beauv.*	Herbácea	X	---	---	---	---
151	Polypodiales	Aspleniaceae	Helecho	*Asplenium blepharophorum Bertol*	Herbácea	---	X	X	---	---
152			Helecho	*Asplenium cuspidatum var. cuspidatum*	Herbácea	---	X	---	---	---
153			Helecho	*Asplenium formosum Willd.*	Herbácea	---	X	X	---	---
154			Helecho	*Asplenium monanthes L.*	Herbácea	---	X	X	---	---
155			Helecho	*Asplenium sessilifolium Desv.*	Herbácea	---	X	---	---	---
156		Athyriaceae	Helecho	*Diplazium franconis Liebm.*	Herbácea	---	X	---	---	---
157		Blechnaceae	Helecho	*Blechnum appendiculatum Willd.*	Herbácea	---	X	---	---	---
158			Helecho	*Blechnum occidentale L.*	Herbácea	X	X	X	---	---
159			Helecho	*Blechnum schiedeanum (Schltdl.)*	Herbácea	---	X	---	---	---
160		Cystopteridaceae	Helecho Perejil	*Cystopteris fragilis L.*	Herbácea	X	X	X	---	---
161		Dennstaedtiaceae	Helecho	*Dennstaedtia bipinata (Cav.)*	Herbácea	X	X	---	---	---
162			Helecho	*Dennstaedtia cornuta (Kaulf.) Mett*	Herbácea	---	X	X	---	---
163			Helecho	*Dennstaedtia globulifera (Poir.)*	Herbácea	X	X	---	---	---
164		Dryopteridaceae	Helecho de otoño	*Dryopteris cinnamomea (Cav.)*	Herbácea	---	X	X	---	---
165			Helecho	*Dryopteris patula (Sw.) Underw*	Arbustiva	---	X	X	---	---
166			Helecho	*Dryopteris pseudofilix-mas (Fée) Rothm*	Herbácea	---	X	X	---	---
167			Cabeza de chivo	*Dryopteris wallichiana (Spring.)*	Arbustiva	---	X	---	---	---
168			Helecho	*Elaphoglossum guatemalense (Klotzsch) T. Moore*	Herbácea	---	X	X	---	---
169			Helecho	*Elaphoglossum paleaceum (Hook. et Grev.) Sledge*	Herbácea	---	X	X	---	---
170			Helecho	*Elaphoglossum sartorii (Liebm.)*	Herbácea	X	X	X	---	---
171			Helecho	*Phanerophlebia macrosora (Baker) Underw.*	Arbustiva	---	X	X	---	---
172			Helecho	*Phanerophlebia nobilis (Schltdl. et Cham.) C. Presl*	Herbácea	X	X	X	---	---
173			Helecho	*Phanerophlebia remotispora E. Fourn*	Herbácea	---	X	X	---	---
174			Helecho	*Polystichum fournieri A.R. Sm*	Herbácea	---	X	---	---	---
175		Fabaceae	Mata buey	*Diplazium lonchophyllum Kunze*	Arbustiva	X	---	---	---	---

ID	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Hábito	Unidad Molango	Unidad Naopa	Unidad Nonoalco	NOM-059§	UICN§§
176			Helecho	*Campylonereum xalapense Feé*	Herbácea	X	X	X	---	---
177			Helecho	*Campyloneurum angustifolium (Sw.) Fee.*	Herbácea	X	X	X	---	---
178			Helecho	*Pecluma alfredii (Rosenst.) M.G. Price*	Herbácea	---	X	X	---	---
179			Helecho	*Pecluma ferruginea (M. Martens et Galeotti) M.G. Pric*	Herbácea	---	---	X	---	---
180			Helecho	*Pecluma hartwegiana (Hook.) F.C. Assis et Salino*	Herbácea	---	X	X	---	---
181			Helecho	*Pellaea sagittata (Cav.) Link*	Herbácea	---	X	X	---	---
182			Helecho azul	*Phlebodium pseudoaureum (Cav.) Lellinger*	Herbácea	X	X	X	---	---
183			Helecho	*Pityrogramma ebenea (L.)*	Herbácea	---	X	X	---	---
184		Polypodiaceae	Helecho	*Pleopeltis lepidotricha (Fee.)*	Herbácea	---	X	---	---	---
185			Helecho	*Pleopeltis madrensis (J. Sm.) A.R. Sm. et Tejero*	Herbácea	X	X	X	---	---
186			Helecho	*Pleopeltis mexicana (Fée) Mickel et Beitel*	Herbácea	---	X	X	---	---
187			Helecho	*Pleopeltis polylepis (Roem. ex Kuntze) T. Moore*	Herbácea	X	X	X	---	---
188			Helecho	*Pleopeltis polypodioides (L) E. G. Andrews et Windham*	Herbácea	X	X	X	---	---
189			Helecho	*Polypodium arcanum Maxon*	Herbácea	---	X	X	---	---
190			Helecho	*Polypodium plesiosorum Kunze*	Herbácea	X	X	X	---	---
191			Helecho	*Polypodium rhodopleuron Kunze*	Herbácea	X	X	X	---	---
192			Helecho	*Polypodium subpetiolatum Hook*	Herbácea	X	X	X	---	---
193			Culantrillo	*Adiantum braunii Mett ex. Kuhn*	Herbácea	X	X	X	---	---
194			Culantrillo de agua	*Adiantum concinnum Humb. et Bonpl. ex Willd.*	Herbácea	---	X	X	---	---
195			Culantrillo de agua	*Adiantum tenerum Sw*	Herbácea	---	X	X	---	---
196			Culantrillo de agua	*Adiantum trapeziforme L.*	Herbácea	---	X	---	---	---
197			Helecho	*Aleuritopteris farinosa (Forssk.) Fée*	Herbácea	---	X	X	---	---
198			Helecho	*Cheilanthes notholaenoides (Desv.) Maxon ex Weath.*	Herbácea	---	X	X	---	---
199			Helecho de gaga	*Gaga angustifolia (Kunth) F.W. Li et Windham*	Herbácea	---	X	---	---	---
200			Helecho de gaga	*Gaga kaulfussii (Kunze) F.W. Li & Windham*	Herbácea	---	X	---	---	---
201		Pteridaceae	Helecho	*Llavea cordifolia Lag.*	Arbustiva	---	X	X	---	---
202			Helecho	*Mildella fallax (M. Martens et Galeotti) G.L. Nesom*	Herbácea	---	X	X	---	---
203			Doradilla	*Myriopteris aurea (Poir.) Grusz et Windham*	Herbácea	---	X	X	---	---
204			Sanguinaria	*Myriopteris notholaenoides (Desv.)*	Herbácea	---	X	---	---	---
205			Itamo real	*Pellaea ovata (Desv.)*	Herbácea	---	X	X	---	---
206			Helecho	*Pityrogramma calomelanos (L.) Link*	Herbácea	---	X	X	---	---
207			Helecho	*Pleopeltis sanctae-rosae (Maxon) A.R. Sm. et Tejero*	Herbácea	---	X	X	---	---
208			Helecho de creta	*Pteris cretica L.*	Herbácea	---	---	X	---	---
209			Helecho	*Pteris longifolia L.*	Herbácea	---	X	X	---	---
210			Helecho	*Pteris quadriaurita Retz.*	Arbustiva	X	X	X	---	---

ID	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Hábito	Unidad Molango	Unidad Naopa	Unidad Nonoalco	NOM-059§	UICN§§
211		Tectariaceae	Helecho	*Tectaria heracleifolia (Willd.) Underw*	Herbácea	---	X	X	---	---
212		Thelypteridaceae	Helecho	*Amauropelta resinifera (Desv.) Pic. Serm.*	Herbácea	---	X	---	---	---
213			Helecho	*Amauropelta rudis (Kunze) Pic. Serm.*	Herbácea	---	X	X	---	---
214			Helecho	*Christella puberula (Bak.) Á. Löve et D. Löve*	Herbácea	---	X	---	---	---
215	Proteales	Platanaceae	Álamo blanco	*Platanus mexicana Moric.*	Arbórea	---	---	X	---	LC
216	Pteridales	Dennstaedtiaceae	Helecho marranero	*Pteridium aquilinum (L.)*	Herbácea	---	X	X	---	---
217		Pteridaceae	Culantrillo	*Adiantum andicola Liebm.*	Herbácea	X	X	X	---	---
218			Culantrilo	*Adiantum poiretii Wikstr*	Herbácea	---	X	X	---	---
219			Helecho	*Doryopteris palmata (Willd.) J.Sm.*	Herbácea	---	X	---	---	---
220			Helecho	*Hemionitis palmata L.*	Herbácea	---	X	---	---	---
221	Rosales	Cannabaceae	Capulín cimarrón	*Trema micrantha (L.) Blume*	Arbórea	X	---	---	---	LC
222		Moracaea	Amacapulín	*Morus celtidifolia Kunth*	Arbórea	---	X	X	---	LC
223			Amate dorado	*Ficus aurea Nutt.*	Arbórea	---	X	---	---	---
224			Amate negro	*Ficus cotinifolia Kunth*	Arbórea	X	---	---	---	LC
225			Higuera blanca	*Ficus insipida Willd.*	Arbórea	X	---	---	---	-
226			Álamo	*Ficus maxima Mill.*	Arbórea	X	---	---	---	LC
227			Ramón	*Brosimum alicastrum Sw.*	Arbórea	X	---	---	---	LC
228		Rosaceae	Manzanita	*Crataegus gracilior J.B. Phipps*	Arbustiva	---	X	X	---	LC
229			Frambuesa	*Rubus sapidus Schltdl.*	Arbustiva	---	X	---	---	---
230		Urticaceae	Guarumo	*Cecropia obtusifolia Bertol.*	Arbórea	X	---	---	---	LC
231	Santalales	Loranthaceae	Injerto de huizache	*Psittacanthus calyculatus*	Herbácea	X	---	---	---	---
232	Sapindales	Anacardiaceae	Mango	*Mangifera indica L.*	Arbórea	X	---	---	---	---
233		Burseraceae	Palo mulato	*Bursera simaruba (L.) Sarg.*	Arbórea	X	---	---	---	LC
234		Meliaceae	Cedro	*Cedrela odorata L.*	Arbórea	X	---	---	Pr	VU
235			Árbol asiático del paraíso	*Melia azedarach L.*	Arbórea	X	---	---	---	---
236			Ciruelillo	*Trichilia havanensis*	Arbórea	X	---	---	---	LC
237		Rutaceae	Zapote blanco	*Casimiroa edulis La Llave & Lex.*	Arbórea	X	---	---	---	LC
238		Sapindaceae	Jaboncillo	*Sapindus saponaria L.*	Arbórea	X	---	---	---	LC
239	Saxifragales	Altingiaceae	liquidámbar	*Liquidambar styraciflua L*	Arbórea	---	X	X	---	---
240	Schizaeales	Anemiaceae	Helecho	*Anemia adiantifolia (L.) Sw.*	Herbácea	---	X	X	---	---
241			Helecho	*Anemia mexicana Klotzch*	Herbácea	---	X	X	---	---
242			Helecho	*Anemia phyllitidis (L.) Sw.*	Herbácea	---	X	X	---	---
243	Selaginellales	Selaginellaceae	Selaginella	*Selaginella delicatissima Linden ex A. Braun*	Herbácea	---	X	X	---	---
244			Doradilla	*Selaginella pallescens (C. Presl) Sprin*	Herbácea	---	X	X	---	---
245			Selaginella	*Selaginella stellata Sprin*	Herbácea	---	X	---	---	---
246	Solanales	Convulvulaceae	Hoja de Jalapa	*Ipomoea purga (Wender.) Hayne*	Enredadera	---	X	X	---	---
247		Solanaceae	Abrojo	*Solanum ferrugineum Jacq.*	Arbustiva	---	X	X	---	---
248			Solanum	*Solanum myriacanthum Dunal*	Arbustiva	---	X	X	---	---
249			Helecho	*Solanum pseudocapsicum L.*	Arbustiva	---	X	X	---	---
250	Vitales	Vitaceae	Cissus	*Cissus verticillata (L.) Nicolson et C.E. Jarvis*	Herbácea	X	X	X	---	---

ID	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Hábito	Unidad Molango	Unidad Naopa	Unidad Nonoalco	NOM-059§	UICN§§
251	Zingiberales	Heliconiaceae	Chameque	*Heliconia schiedeana Klotzsch*	Arbórea	X	---	---	---	---
252		Musaceae	Plátano ornamental asiático	*Musa ornata Roxb.*	Herbácea	X	---	---	---	LC

§ Categoría de riesgo con base en la MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la 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, el cual fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de noviembre de 2019. Categorías de riesgo: Pr = Protección especia; P = Peligro de extinción; A = Amenazada y, E = Extinta en el medio silvestre.

§§ Clasificación de las especies de acuerdo con la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN): LC = Preocupación menor; VU = Vulnerable; EN = En peligro; NT = Casi amenazada; CR = En peligro crítico; EW = Extinto en estado silvestre, y, EX = Extinto.

IV.3.2.3 Fauna silvestre

La fauna silvestre del SAR se caracterizó mediante la realización de trabajos de campo aplicando metodologías específicas por clase en las mismas fechas y sitios de muestreo designados para la caracterización de flora silvestre. El trabajo de campo realizado para caracterizar la diversidad de fauna silvestre en el polígono del SAR dio como resultado un listado general de 149 especies agrupando todas las taxas registradas (Tabla RE.32). Las aves fueron el grupo más diverso con 123 especies, seguidas por mamíferos (17), anfibios (6) y reptiles (3). Del total de especies registradas en el SAR, 17 están listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. De ellas, 12 corresponden a aves, tres a mamíferos, una a reptil y una a anfibio. Seis especies están bajo protección especial (Pr), siete se encuentran amenazadas (A) y cuatro están en peligro de extinción (P). Entre las especies destacadas están el tigrillo (*Leopardus wiedii*), el murciélago trompudo (*Choeronycteris mexicana*) y la rana de hojarasca (*Craugastor augusti*).

Tabla RE. 32. Listado general de especies de fauna silvestre identificadas en los muestreos realizados en el SAR del proyecto incluyendo las unidades del Distrito Minero Autlán, así como la identificación de su relevancia ambiental.

ID	Clase	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Molango	Naopa	Nonoalco	NOM-059[1]	UICN[2]	Endemismo[3]
1	Amphibia	Anura	Bufonidae	Sapo nebuloso	*Incilius nebulifer*	X	X	---	---	LC	---
2				Sapo de pino	*Incilius occidentalis*	---	X	---	---	LC	---
3				Sapo de caño	*Rhinella marina*	X	---	---	---	LC	---
4			Eleutherodactylidae	Ranita chirriadora	*Eleutherodactylus* cystignathoides	X	---	---	---	LC	---
5			Ranidae	Rana Leopardo	*Lithobates berlandieri*	---	X	X	Pr	LC	---
6				Ranita de dedos largos	*Lithobates spectabilis*	---	---	X	---	LC	---
1	Reptilia	Squamata	Natricidae	Culebra de agua	*Thamnophis eques*	---	X	---	A	LC	---
2			Phrynosomatidae	Lagartija escamosa del mezquite	*Sceloporus grammicus*	---	X	---	Pr	LC	---
3				Lagartija escamosa panza rosada	*Sceloporus variabilis*	X	---	---	---	LC	---
1	Mammalia	Artiodactyla	Cervidae	Temazate rojo	*Mazama temama*	---	X	---	---	DD	NE
2			Tayassuidae	Pecarí de collar	*Pecari tajacu*	---	---	X	---	LC	NE
3		Carnivora	Canidae	Zorra gris	*Urocyon cinereoargenteus*	X	X	X	---	LC	NE

ID	Clase	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Molango	Naopa	Nonoalco	NOM-059[1]	UICN[2]	Endemismo[3]
4			Felidae	Yaguarundi	*Herpailurus yagouaroundi*	---	X	---	A	LC	NE
5				Tigrillo	*Leopardus wiedii*	X	X	X	P	NT	NE
6			Mephitidae	Zorrillo manchado occidental	*Spilogale gracilis*	---	---	X	---	LC	NE
7			Mustelidae	Viejo de monte	*Eira barbara*	---	X	---	P	LC	NE
8			Procyonidae	Cacomixtle norteño	*Bassariscus astutus*	---	---	X	---	LC	NE
9				Coatí	*Nassua narica*	---	X	---	---		NE
10				Mapache	*Procyon lotor*	X	X	X	---	LC	NE
11		Cingulata	Dasypodidae	Armadillo de nueve bandas	*Dasypus novemcinctus*	X	X	X	---	LC	NE
12		Didelphimorphia	Didelphidae	Tlacuache norteño	*Didelphis virginiana*	X	X	X	---	LC	NE
13		Lagomorpha	Leporidae	Conejo de monte	*Sylvilagus cunicularius*	---	---	X	---	LC	NE
14		Rodentia	Geomyidae	Tuza crespa	*Heterogeomys hispidus*	---	---	X	---	---	NE
15			Sciurinae	Ardilla	*Sciurus aculatus*	X	X	X	---	---	NE
16				Ardilla vientre rojo	*Sciurus aureogaster*	---	X	X	---	LC	NE
17				Ardilla tropical	*Sciurus deppei*	---	---	X	---	LC	NE
1	Aves	Accipitriformes	Accipitridae	Aguililla cola roja	*Buteo jamaicensis*	X	---	---	---	LC	---
2		Apodiformes	Trochilidae	Colibrí garganta rubí	*Archilochus colubris*	X	X	---	---	LC	---
3				Colibrí orejas blancas	*Basilinna leucotis*	---	---	X	---	LC	---
4				Colibrí magnífico	*Eugenes fulgens*	---	X	---	---	LC	---
5				Colibrí garganta amatista	*Lampornis amethystinus*	---	X	---	---	LC	---
6				Fandanguero mexicano	*Pampa curvipennis*	---	X	---	---	LC	---
7				Colibrí corona azul	*Saucerottia cyanocephala*	X	X	X	---	LC	---
8		Caprimulgiformes	Caprimulgidae	Chotacabras pauraque	*Nyctidromus albicollis*	---	X	---	---	LC	---
9		Cathartiformes	Cathartidae	Zopilote aura	*Cathartes aura*	X	X	X	---	LC	---
10				Zopilote común	*Coragyps atratus*	X	---	---	---	LC	---
11		Columbiformes	Columbidae	Maullador gris	*Dumetella carolinensis*	---	X	X	---	LC	---
12				Paloma canela	*Geotrygon montana*	---	X	---	---	LC	---
13				Paloma arroyera	*Leptotila verreauxi*	X	X	X	---	LC	---
14				Paloma encinera	*Patagioenas fasciata*	X	---	---	---	LC	---
15				Paloma cara blanca	*Zentrygon albifacies*	---	X	X	A	LC	---
16		Falconiformes	Falconidae	Halcón selvático de collar	*Micrastur semitorquatus*	X	---	---	Pr	LC	---
17		Galliformes	Cracidae	Chachalaca vetula	*Ortalis vetula*	X	---	---	---	LC	---
18			Odontophoridae	Codorniz coluda veracruzana	*Dendrortyx barbatus*	X	---	X	P		E
19		Gruiformes	Rallidae	Gallareta americana	*Fulica americana*	X	---	---	---	LC	---

ID	Clase	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Molango	Naopa	Nonoalco	NOM-059[1]	UICN[2]	Endemismo[3]
20				Cardenal rojo	*Cardinalis cardinalis*	X	---	X	---	LC	---
21				Piranga hormiguera corona roja	*Habia rubica*	---	X	X	---	LC	---
22				Picogordo azul	*Passerina caerulea*	X	---	---	---	LC	---
23				Picogordo degollado	*Pheucticus ludovicianus*	---	---	X	---	LC	SE
24			Cardinalidae	Picogordo tigrillo	*Pheucticus melanocephalus*	---	---	X	---	LC	---
25				Piranga dorso rayado	*Piranga bidentata*	---	X	X	---	LC	---
26				Piranga encinera	*Piranga flava*	---	X	---	---	LC	---
27				Piranga alas blancas	*Piranga leucoptera*	---	---	X	---	LC	---
28				Piranga capucha roja	*Piranga ludoviciana*	---	---	X	---	LC	---
29				Piranga roja	*Piranga rubra*	X	X	X	---	LC	---
30			Corvidae	Chara pea	*Cyanocorax morio*	X	X	---	---	LC	---
31				Chara verde	*Cyanocorax yncas*	X	X	X	---	LC	---
32			Emberizidae	Junco ojos de lumbre	*Junco phaenotus*	X	---	---	---	---	CE
33				Eufonia gorra azul	*Chlorophonia elegantissima*	---	X	---	---	---	---
34				Eufonia garganta amarilla	*Euphonia hirundinacea*	X	X	---	---	LC	---
35		Passeriformes	Fringillidae	Pinzón mexicano	*Haemorhous mexicanus*	---	X	---	---	LC	---
36				Jilguerito encapuchado	*Spinus notatus*	---	X	---	---	LC	---
37				Jilguerito pinero	*Spinus pinus*	---	---	X	---	LC	---
38				Jilguerito dominico	*Spinus psaltria*	X	---	X	---	LC	---
39				Musguero castaño	*Clibanornis rubiginosus*	X	---	---	A	LC	---
40			Furnariidae	Trepatroncos corona punteada	*Lepidocolaptes affinis*	---	X	---	---	LC	---
41				Trepatroncos cabeza gris	*Sittasomus griseicapillus*	---	X	---	---	LC	---
42				Trepatroncos bigotudo	*Xiphorhynchus flavigaster*	X	---	---	---	LC	---
43				Calandria capucha negra	*Icterus graduacauda*	X	X	X	---	LC	CE
44			Icteridae	Calandria castaña	*Icterus spurius*	X	---	---	---	LC	---
45				Zanate mexicano	*Quiscalus mexicanus*	X	---	---	---	LC	---
46				Mulato Azul	*Melanotis caerulescens*	X	---	X	---	LC	---
47			Mimidae	Cuicacoche pico curvo	*Toxostoma curvirostre*	X	---	---	---	LC	---
48				Cuicacoche pico largo	*Toxostoma longirostre*	---	---	X	---	LC	CE
49			Paridae	Carbonero embridado	*Baeolophus wollweberi*	---	---	X	---	LC	---
50			Parulidae	Chipe Cejas Doradas	*Basileuterus belii*	---	X	X	---	---	---

ID	Clase	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Molango	Naopa	Nonoalco	NOM-059[1]	UICN[2]	Endemismo[3]
51				Chipe Cejas Negras	*Basileuterus culicivorus*	---	---	X	---	LC	---
52				Chipe Gorra Canela común	*Basileuterus rufifrons*	X	X	X	---	LC	CE
53				Chipe corona negra	*Cardellina pusilla*	---	X	X	---	LC	---
54				Chipe lores negros	*Geothlypis tolmiei*	---	X	X	A	LC	---
55				Chipe oliváceo	*Leiothlypis celata*	---	---	X	---	LC	---
56				Chipe Cabeza Gris	*Leiothlypis ruficapilla*	---	---	X	---	LC	---
57				Chipe trepador	*Mniotilta varia*	---	---	X	---	LC	---
58				Pavito alas nergas	*Myioborus miniatus*	---	X	---	---	LC	---
59				Pavito alas rojas	*Myioborus pictus*	---	X	X	---	LC	---
60				Chipe arroyero	*Parkesia motacilla*	---	X	---	---	LC	---
61				Chipe rabadilla amarilla	*Setophaga coronata*	---	X	X	---	LC	---
62				Chipe amarillo	*Setophaga petechia*	X	---	---	---	LC	---
63				Chipe tropical	*Setophaga pitiayumi*	---	X	---	---	LC	---
64				Chipe de townsend	*Setophaga townsendi*	---	---	X	---	LC	---
65				Chipe dorso verde	*Setophaga virens*	---	X	X	---	LC	---
66			Passerellidae	Zacatonero canelo	*Aimophila rufescens*	X	---	---	---	LC	---
67				Rascador gorra castaña	*Arremon brunneinucha*	X	X	X	---	LC	---
68				Rascador oliváceo	*Arremonops rufivirgatus*	X	X	---	---	LC	CE
69				Gorrión de Lincoln	*Melospiza lincolnii*	---	---	X	---	LC	---
70			Polioptilidae	Perlita azulgrís	*Polioptila caerulea*	X	X	---	---	LC	---
71			Regulidae	Reyezuelo matraquita	*Corthylio calendula*	---	X	X	---	LC	---
72			Thraupidae	Chinchinero común	*Chlorospingus flavopectus*	X	X	X	---	LC	---
73				Saltador cabeza negra	*Saltator atriceps*	---	X	---	---	LC	---
74				Saltador gris mesoamericano	*Saltator grandis*	---	X	---	---	LC	---
75				Semillero de collar	*Sporophila moreletti*	X	---	---	---		---
76				Semillero oliváceo	*Tiaris olivaceus*	X	---	---	---	LC	---
77			Troglodytidae	Saltapared pecho gris	*Henicorhina leucophrys*	---	X	X	---	LC	---
78				Saltapared moteado	*Pheugopedius maculiptecus*	X	X	X	---	---	---
79				Saltapared cola larga	*Thryomanes bewickii*	---	X	---	---	LC	---
80				Saltapared común	*Troglodytes aedon*	X	X	X	---	LC	---
81			Turdidae	Zorzal pico naranja	*Catharus aurantiirostris*	---		X	---	LC	---
82				Zorzal corona negra	*Catharus mexicanus*	---	X	---	Pr	LC	---

ID	Clase	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Molango	Naopa	Nonoalco	NOM-059[1]	UICN[2]	Endemismo[3]
83				Clarín jilguero	*Myadestes occidentalis*	X	X	X	Pr	LC	---
84				Clarín unicolor	*Myadestes unicolor*	X		---	A	LC	---
85				Mirlo café	*Turdus grayi*	X	X	---	---	LC	---
86				Mirlo primavera	*Turdus migratorius*	X		---	---	LC	---
87			Tyrannidae	Papamoscas José María	*Contopus pertinax*		X	X	---	LC	---
88				Papamoscas del oeste	*Contopus sordidulus*	X		---	---	LC	---
89				Papamoscas del este	*Contopus virens*	X		---	---	LC	---
90				Papamoscas amarillo del Pacífico	*Empidonax difficilis*	---	X	X	---	LC	CE
91				Papamoscas vientre amarillo	*Empidonax flaviventris*	---	X	---	---	LC	---
92				Papamoscas de Hammond	*Empidonax hammondii*	---	---	X	---	LC	---
93				Papamoscas Bajacolita	*Empidonax wrightii*	---	---	X	---	LC	SE
94				Mosquerito ocre	*Mionectes oleagineus*	---	X	---	---	LC	---
95				Papamoscas Copetón	*Mitrephanes phaeocercus*	---	---	X	---	LC	---
96				Papamoscas triste	*Myiarchus tuberculifer*	X	X	X	---	LC	---
97				Luisito común	*Myiozetetes similis*	X	X	X	---	LC	---
98				Bienteveo común	*Pitangus sulphuratus*	X	X	---	---	LC	---
99				Mosquero cardenal	*Pyrocephalus rubinus*	X	---	X	---	LC	---
100				Papamoscas fibí	*Sayornis phoebe*	---	---	X	---	LC	---
101				Tirano cuir	*Tyrannus couchii*	X	X	---	---	LC	---
102				Tirano pirirí	*Tyrannus melancholicus*	X	X	X	---	LC	---
103			Vireonidae	Vireón cejas canela	*Cyclarhis gujanensis*	X	X	X	---	LC	---
104				Vireo de Cassin	*Vireo cassinii*	---	---	X	---	LC	SE
105				Vireo verdeamarillo	*Vireo flavoviridis*	X	X	X	---	LC	---
106				Vireo gorjeador	*Vireo gilvus*	---	X	X	---	LC	---
107				Vireo ojos blancos	*Vireo griseus*	X	X	X	---	LC	---
108				Vireo gorra café	*Vireo leucophrys*	---	X	X	---	LC	---
109				Vireo ojos rojos	*Vireo olivaceus*	---	X	X	---	LC	---
110				Vireo plomizo	*Vireo plumbeus*	X	---	---	---	LC	---
111				Vireo anteojillo	*Vireo solitarius*	---	X	---	---	LC	---
112		Pelecaniformes	Ardeidae	Garza Ganadera Occidental	*Ardea ibis*	---	---	X	---	LC	EX

ID	Clase	Orden	Familia	Nombre común	Nombre científico	Molango	Naopa	Nonoalco	NOM-059[1]	UICN[2]	Endemismo[3]
113				Garza dedos dorados	*Egretta thula*	---	X	---	---	LC	---
114		Piciformes	Picidae	Carpintero olivo	*Colaptes rubiginosus*	---	X	---	---	LC	---
115				Carpintero mexicano	*Dryobates scalaris*	X	---	---	---	LC	---
116				Carpintero café	*Leuconotopicus fumigatus*	X	---	---	---	LC	---
117				Carpintero albinegro mayor	*Leuconotopicus villosus*	---	---	X	---	LC	---
118				Carpintero bellotero	*Melanerpes formicivorus*	X	X	X	---	LC	---
119		Psittaciformes	Psittacidae	Perico mexicano	*Psittacara holochlorus*	X	X	---	A	LC	---
120		Strigiformes	Strigidae	Tecolote oyamelero norteño	*Aegolius acadicus*	---	X	---	---	LC	---
121				Búho café	*Strix virgata*	---	X	---	---	LC	---
122		Trogoniformes	Trogonidae	Coa de collar	*Trogon collaris*	X	---	---	Pr	LC	---
123				Coa mexicana	*Trogon mexicanus*	---	X	---	---	LC	---

[1] Categoría de riesgo con base en la MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la 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, el cual fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de noviembre de 2019. Categorías de riesgo: Pr = Protección especia; P = Peligro de extinción; A = Amenazada y, E = Extinta en el medio silvestre.

[2] Clasificación de las especies de acuerdo con la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN): LC = Preocupación menor; DD = Datos deficientes; VU = Vulnerable; EN = En peligro; NT = Casi amenazada; CR = En peligro crítico; EW = Extinto en estado silvestre, y, EX = Extinto.

[3] Endemismo: E = Endémica exclusiva del país o región); SE = Semiendémica; CE = Cuasiendémica; EX = Exótica; I = Invasora, y, NE = No endémica.

IV.3.3 Diagnóstico ambiental

IV. 3.3.1 Paisaje

El análisis del SAR permitió identificar seis unidades de paisaje definidas por su conformación geomorfológica: planicie ondulada medianamente diseccionada, lomeríos ligeramente y medianamente disecados, y montañas ligeramente, medianamente y fuertemente disecadas. Las unidades dominantes son las montañas ligeramente diseccionadas (54.34%) y montañas medianamente diseccionadas (22.99%). La llanura, con apenas el 1.66% del área, es la unidad menos representativa y se destina principalmente a agricultura de temporal.

IV.3.3.2 Fragilidad ambiental

La fragilidad ambiental del SAR se evaluó considerando pendiente, tipo de suelo y cobertura vegetal, clasificando el territorio en cinco niveles: muy baja, baja, media, alta y muy alta. De las 38,998.68 ha del SAR, la categoría media fue la dominante, abarcando el 52.14% del área (rango 0.58–0.67), seguida por las categorías de fragilidad muy alta (21.44%) y baja (20.65%). La fragilidad muy baja representó solo el 1.17% del polígono, siendo la de menor presencia. No se identificaron zonas con fragilidad nula.

IV.3.4. Aspecto sociales

El Sistema Ambiental Regional (SAR) del proyecto se localiza en nueve municipios de Hidalgo, con mayor presencia en Xochicoatlán, Molango, Lolotla y Tlanchinol, dentro de la Sierra Alta Hidalguense. La población asciende a aproximadamente 88,507 personas, distribuidas en localidades mayormente rurales y dispersas, con una estructura juvenil y limitadas oportunidades económicas, lo que ha favorecido procesos de migración temporal. Entre 1990 y 2020, algunos municipios crecieron demográficamente, como Zacualtipán y Tlanchinol, mientras que otros, como Eloxochitlán y Xochicoatlán, registraron decremento.

En cuanto a la percepción social, la población expresó interés en los beneficios económicos y laborales del proyecto, aunque también manifestó preocupación por los impactos ambientales, especialmente sobre el agua, aire y territorio. No se detectaron conflictos sociales activos, pero sí antecedentes de tensiones relacionadas con el agua, la tierra y la actividad minera, lo que hace necesaria la participación temprana de las comunidades.

Las comunidades mantienen un uso tradicional de los recursos naturales como la agricultura de temporal, recolección de leña, caza de subsistencia y uso de plantas medicinales, esenciales para su sustento y cultura. Además, el SAR alberga un rico patrimonio cultural, tanto tangible (iglesias, caminos, arquitectura) como intangible (lenguas, festividades, saberes ancestrales), que forma parte de la identidad colectiva y debe ser considerado en la gestión del proyecto.

IV.3.5. Diagnóstico ambiental

El polígono del SAR no se superpone con Áreas Naturales Protegidas federales, sin embargo, sí coincide casi completamente con el Área de Importancia para la Conservación de Aves (AICA) Tlanchinol-Bosque de Montaña del Noreste de Hidalgo, lo cual resalta su relevancia ecológica. El área presenta un 32.16% de su superficie con problemas de degradación del suelo, principalmente por compactación ligera asociada al sobrepastoreo, concentrada en la zona de influencia de la Unidad Minera Naopa.

IV.3.6. Cambio climático

El cambio climático representa un riesgo significativo para la biodiversidad del SAR, con proyecciones al año 2040 que estiman un aumento en la temperatura media anual de +2.38 °C y una disminución de -42.81 mm en precipitación, bajo el escenario SSP3-7.0. Para evaluar la vulnerabilidad del sistema, se modeló la distribución actual y futura de 13 especies de flora silvestre representativas del área utilizando MaxEnt y tres Modelos de Circulación General (GFDL-ESM4, MPI-ESM1-2, UKESM1). Los resultados muestran una pérdida generalizada de riqueza de especies en zonas cálidas y de menor altitud, mientras que las zonas altas conservan mayor estabilidad climática, actuando como refugios potenciales. Dentro del SAR, el 47.7% de la superficie se considera estable, el 27.1% con pérdida moderada, el 16.5% con pérdida alta y solo el 8.8% muestra ganancia moderada de riqueza.

Con base en estos resultados, se propone una estrategia que combine conservación y restauración de áreas climáticamente estables, revegetación con especies nativas tolerantes al cambio climático en zonas vulnerables, e implementación de bancos de germoplasma y monitoreo ambiental. Estas acciones deben integrarse a la planeación territorial y a las decisiones operativas del proyecto para fortalecer su resiliencia frente a escenarios de cambio climático. (Figura RE.27).

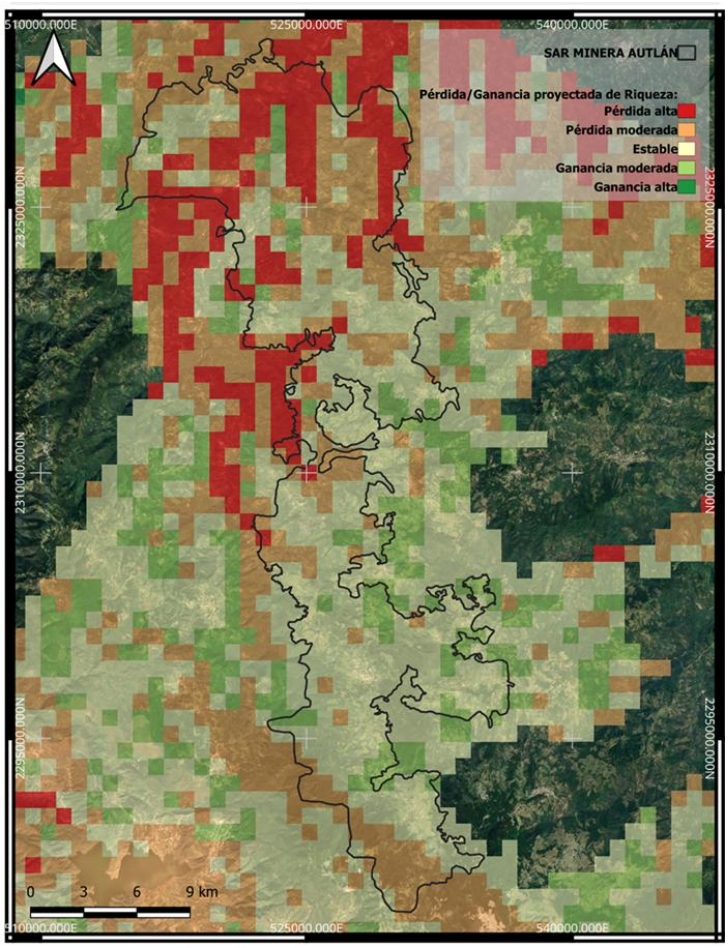


Figura RE. 27. Zonas de vulnerabilidad y estabilidad climática proyectadas para el año 2040 dentro del SAR de las unidades mineras de Autlán en el estado de Hidalgo

V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional

El presente capítulo se desarrolla para dar cumplimiento al objetivo primordial de la evaluación del impacto ambiental, entendiéndose ésta como "la modificación del ambiente ocasionado por la acción del hombre o de la naturaleza", de acuerdo con lo definido en la LGEEPA, que es el de llevar a cabo una identificación y valoración lo más objetiva e imparcial posible de los impactos ambientales potenciales a generarse por las obras y/o actividades que conforman los proyectos. Los resultados obtenidos de este ejercicio, posteriormente, sirven para establecer las medidas pertinentes de mitigación, prevención, compensación y/o restitución, de tal forma que éstos se reduzcan a niveles tolerables por el ambiente.

V.1. Identificación de impactos.

V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.

Los impactos ambientales que se pueden presentar durante el desarrollo de un proyecto están en función del grado de conservación del ecosistema en general, el cual es una suma (ponderada) del grado de conservación de cada uno de los factores ambientales que lo conforman, entre ellos la flora, fauna, suelo, aire y agua, la

naturaleza del proyecto, las características propias de sus obras, sus actividades y su ubicación. Es de considerar que toda obra y/o actividad de este tipo tendrá impactos sobre el ambiente y sus componentes ambientales en diferente nivel, los cuales podrán ser positivos (entiéndase como obras o actividades que favorecen la estabilidad del medio), o de carácter negativo (que representarán afectaciones a algún(os) componente(s) ambiental(es) o proceso(s)).

Considerando que el medio físico, biológico, económico y social en el sitio presenta características propias, se ocasionarán impactos particulares de acuerdo con el entorno que los rodea. El objetivo del ejercicio realizado en este capítulo es, precisamente, identificar esos posibles impactos ambientales particulares. A continuación, se describe la metodología empleada y los resultados obtenidos.

V.1.2. Proceso para la identificación y evaluación de impactos ambientales

De acuerdo con Gómez-Orea (1999), la identificación de las acciones del proyecto susceptibles de producir impactos y de los factores del ambiente susceptibles de recibirlos, se facilita haciendo uso de instrumentos existentes, tales como:

- Cuestionarios generales o específicos para diversos tipos de proyectos. Estos cuestionarios suelen utilizarse, además, para la emisión rápida de juicios sobre los proyectos a los que se aplican. Y, también ayudan a la reflexión y a la detección de los principales conflictos.
- Consulta a paneles de expertos.
- Entrevistas con personas y agentes de distintos intereses y sensibilidades ante el proyecto.
- Escenarios comparados. Es decir, análisis empírico de situaciones donde el proyecto a evaluar ha sido realizado.
- Matrices genéricas preexistentes de relación causa - efecto, como la conocida tipo Leopold, cuyas entradas por columnas tipifican un amplio conjunto de acciones susceptibles de producir impactos, la elaborada por la Comisión Internacional de Grandes Presas, etc.

En la Tabla RE.33 se presenta la secuencia de aplicación para la identificación de los impactos ambientales.

Tabla RE. 33. Etapas del proceso y métodos empleados para la identificación y evaluación de los impactos ambientales potenciales a generarse por el desarrollo del proyecto.

Etapa del proceso de identificación y evaluación	Técnica empleada
Identificación de las acciones del proyecto y factores ambientales.	• Revisión de matrices genéricas preexistentes de relación causa – efecto (Tipo Leopold). • Escenarios comparados. • Lista de chequeo.
Identificación de interacciones entre acciones del proyecto y elementos ambientales.	• Matriz de relación causa – efecto (Tipo Leopold). • Sobreposición de mapas.
Jerarquización de impactos ambientales significativos.	• Valorización y cribado y descripción de los impactos.

V.1.3 Lista indicativa de indicadores de impacto

Los indicadores ambientales tienen como principal característica que representan intentos para reducir la complejidad, evitar mediciones demasiado complicadas y seleccionar métodos simples, que pueden conducir a una representación satisfactoria de una relación compleja (Müller y Lenz, 2006). Desde el punto de vista de la evaluación, estos sirven para determinar la situación y presiones a las que está sometido el ambiente, permiten el desarrollo de medidas y prioridades, y la identificación de alternativas y aspectos críticos. Asimismo, sirven para evaluar los efectos de las medidas ambientales aplicadas con el fin de prevenir, mitigar y/o compensar los impactos ambientales generados por la ejecución de una obra y/o actividad.

Con base en lo antes referido, para el desarrollo del presente proyecto se tomaron como referencia para los indicadores ambientales, lo establecido en la siguiente normatividad, literatura y criterios de decisión particulares definidos para el proyecto:

a) Cambio de la geomorfología: La ejecución del proyecto implica el cambio del relieve en el área del proyecto, de forma puntual, debido a las actividades de la explotación de minerales a cielo abierto, construcción de caminos, disposición de tepetate y manejo de lamas (residuos geológicos de los diversos procesos), principalmente.

Los indicadores por evaluar son:

- Superficie afectada y cambio de relieve

b) Suelo: Con el desarrollo del proyecto, el suelo será uno de los componentes ambientales que potencialmente sufriría impactos ambientales. Estos irán desde la alteración de su perfil de desarrollo para el desplante de obras, hasta su degradación por contaminación del suelo por la dispersión, derrame y fugas de residuos y sustancias químicas, ambas afectaciones en áreas puntuales.

Los indicadores para evaluar esta variable son:

- Producción: volumen (m^3) o cantidad (kg) de residuos sólidos urbanos generados por tipo, con respecto al volumen o cantidad total, instalación de kit de contenedores, habilitación de áreas para la disposición de residuos de manejo especial, superficie contaminada por dispersión, derrames o fugas de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, tiempo utilizado para dar respuesta a incidentes ambientales relacionados con la contaminación del suelo por residuos, superficie de suelo afectada por el desplante de las obras.

c) Calidad del aire por la emisión de gases y partículas sólidas: Este subfactor ambiental se verá afectado por la generación de polvos fugitivos y la emisión de gases de combustión, siendo las principales fuentes emisoras los vehículos y el equipo automotor empleado en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto y el horno rotatorio de nodulización que opera a gas y de los hornos de secador y reductor que operan con diésel.

Las fuentes emisoras y el grado de afectación estará en función de:

- Distancia de acarreo y transporte de materiales e insumos para la realización del proyecto y del tiempo de operación y número de fuentes emisoras en operación.

d) Confort sonoro (generación de ruido): La operación de maquinaría, vehículos y equipo para la preparación de sitios, instalación de los equipos, actividades de exploración, excavación, construcción de obras, actividades de aprovechamiento mineral (perforaciones y voladura y trituración), y de restauración de sitios del proyecto serán los principales agentes que ocasionarán la afectación a este subfactor ambiental.

El cambio en el confort sonoro estará en función de:

- Número, tiempo de operación, ubicación e intensidad de las emisiones de las ondas sonoras de los agentes generadores de ruido operando.

e) Cantidad y calidad de agua superficial: Son dos subfactores del agua que pueden verse afectados por el desarrollo del proyecto y que cuentan con indicadores para su seguimiento y evaluación.

Los principales indicadores para evaluar el impacto ambiental en este componente ambiental serán:

- Volumen de agua aprovechada y el nivel de contaminación y contaminantes descargados a cuerpos de agua superficiales.

f) Cambio del flujo hidrológico y calidad del agua: Los escurrimientos de las áreas de explotación y depósito de tepetate, que tienen como característica la falta de cobertura y contar con material suelto, son áreas potenciales generadoras de escorrentía con arrastre de sedimentos durante la época de lluvias.

El grado de afectación está determinado por:

- Número de cuerpos de agua superficiales o escurrimientos de agua alterados y la concentración de la superficie que se encuentre sin cobertura vegetal y cuente con material sin cohesión.

g) Abundancia de especies de flora silvestre, especies en categoría de riesgo y cobertura vegetal. Con la remoción parcial de la vegetación en el área del proyecto, se afectarían principalmente los subfactores ambientales de abundancia, especies en categoría de riesgo y cobertura vegetal, dado la extensión de las asociaciones vegetales y la distribución de las especies en el sistema ambiental. Los principales indicadores para evaluar el impacto ambiental en este subfactor serán:

- Tipos y proporción de asociaciones vegetales por afectar, superficie por afectar por tipo de asociación vegetal presente en el predio, especies e individuos por afectar en categoría de riesgo y de relevancia ambiental, densidad (individuos ha^{-1}) y diversidad (número de especies), por asociación vegetal a afectar por el desarrollo del proyecto.

h) Abundancia, diversidad, movilidad y especies en categoría de riesgo y amenazadas con base a la lista roja de especies de fauna silvestre.

Los indicadores potenciales para evaluar el impacto ambiental en este componente ambiental serán:

- Número de especies e individuos a rescatar y reubicar, totales y en categoría de riesgo y superficie reforestada para que funcione como sitio de alimentación, reproducción, refugio y percheo de fauna silvestre.

i) Calidad estética del paisaje e impacto visual.

Los indicadores de evaluación del impacto a considerar son:

- Número, dimensiones, características constructivas y ubicaciones de las obras del proyecto.

j) Calidad de vida: La generación de empleos y la derrama económica que la ejecución del proyecto implicaría, son dos de los subfactores sociales que se verían beneficiados.

Los indicadores de impacto a considerar son:

- Empleos directos e indirectos estimados a generar por el desarrollo del proyecto y la derrama económica por la realización del proyecto.

Es a través de los indicadores establecidos y el monitoreo del comportamiento ambiental como se podrá definir si los resultados obtenidos de la aplicación de las medidas ambientales están dentro del marco jurídico establecido y dentro de los límites fijados, o bien, si se requiere la implementación de medidas ambientales adicionales.

V.2 Metodología para la identificación y evaluación de impactos

V.2.1. Procedimiento seguido para la identificación de impactos

Como parte del proceso de identificación de los impactos ambientales a generarse por la ejecución del proyecto, primero se empleó la técnica de identificación de impactos ambientales denominada lista de chequeo simple,

la cual se considera básicamente una técnica cualitativa de identificación de impactos ambientales. Esta consta de actividades que pueden generar impactos asociados a factores o subfactores ambientales susceptibles de ser alterados y se obtiene mediante la conformación de una **matriz de interacciones entre las obras y actividades**, y los factores y subfactores involucrados.

En este apartado se identifican las relaciones causa-efecto entre las acciones derivadas del proyecto que pueden causar impactos y de los atributos ambientales potencialmente receptores.

El punto de partida para la formación de esta matriz fue el resultado de la identificación y evaluación de impactos ambientales de los proyectos **"Tajo Naopa"**, **"Tajo Acuatitla"** y **"Modificación del Proyecto Tajo Naopa"**, gestionados por la **Compañía Minera Autlán**.

Las etapas del proyecto y las obras y actividades que implican su desarrollo, constituyen los "Elementos y Actividades" del proyecto en la matriz de identificación; mientras que los componentes del medio susceptibles de recibir impactos están diferenciados por "Factores y subfactores ambientales". En las Tablas RE.34 y RE.35 se presentan, primero, los elementos y actividades, por etapa de desarrollo, que serían potenciales generadores de impactos ambientales; y, en la segunda, los factores y subfactores, por subsistema y medio ambiente, susceptibles de verse impactados.

Las especificaciones del proyecto autorizado y las nuevas obras que integran este proyecto están ampliamente descritas y referidas en el capítulo II de esta MIA-R.

Tabla RE. 34. Actividades y elementos por etapa de desarrollo del proyecto, potenciales generadores de impactos ambientales durante el desarrollo del proyecto.

Etapa	Elemento	Actividad
Preparación del sitio	Adecuación de áreas	• Delimitación y trazado de áreas • Deshierbe y desmonte • Despalme y nivelación de áreas
	Uso de automotores	• Operación de maquinaria y vehículos • Mantenimiento de maquinaria y equipos • Manejo de hidrocarburos
Construcción	Rehabilitación y/o construcción de vías de comunicación internas.	• Conformación de bases de terracería • Aplicación de riegos de compactación • Obras de drenaje
	Obras de apoyo (campamentos, comedores, casetas, oficinas, clínica, estacionamientos, patio de maniobras, área de embarque, PTAR, bordos-represas, contrapozos de ventilación, viveros, centro de educación ambiental, áreas deportivas, relleno sanitario)	• Excavaciones / cimentaciones • Habilitación del área de desplante • Construcción / instalación de infraestructura
	Obras auxiliares (polvorines, almacenes de residuos -RP y ME-, bodegas, canal de desvío de drenaje pluvial, talleres de mantenimiento, subestación eléctrica y redes de distribución de energía, estaciones de combustible, ER de gas natural, laboratorio, área de reactivos, almacén de núcleos, relleno sanitario, concreteras, estaciones de compresores)	• Excavaciones / cimentaciones • Habilitación del área de desplante • Construcción / instalación de infraestructura
	Portales	• Perforación y voladuras • Excavación • Revestimiento (Concreto lanzado)

Etapa	Elemento	Actividad
		• Obras de drenaje
	Obras subterráneas	• Barrenación y voladuras • Movimiento de material • Construcción de soportes • Obras de desarrollo (rampa, cruceros, contrapozos, crucero de escape, robbins) • Instalación de tuberías de servicio
	Obras mineras (planta de beneficio - nodulación, planta de secado-molido-envasado, casa de sacos y colectores de polvo, patios de recepción, patios de embarque, proceso de trituración, depósito de lamas (depósito de lodos), tepetateras, sedimentadores)	• Excavaciones / cimentaciones • Habilitación del área de desplante • Construcción / instalación de infraestructura
	Obras de apoyo nuevas	• Excavaciones / cimentaciones • Habilitación del área de desplante • Construcción / instalación de infraestructura
	Uso de automotores	• Operación de maquinaria, vehículos y equipos automotores • Mantenimiento de maquinaria y equipos • Manejo de hidrocarburos
Operación y mantenimiento	Exploración minera	• Conformación de planillas • Instalación de cárcamos de agua • Actividades de barrenación • Clausura de barrenos
	Explotación tajo cielo abierto	• Barrenación y voladuras • Cargado y acarreo de materiales • Disposición de material estéril
	Explotación subterránea	• Barrenación, voladuras y amacice • Anclaje • Rezague de mineral • Relleno
	Beneficio	• Trituración y cribado de mineral • Apilamiento de mineral crudo • Secado, molido y envasado • Disposición de material estéril (lodos y tepetate)
	Operación y mantenimiento de maquinaria e instalaciones de apoyo y auxiliares	• Operación de maquinaria, vehículos y equipos automotores • Operación y mantenimiento de instalaciones • Mantenimiento de equipos y maquinaria • Mantenimiento de caminos de terracería
Abandono	Desmantelamiento de infraestructura	• Desmantelamiento de obras • Retiro de cimentaciones • Sellado de minas subterráneas • Restauración del tajo • Retiro de residuos • Restauración de áreas contaminadas
	Restauración de áreas	• Descompactación mecánica del suelo • Restauración de sedimentadores, patios, tepetatera y áreas operativas • Acondicionamiento de sitios y estabilización de taludes • Revegetación

Tabla RE. 35. Factores y subfactores ambientales, por medio socioambiental, potenciales a impactar por el desarrollo del proyecto

Medio	Factor	Subfactor
Abiótico	Fisiografía	• Relieve • Estabilidad geomorfológica
	Suelo	• Pérdida de la capa superficial del suelo • Alteración de las propiedades físicas • Degradación química (por contaminación debido a acumulación de residuos, derrames de hidrocarburos y sustancias químicas)
	Aire	• Calidad • Confort sonoro • Microclima
	Agua	• Disponibilidad • Calidad de agua superficial • Modificación de flujos • Recarga del manto freático
Biótico	Flora	• Abundancia • Cobertura • Ejemplares en categoría de riesgo y relevancia ambiental
	Fauna	• Abundancia • Movilidad • Disponibilidad de hábitat • Ejemplares en categoría de riesgo
Medio perceptual	Base paisajística	• Calidad estético - paisajística • Impacto visual (campos visuales)
Uso de suelo	Industrial	• Producción minera
	Comunicación	• Caminos de acceso
Socioeconómico	Dinámica poblacional	• Inmigración
	Calidad de vida	• Generación de empleos • Derrama económica local y regional • Servicios comunitarios
	Recaudación	• Servicios gubernamentales • Ingresos tributarios

En la Tabla RE.36 se hace una descripción de la afectación que tendría cada uno de los subfactores ambientales sobre los que se incidirá, relacionándolos de manera general a las obras y actividades a ejecutarse como parte del desarrollo del proyecto.

Tabla RE. 36. Afectación ocasionada a los subfactores ambientales por llevar a cabo las obras y actividades del proyecto.

Medio	Factor	Subfactor	Descripción
Abiótico	Fisiografía	Relieve	Alteración de la pendiente prevaleciente en la superficie específica de las áreas en las que se desplantarán las obras contempladas para cada una de las unidades mineras y componentes del proyecto. En este caso, es importante considerar que el área donde incide el desarrollo del proyecto presenta unidades morfométricas que van de geoformas clasificadas de muy alomado, muy fuerte diseccionado, a montañoso, en ocasiones alomado ligeramente diseccionado. Esto implica un cambio altitudinal significativo en la región, que va de los 400 msnm, al norte del SAR, a los aproximadamente 2,400 msnm hacia la parte sur del polígono.

Medio	Factor	Subfactor	Descripción
			Como parte del desarrollo del proyecto se tendrían conformaciones que alteran el relieve característico por las formaciones que sobresalen constituyendo montículos de alturas diversas, como las tepetateras y disposición de lodos (lamas) y llegarían a alcanzar los 80 m de altura en el área de disposición de material estéril; además de depresiones formadas por los tajos, con excavaciones que rondarían los 220 m de profundidad.
		Estabilidad geomorfológica	Las detonaciones efectuadas para la construcción de las obras subterráneas, la explotación de mineral en mina subterránea, las actividades de explotación minera y las obras mismas, son potenciales generadores de debilitamiento e inestabilidad de la conformación geomorfológica, lo que está relacionado integralmente con la potencia de la detonación y la conformación geológica de la zona. A las afectaciones a la estabilidad geomorfológica que pueden generar las detonaciones, se suma la estabilidad durante la conformación de los tajos, tepetateras, el portal y disposición de material estéril (lodos o lamas).
	Suelo	Pérdida de la capa superficial del suelo.	Remoción de los horizontes orgánico y eluvial del suelo de las áreas de desplante de los componentes del proyecto para la realización de las excavaciones para cimentaciones, nivelaciones de superficies o conformación de plataformas de obras directamente, formación de tajos y en los sitios de disposición de tepetate y material estéril.
		Alteración de las propiedades físicas.	Degradación del suelo derivado de la compresión mecánica de las partículas y agregados del suelo, en este caso específico por el constante paso de vehículos y maquinaria pesada en áreas que no implica la remoción del suelo, como el revestimiento de caminos de terracería, principales y de acceso a los frentes de trabajo, como parte de su mantenimiento para mantener el área de rodamiento segura y adecuada para la circulación de vehículos, camiones y maquinaria pesada del proyecto.
		Degradación química y biológica	Cambios de las propiedades químicas y biológicas del suelo y contaminación debido a fugas y derrames de hidrocarburos, sustancias químicas, compuestos de proceso y residuos peligrosos, así como por la dispersión de residuos de manejo especial y sólidos urbanos.
	Aire	Calidad	Incremento de la concentración de partículas sólidas y contaminantes criterio en la atmósfera derivado del paso y emisiones de los vehículos, maquinaria y equipos automotores con motores de combustión interna en condiciones no óptimas y por movimientos de tierra seca suelta. Lo anterior, partiendo de que en el SAR no existen problemas de contaminación del aire, se trata de una zona rural de muy baja densidad poblacional y muy alejada de ciudades y de centros de producción industrial. Las principales fuentes de generación de polvo en el SAR son los caminos de terracería, esto derivado de la circulación de vehículos y el polvo levantado por los mismos; sin embargo, el tráfico en estos caminos es escaso por lo que la frecuencia de emisión de polvo es muy baja para que signifique una emisión significativa.
		Confort sonoro.	Incremento de las ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido provenientes de la operación de maquinaria, vehículos y equipos automotores en todas las etapas de desarrollo del proyecto, perforaciones y voladuras, así como por la operación de la trituradora durante la etapa de operación y mantenimiento, entre otras actividades menos significativas, puntuales e intermitentes.
		Microclima	La remoción de la vegetación para la construcción de obra operativa, de proceso, vías de comunicación y para las actividades mineras implicará que en algunas áreas se elimine la capa forestal protectora contra la incidencia de los rayos solares, impacto de los vientos y conservación de la humedad, lo que incide en un cambio local de factores climáticos por la menor protección.
	Agua	Disponibilidad	El Distrito Minero hace uso del agua superficial para el desarrollo de sus actividades. La cuenca hidrológica en la que se encuentra el SAR del proyecto cuenta con disponibilidad media anual de agua superficial de 260.985 Mm^3, el cual resulta de un volumen de escurrimiento aguas abajo de 446.881 Mm^3, a lo

Medio	Factor	Subfactor	Descripción
			cual se le restan los volúmenes comprometidos de 94.916 Mm^3 por usos y 90.980 Mm^3 para flujos mínimos ecológicos. La disponibilidad de agua hace referencia al volumen total del líquido que existe a nivel local o regional para los diversos usos de la población. La operación del proyecto cuenta con cuatro concesiones para el aprovechamiento de aguas nacionales superficiales por un volumen total anual que suman 606,233.00 m^3. El aprovechamiento se hace directamente de arroyos que cruzan por las unidades mineras, en los cuales se construyeron bordos o represas. Estas obras cuentan con los títulos de concesión para explotar, usar o aprovechar cauces, vasos, zona federal o bienes nacionales vigentes, mismas que se mencionan en el capítulo II y se incluyen en el apartado de anexos de esta MIA-R integral.
		Calidad de agua de superficial	Cambio potencial en la concentración de compuestos orgánicos e inorgánicos en cuerpos de agua por el arrastre en la escorrentía de compuestos y sedimentos generados como parte de las diversas actividades mineras.
		Calidad de agua subterránea	Cambio en la concentración de compuestos orgánicos e inorgánicos en el agua del manto acuífero por lixiviaciones de aguas de laboreo captadas en los tajos y mina subterránea y residuales tratadas que incidan en el cuerpo de agua.
		Modificación del flujo superficial	Modificación de la escorrentía existente durante la época de lluvias por la modificación del relieve debido al desplante de obras y de las actividades mineras, como la conformación de tajos, conformación y ampliación de tepetateras, disposición de material estéril (lodos y tepetate), caminos, así como por el desvío de la escorrentía. Los cauces superficiales existentes en el contexto del SAR, áreas de influencia y áreas del proyecto tienen bien definido un curso del flujo de agua. La mayoría de los cuerpos de agua superficiales presentes son de tipo intermitentes o temporales, con caudal principalmente en la época de lluvias, en los que confluye el agua de escorrentía que se forma en las partes más altas de cada zona de las microcuencas. Las zonas de escurrimiento dentro del recinto minero se encuentran en buen estado de conservación. Se estima que el 57.79% del SAR cuenta con cobertura vegetal forestal primaria y secundaria, además, el 41.40% cuenta con cobertura vegetal durante determinada época del año, siendo las áreas destinadas a la producción agropecuaria, la cual se considera una cobertura vegetal del suelo deficiente o de menor protección que la brinda por las coberturas vegetales forestales. La presencia de escorrentía en el SAR se ve favorecida por las altas precipitaciones anuales que se tienen, las cuales va de los 1,287.2 a los 2,235.1 mm, por la considerable superficie que no cuenta con cobertura vegetal forestal (42.21% incluyendo todos los usos de suelo que no cuentan con vegetación forestal), y por la conformación geomorfológica, la cual está dominada por geoformas con pendientes que van de moderadas a altas.
		Recarga del manto freático	El proceso de infiltración de agua hacia el manto freático se ve afectado por la pérdida puntual de vegetación y la remoción del horizonte del suelo por la conformación de tajos, formación de tepetateras, disposición de material estéril y construcción de infraestructura auxiliar y de apoyo.
Biótico	Flora	Abundancia	Se refiere al número de individuos totales, por especie y unidad de área, lo que hace referencia a la densidad. En el SAR y áreas de influencia se identificaron un total de 252 especies, de las cuales 121 se encuentran en el AI de la Unidad Minera Molango, 173 en el AI de la Unidad Minera Naopa y 154 en el AI de la Unidad Minera Nonoalco, en los tres estratos de vegetación evaluados. En el AI de la Unidad Minera Molango, las especies con mayor IVI, que es un valor que sirve para medir la importancia de cada especie en una comunidad vegetal, fueron el álamo (*Platanus mexicana*), mauto (*Lysiloma divaricatum*) y el drago (*Croton draco*), con el 21.67%, 7.84% y 7.43%, respectivamente. En el caso del AI de la Unidad Minera Naopa, donde se llevaría el cambio de uso de suelo en 37.959 ha para el desarrollo de la tepetatera Guadalupe, fueron las especies liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*), encino colorado (*Quercus crassifolia*) y colorían (*Erythrina americana*), con el 23.25%, 11.69 y 6.15%, en el orden citado. Y, finalmente, las especies con mayor IVI en el AI de la Unidad

Medio	Factor	Subfactor	Descripción
			Minera Nonoalco fueron: álamo (*P. mexicana*), aile (*Alnus acuminata*) y liquidámbar (*L. styraciflua*), con valores de 21.04%, 9.76% y 6.35%.
		Cobertura	Corte de la capa de vegetación natural que cubre parcialmente la superficie del área de instalación de infraestructura y conformación de obras mineras. El desarrollo del proyecto implica la remoción de vegetación presente en las áreas de desplante de obras y desarrollo de actividades mineras. A las 69.7107 ha ya autorizada para llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para el desarrollo de los proyectos que se integran a la evaluación de esta MIA-R integral, se adicionan 37.959 ha que se verían afectadas para el desarrollo de la tepetatera Guadalupe en la Unidad Minera Naopa. El área en la cual se llevaría el cambio de uso de suelo actualmente está cubierta por vegetación representativa de Bosque Mesófilo de Montaña.
		Ejemplares en categoría de riesgo y relevancia ambiental	Entre las especies de flora silvestre identificadas en los muestreos para caracterizar la composición de los tipos de vegetación presentes, resaltan las especies que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como especies en categoría de riesgo. De las 252 especies identificas en el SAR, ocho se encuentran en la lista de especies en categoría de riesgo, de las cuales cuatro se clasifican como especies sujetas a protección especial (Pr), tres especies amenazadas (A) y una en peligro de extinción (P). A nivel del área de influencia, en la Unidad Minera Molango se identificaron cinco especies, de las 123 especies totales, bajo alguna categoría de riesgo, tres sujetas a protección especial (Pr), una amenazadas (A) y la otra en peligro de extinción (P). De las 174 especies de flora silvestre identificada en el AI de la Unidad Minera Naopa, solo tres se encuentran en la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010, dos de ellas sujetas a protección especial y una registrada como amenazada. Y, de las 154 especies de flora silvestre identificadas en el AI de la Unidad Minera Nonoalco, solo cuatro se encuentran en categoría de riesgo, dos amenazadas y mismo número sujetas a protección especial. Debido al desplante de obras del proyecto es necesario llevar a cabo la remoción de la vegetación presente, involucrando a individuos pertenecientes a las especies aquí referidas. Esto implicaría afectar la abundancia y distribución de estas especies, sin poner en riesgo la presencia de alguna de las especies en la región.
	Fauna	Abundancia	Disminución del número de individuos que se desplazan en los sitios aledaños a las áreas de obras y actividades. La clase que agrupa a las aves resultó ser por mucho el de mayor diversidad, seguida muy por debajo de las clases que agrupa a los mamíferos, anfibios y reptiles, con 123, 17, seis y tres especies, respectivamente, a nivel del SAR.
		Movilidad	Interrupción de áreas de desplazamiento, principalmente de mamíferos pequeños y reptiles.
		Disponibilidad de hábitat	Disminución de áreas potenciales de ser usadas como refugio, alimentación, anidación y desplazamiento para fauna silvestre.
		Ejemplares en categoría de riesgo	De las 149 especies totales de fauna silvestre identificadas a nivel del SAR, 16 especies se encuentran listadas en categoría de riesgo, considerando la modificación del listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010, siete clasificadas como especies amenazada (A), seis sujetas a protección especial (Pr) y tres en peligro de extinción (P). Por clase, se tiene que solo un anfibio se encuentra clasificado como especie sujeta a protección especial. De las tres especies de reptiles, dos se encuentran en la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010, una clasificada como amenazada y la otra sujeta a protección especial. De las 17 especies de mamíferos identificadas en el SAR, tres se encuentran en alguna categoría de riesgo, dos en peligro de extinción y una amenazada. Y, finalmente, de las 123 especies de aves 10 se encuentran en categoría de riesgo, de las cuales, cinco se clasifican como amenazadas, cuatro sujetas a protección especial y una en peligro de extinción.

Medio	Factor	Subfactor	Descripción
			La afectación a estas especies estaría dada por el ahuyentamiento o desplazamiento que ocasionaría el flujo vehicular y la presencia de personas por las rutas de desplazamiento y actividades del personal, sin implicar destrucción de su hábitat ni muerte o aprovechamiento de ejemplares de estas u otras especies.
Medio perceptual	Base paisajística	Calidad estético - paisajística	Rompimiento de la armonía estructural de los componentes del medio ambiente originales por efecto de la construcción de las obras que componen el planteamiento del proyecto. La calidad del paisaje en el SAR se considera que buena, tomando en cuenta los criterios de decisión para evaluar la calidad paisajística definidos por Priego et al. (2010). El paisaje predominante está conformado por unidades morfométricas que van de geoformas clasificadas de muy alomado, muy fuerte diseccionado, a montañoso, en ocasiones alomado ligeramente diseccionado, en una región en la que el 57.79% del área cuenta con cobertura vegetal forestal primaria y secundaria. Por otro lado, el SAR muestra una sensibilidad del paisaje media, donde se presenta una situación de estabilidad favorable, aunque puede ser frágil debido a acciones antrópicas que han afectado directa y notablemente los componentes bióticos, pero sin que esta afectación se considere irreversible.
		Impacto visual	Contraste que representa la construcción de las obras de infraestructura y las afectaciones de la actividad minera a los componentes ambientales que impactan en la percepción visual y auditiva del paisaje en la región. El paisaje formado por geoformas clasificadas de muy alomado, muy fuerte diseccionado, a montañoso, en ocasiones alomado ligeramente diseccionado, con cobertura vegetal natural y con presencia de fauna silvestre que es posible ver y escuchar, pasa a conformar estructuras y colinas y lomeríos sin cobertura vegetal, en el que predomina la presencia de material rocoso.
Uso de suelo	Industrial	Producción mineral	Remoción de vegetación y cambio de uso de suelo de forestal a realizar el aprovechamiento mineral. De las 1,291.3989 ha que comprenden las tres unidades mineras que conforman el proyecto, se ha obtenido la autorización para efectuar el cambio de uso de suelo de terrenos forestales en 69.7107 ha, a la cual se suman 37.959 ha que se solicitan como parte del presente proyecto.
	Comunicación	Caminos de acceso	Para el movimiento de personal, materiales, insumos y bienes y servicios del exterior para el proyecto es necesario mantener el camino de acceso y caminos internos en condiciones operativas adecuadas. Además, internamente es necesario el estar rehabilitando caminos internos con las características técnicas adecuadas para el movimiento del material mineral extraído de la mina, así como para el movimiento seguro del personal y equipos especiales que se requieren en las actividades de explotación minera.
Socioeconómico	Dinámica poblacional	Inmigración	Arribo a la región de mano de obra calificada, especializada y no calificada, tanto directa como indirectamente, ya sea temporal o permanente, para cubrir puestos específicos demandados para la realización de actividades como parte de la ejecución del proyecto.
	Calidad de vida	Generación de empleos	Demanda de mano de obra calificada y no calificada, directa e indirecta, para la construcción y realización de las obras y actividades derivadas por la ejecución del proyecto, así como para la operación de este. La falta de fuentes de empleo en las localidades aledañas al proyecto genera que se tenga una migración de sus pobladores, tanto estatal como nacional. El desarrollo del proyecto prioriza la contratación de mano de obra local, sin excluir y tratando por igual la mano de obra femenina. El personal que labora anualmente para la empresa ronda los 2,100 empleados, de los cuales aproximadamente el 70% son empleos permanentes y el 30% eventuales. En alineación con las mejores prácticas de la industria, la compañía tiene una política de derechos humanos interna, basada en la normativa nacional y en acuerdos internacionales, como la Carta Internacional de Derechos Humanos, la Declaración de la Organización Internacional del Trabajo sobre los Principios y Derechos Fundamentales en el Trabajo.

Medio	Factor	Subfactor	Descripción
		Derrama económica local y regional	Incremento del intercambio comercial a nivel local y regional, pago de bienes y servicios demandados por personal de la empresa y la empresa misma, así como pago de salarios al personal contratado, local y foráneo. Además, el desarrollo del proyecto representa generación de ingresos directos a nivel comunitario, los cuales son independientes por la contratación de los servicios laborales. Además, la empresa minera a desarrollado un esquema de proveeduría de bienes y servicios local, incluyendo el apoyo en el desarrollo comercial local y a nivel estatal, implicando un desarrollo económico más allá de SAR definido para el proyecto.
		Servicios comunitarios	La empresa cuenta con un Sistema de Responsabilidad Social Empresarial, a través del cual se gestiona cualquier inquietud social en relación con sus operaciones, a la par que se implementan programas sociales que generan beneficios a favor de las comunidades con las que la compañía mantiene relación y vecindad. La Compañía Minera cuenta con un esquema de apoyo a las comunidades que tienen incidencia directa e indirecta con la operación del proyecto, esquema conformado por diversos programas sociales que aportan múltiples beneficios sociales en la región. Los programas desarrollados cumplen diversos objetivos, todos con un fuerte sentido social, entre ellos tenemos los siguientes: ● Sistema de atención a las comunidades. Identifica, clasifica y gestionar los eventos sociales (inquietudes/quejas, eventos atípicos, solicitudes, consultas, recomendaciones y denuncias). ● Convenio de responsabilidad social. Brinda una serie de beneficios a favor de las comunidades que son vecinas a la operación. ● Plataforma de inversión social: Se ofertan los programas transversales: Contigo Mujer, Contigo Salud, Contigo Reforestamos, Contigo Cultura y tradiciones, y Manos a la brocha. ● Por medio de talleres de habilidades, se generan condiciones y capacidad para que mujeres de la sierra hidalguense emprendan, dotándoles de herramientas, aprendizajes y capacidades, para su empoderamiento. ● Programa de protección y conservación ambiental: Se trabaja con las comunidades aledañas a las unidades mineras con respecto del cuidado del medio ambiente, a través de la estrategia de reforestación de espacio públicos comunitarios. ● Mediante el establecimiento de alianzas estratégicas, se acercan los servicios de salud a las comunidades de la zona de influencia de Compañía Minera Autlán, ya sea por medio de campañas de vacunación, pláticas de prevención a la salud, instalación de farmacias comunitarias, dotación de servicio médico y medicamentos. ● Preservación y promoción de la cultura y tradiciones: Se dota anualmente a las comunidades de la zona de influencia de las operaciones, con un recurso de hasta $10,000.00 por comunidad para actividades culturales o tradiciones regionales, incluyendo las religiosas. ● El programa Manos a la Brocha promueve la recuperación y rehabilitación de espacios públicos que incentiven la convivencia social. Para ello, la empresa apoya económicamente a las comunidades que quieran implementar este programa. En sí, estos programas pretenden mejorar los bienes y servicios de localidades aledañas al área del proyecto por acciones impulsadas y promovidas por la empresa para el beneficio, directo e indirecto, en la región y de los habitantes.
	Recaudación	Pago de servicios gubernamentales	El desarrollo del proyecto implica la realización de trámites para el desarrollo del proyecto, mismos que van desde autorizaciones para su desarrollo como pagos por servicios obtenidos, antes las tres entidades de gobierno, implicando el pago por el servicio y aprovechamiento de bienes.

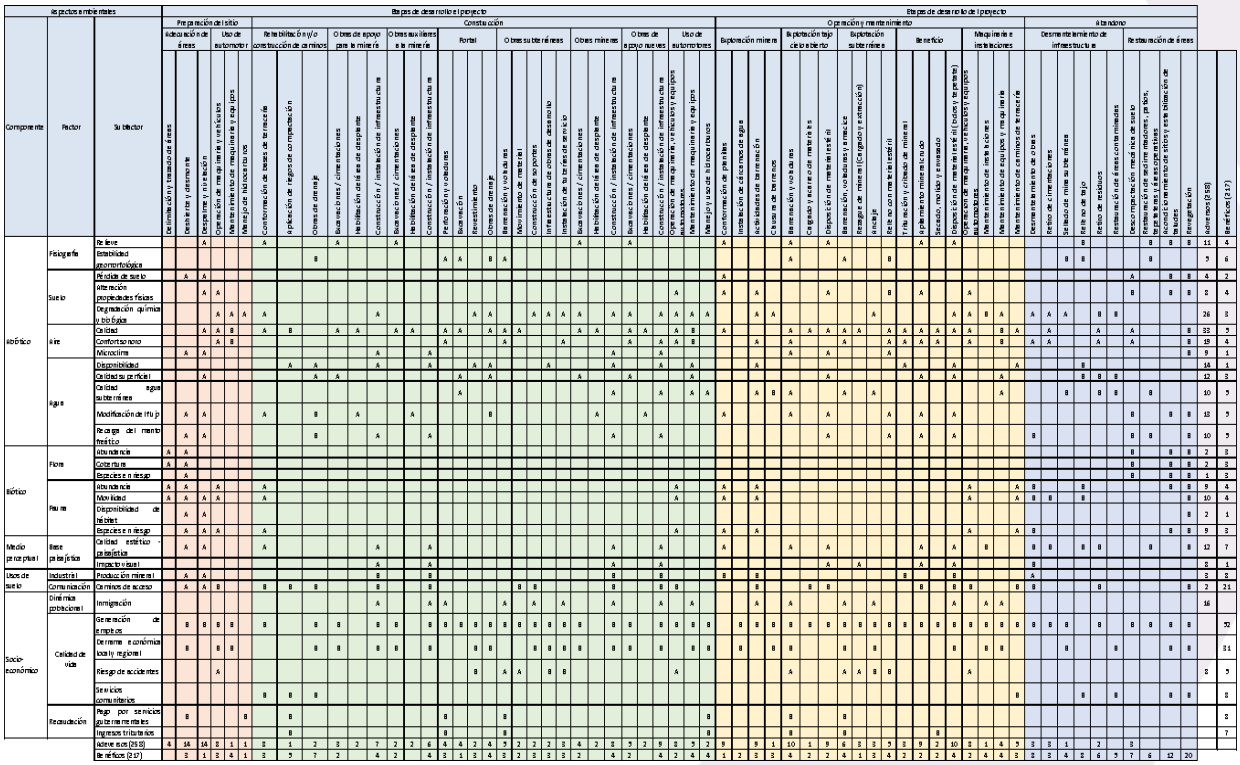
Medio	Factor	Subfactor	Descripción
		Ingresos tributarios	La explotación mineral implica el pago de impuestos en diversos rubros, convirtiéndose en una importante fuente de ingresos para los gobiernos de los tres diferentes órdenes, siendo la actividad minera una de las más importantes actividades económicas impulsoras del producto interno bruto de los gobiernos.

La matriz de interacciones (causa – efecto) tipo Leopold es una metodología que puede extenderse o contraerse dependiendo del número de actividades que comprende el proyecto y del número de factores y atributos ambientales que se verán involucrados, lo que la hace una metodología flexible y práctica (Canter, 1998; Forcada, 2000; Coria, 2008). Estas características fueron las que se tomaron en cuenta para utilizarla en el proceso que nos ocupa, considerando la diversidad de obras y actividades involucradas y de los diversos factores y atributos ambientales a considerarse en la evaluación.

Es importante mencionar que, en la matriz se incluyen todos los casos en los que puede haber una relación entre actividad del proyecto – subfactor ambiental, sin discriminar aquellos en que la interrelación no causa una modificación. De tal manera que, esta matriz ofrece un panorama general de las interacciones, ya sean adversas o benéficas, que cada obra o actividad del proyecto producirá sobre cada uno de los factores ambientales; sin considerar, aún, la valoración del impacto ambiental potencial identificado.

Se identificaron 475 relaciones de actividades del proyecto – subfactores ambientales que son susceptibles de recibir un cambio. Del total de interacciones potenciales identificadas, 217 se consideran benéficas y 258 adversas. En la etapa de preparación del sitio se identificaron solo 54 interacciones, predominando las adversas con 42 y las restantes 12 benéficas. La etapa de construcción es donde se identifica una mayor relación causa – efecto con 180 interacciones, de las cuales106 son adversas y 74 benéficas. A esta le sigue la etapa de operación y mantenimiento del proyecto con 150 interacciones, 98 adversas y 52 benéficas. La etapa de abandono resultó con 91 relaciones totales, 12 adversas y 79 benéficas. La matriz causa – efecto completa se presenta en la Tabla RE.37.

Tabla RE. 37. Matriz de interacciones entre actividades a ejecutar por el desarrollo del proyecto y los atributos ambientales potencialmente a impactarse, por tipo de impacto (A, adverso y, B, benéfico).



La síntesis de las interacciones identificadas se expone en la Tabla RE.38.

Tabla RE. 38. Interacciones identificadas, adversas y benéficas, por factor ambiental y socioeconómico, y las etapas de desarrollo del proyecto.

Medio	Factor	Preparación		Construcción		Operación y mantenimiento		Abandono	
		Adverso	Benéfico	Adverso	Benéfico	Adverso	Benéfico	Adverso	Benéfico
Abiótico	Fisiografía	1	---	8	2	7	1	---	7
	Suelo	7	---	15	---	12	2	4	7
	Aire	5	2	25	3	24	2	7	3
	Agua	5	---	31	3	23	1	---	15
Biótico	Flora	5	---	---	---	---	---	---	9
	Fauna	12	---	6	---	12	---	---	12
Medio perceptual	Base paisajística	2	---	9	---	9	1	---	7
Uso de suelo	Industrial	2	---	---	4	---	4	1	---
	Comunicación	2	1	---	10	---	7	---	3
Socio - económico	Dinámica poblacional	---	---	9	---	7	---	---	---
	Calidad de vida	1	7	3	44	4	29	---	16
	Recaudación	---	2	---	8	---	5	---	---
Interacción	Subtotal	42	12	106	74	98	52	12	79
	Total	**54**		**180**		**150**		**91**	

V.2.2. Valoración de impactos ambientales

Una vez detectados los medios, factores y subfactores ambientales potenciales de verse afectados por la ejecución de las obras y actividades del proyecto, tratando de subsanar las deficiencias de las técnicas empleadas, continuando con la fase de evaluación de los impactos ambientales dentro del proceso de evaluación, se empleó el método matricial denominado *Rapid Impact Assessment Matrix* modificado (RIAM-M) (Pastakia, 1998; Ijäs *et al.*, 2010).

Criterios para la evaluación de los impactos

En el RIAM, los impactos que ocasionan las actividades de un proyecto son evaluados contra los componentes ambientales, y para cada componente se determina una escala (usando lo criterios definidos), la cual provee una medida del impacto esperado para el componente. Los criterios de evaluación importantes se dividen en dos grupos:

(A) Criterios que son importantes para la condición y que pueden cambiar individualmente la puntuación obtenida.

(B) Criterios que son el valor de la situación, pero individualmente no pueden ser capaces de cambiar el valor obtenido.

Para uniformizar la interpretación del grado del impacto, los valores obtenidos se ubican en la escala ambiental que consta de nueve rangos de valores en la propuesta de modificación del RIAM (Ijäs *et al.*, 2010). El rango de la escala para la evaluación en el RIAM modificado va de -192 a 192, siendo el cero la escala que indica que no hay cambio con respecto al estado actual, cuando el RIAM original tiene un rango que va de -108 a 108, dividido en 11 rangos de valores. En la Tabla RE.39 se muestran los rangos de valores de las escalas para clasificar la

evaluación del impacto en la propuesta de modificación del RIAM (Ijäs *et al.*, 2010), la cual es considerada en el análisis de esta propuesta.

Tabla RE. 39. Rango de agrupación de la escala para el resultado de la evaluación del impacto ambiental de acuerdo con la escala del RIAM modificado.

Escala del valor de la evaluación (ES)	Valor alfabético del rango	Valor numérico del rango	Descripción de la agrupación del rango
108 a 192	D	+4	Mayor impacto positivo
54 a 107	C	+3	Impacto positivo significativo
31 a 53	B	+2	Impacto positivo moderado
1 a 30	A	+1	Impacto positivo ligero
0	N	0	Sin cambios en el estado actual
-1 a -30	-A	-1	Impacto negativo ligero
-31 a -53	-B	-2	Impacto negativo moderado
-54 a -107	-C	-3	Impacto negativo significativo
-108 a -192	-D	-4	Mayor impacto negativo

Componentes de evaluación

Como parte del procedimiento de evaluación, los impactos ambientales identificados se clasifican en cuatro componentes ambientales de evaluación de acuerdo con el tipo de impacto de que se trate. Estos componentes ambientales caen dentro de cuatro categorías, las cuales están definidas como sigue:

- Física / química (FQ), Biológico / ecológico (BE), Sociológico / cultural (SC) y Económico / operacional (EO).

V.3. Descripción y caracterización de los impactos

Una vez que se identificaron las interacciones entre las actividades a ejecutar por el desarrollo del proyecto y los subfactores ambientales potencialmente a impactarse y haberse descrito la operatividad de la metodología a emplear en la evaluación del impacto, se describen los impactos ambientales que resultaron en la matriz de interacciones. Además, se hace la correspondiente valoración bajo los criterios del RIAM modificado (Ijäs *et al.*, 2010), considerando la metodología descrita en el apartado anterior.

En total se identificaron **31 impactos ambientales potenciales** como consecuencia del desarrollo del proyecto, entre adversos y benéficos, los cuales se determinan por el número de subfactores de los aspectos ambientales (Tabla RE.40). De acuerdo con el resultado obtenido en la matriz de identificación de impactos, en la etapa de preparación del sitio se tendrían 24 impactos ambientales potenciales; 26 en la de construcción; en la etapa de operación y mantenimiento, 27; y, mismo número en la etapa de abandono (Tabla RE.40). En todos los casos, los impactos ambientales identificados serían ocasionados por diversas obras y actividades.

Tabla RE. 40. Impactos ambientales potenciales por generarse por etapa de desarrollo del proyecto

No	Impacto ambiental	Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Abandono
1	Cambio en la conformación topográfica natural del terreno y de patrones de sedimentación de sustratos.	X	X	X	X
2	Alteración de la estabilidad geomorfológica del terreno.	---	X	X	X
3	Pérdida / conformación de horizontes del suelo en áreas del desplante.	X	---	X	X

No	Impacto ambiental	Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Abandono
4	Afectación de las propiedades físicas del suelo.	X	X	X	X
5	Cambio de las propiedades químicas y biológicas del suelo.	X	X	X	X
6	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire.	X	X	X	X
7	Generación de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido.	X	X	X	X
8	Cambio en el comportamiento de factores climáticos.	X	X	X	X
9	Aprovechamiento del volumen de agua superficial autorizado para su explotación.	---	X	X	X
10	Alteración de la composición fisicoquímica y/o bacteriológica en el agua superficial.	X	X	X	X
11	Alteración de la composición fisicoquímica y/o bacteriológica en el agua subterránea.	---	X	X	X
12	Cambio en los flujos y movimientos de agua superficiales temporales.	X	X	X	X
13	Alteración del proceso de infiltración de agua al manto freático.	X	X	X	X
14	Cambio en la abundancia de individuos de especies de flora silvestre.	X	---	---	X
15	Modificación de la superficie y distribución de la cobertura y tipo de vegetación.	X	---	---	X
16	Afectación a ejemplares de flora silvestre de especies en categoría de riesgo.	X	---	---	X
17	Disminución del número de individuos de las especies de fauna silvestre.	X	X	X	X
18	Alteración de las áreas de desplazamiento de ejemplares de fauna silvestre.	X	X	X	X
19	Reducción de áreas usadas como refugio, alimentación y reproducción de fauna silvestre.	X	---	---	X
20	Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo y relevancia ambiental.	X	X	X	X
21	Modificación de las cualidades estético – paisajísticas.	X	X	X	X
22	Impacto en la calidad de vida de los vecinos de las obras.	---	X	X	X
23	Obtención de recursos minerales del subsuelo.	X	X	X	X
24	Ampliación y rehabilitación de las vías de comunicación.	X	X	X	X
25	Incremento de la población económicamente activa externa que demanda bienes, servicios y empleo.	---	X	X	---
26	Generación de ofertas de trabajo directos e indirectos.	X	X	X	X
27	Impulso a la economía local y regional por la derrama económica.	X	X	X	X
28	Incremento de riesgos por accidentes.	X	X	X	---
29	Desarrollo regional comunitario directo por la actividad minera.	---	X	X	X

No	Impacto ambiental	Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Abandono
30	Pagos gubernamentales por los servicios demandados en diferentes dependencias.	---	X	X	---
31	Pago de impuestos a las diferentes dependencias por los servicios brindados.	X	X	X	---
Impactos ambientales por etapa (No.)		**24**	**26**	**27**	**27**
Impactos ambientales totales (No.)		**104**			

Al ser una MIA-R que integra las obras y actividades autorizadas para los proyectos **"Tajo Acuatitla"**, **"Tajo Naopa"** y **"Modificación del Proyecto Tajo Naopa"**, sus modificaciones autorizadas, así como nuevas obras y actividades, la descripción y análisis de los impactos se realiza considerando el proyecto como un todo. Solo en los casos que se consideró conveniente se hace referencia específica a las obras nuevas y las ampliaciones solicitadas.

Por último, previo a la descripción de los impactos ambientales potenciales identificados, es importante mencionar que al tratarse de un proyecto que integra proyectos autorizados, mismos que se encuentran en desarrollo, la descripción de los impactos se hace en tiempo futuro debido al carácter preventivo de la evaluación de impacto ambiental y por tratarse de un proyecto con un objetivo nuevo.

V.3.1 Análisis de los resultados de la valoración de impactos

Los impactos ambientales potenciales de mayor significancia que se tienen identificados son los relacionados con la afectación al recurso hídrico, los dos factores del medio biótico y la calidad paisajística. Entre las afectaciones potenciales al factor agua, destacan las ocasionadas a los subfactores ambientales relacionados con la modificación del flujo hídrico, la recarga al manto freático y el consumo de agua de cuerpos de agua superficiales.

En el medio biótico se afectaría la abundancia de ejemplares de flora y faunas, específicamente en los sitios de obras y actividades, la cobertura vegetal, la cual funciona como sitios de alimentación, refugio, reproducción y área de desplazamiento de la fauna silvestre, así como la afectación a especies en categoría de riesgo. Con la diferencia que, la afectación a la flora silvestre solo se genera en la etapa de preparación del sitio y, por otro lado, la afectación a la fauna silvestre se tendría durante toda la vida del proyecto.

En la etapa de abandono del proyecto es donde se tiene un comportamiento diferente, en cuanto a la presencia de impactos ambientales, con respecto a las etapas previas, obteniéndose más impactos ambientales positivos (81.48%), que los negativos (18.52%). Este comportamiento está asociado con el objetivo de las actividades a realizar a este nivel de avance del proyecto, las cuales están enfocadas al retiro de la infraestructura construida para el desarrollo del proyecto y la rehabilitación y restauración de todas las áreas intervenidas, de tal forma que se recupere su funcionalidad ambiental integral.

Sin ahondar en la discusión de los impactos ambientales potenciales benéficos, los más relevantes estarían relacionados con el componente socio – económico, por la generación de empleos y la derrama económica que representaría el desarrollo del proyecto (Tabla RE.41). Este impacto es poco significativo para las actividades de la etapa de preparación del sitio, cobrando gran relevancia durante las etapas de construcción y operación y mantenimiento por la mayor demanda de mano de obra y la derrama económica que implica el levantar e instalar la infraestructura planeada, así como por la demanda de insumos para las actividades de exploración y explotación mineral. Ya en la etapa de abandono se reduce la demanda de mano de obra y la derrama económica.

Tabla RE. 41. Concentrado en la valorización de los impactos ambientales potenciales a generarse por etapa de desarrollo del proyecto

No	Código§	Impacto ambiental	Valor de los criterios						Evaluación (ES)	Valor alfabético§§
			A1	A2	B1	B2	B3	B4		
Preparación del sitio										
1	FQ-1	Cambio en la conformación topográfica natural del terreno y de patrones de sedimentación de sustratos	1	-2	4	4	4	4	-32	-B
2	FQ-2	Pérdida de horizontes del suelo en áreas del desplante	1	-2	4	4	4	3	-30	-A
3	FQ-3	Afectación de las propiedades físicas del suelo (Permeabilidad)	1	-2	4	4	4	3	-30	-A
4	FQ-4	Cambio de las propiedades químicas y biológicas del suelo	1	-1	4	2	3	2	-11	-A
5	FQ-5	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire	1	-1	4	2	3	2	-11	-A
6	FQ-6	Generación de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	1	-1	4	2	3	2	-11	-A
7	FQ-7	Cambio en el comportamiento de factores climáticos	1	-2	4	4	3	3	-28	-A
8	FQ-8	Alteración de la composición física, química y/o bacteriológica en el agua superficial	2	-1	4	2	3	2	-22	-A
9	FQ-9	Cambio en los flujos y movimientos de agua superficiales temporales	1	-2	4	4	3	4	-30	-A
10	FQ-10	Alteración del proceso de infiltración de agua al manto freático	1	-3	4	4	4	4	-48	-B
11	BE-1	Cambio de la abundancia de individuos de especies de flora silvestre	1	-3	4	4	4	3	-45	-B
12	BE-2	Modificación de la superficie y distribución de la cobertura y tipo de vegetación	1	-3	4	4	4	3	-45	-B
13	BE-3	Afectación a ejemplares de flora silvestre de especies en categoría de riesgo	2	-2	4	4	3	3	-56	-C
14	BE-4	Disminución del número de individuos de las especies de fauna silvestre	1	-2	4	4	4	3	-30	-A
15	BE-5	Alteración de las áreas de desplazamiento de ejemplares de fauna silvestre	1	-3	4	4	4	3	-45	-B
16	BE-6	Reducción de áreas usadas como refugio, alimentación y reproducción de fauna silvestre	1	-2	4	4	4	3	-30	-A
17	BE-7	Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo y relevancia ambiental	1	-3	4	4	4	3	-45	-B
18	SC-1	Modificación de las cualidades estético - paisajísticas	1	-3	4	4	4	4	-48	-B
19	SC-2	Obtención de recursos minerales del subsuelo	1	-2	4	4	2	3	-26	-A
20	SC-3	Ampliación y rehabilitación de las vías de comunicación	1	-2	4	4	4	3	-30	-A
21	SC-4	Incremento de riesgos por accidentes	1	-1	4	2	2	2	-10	-A
22	EO-1	Generación de ofertas de trabajo directos e indirectos	1	1	4	1	3	2	10	A
23	EO-2	Impulso a la economía local y regional por la derrama económica	1	1	4	1	3	2	10	A
24	EO-3	Pago de impuestos a las diferentes dependencias por los servicios brindados	3	1	4	2	2	2	30	A
Construcción del proyecto										
25	FQ-11	Cambio en la conformación topográfica natural del terreno y de patrones de sedimentación de sustratos	1	-2	4	3	4	4	-30	-A
26	FQ-12	Alteración de la estabilidad geomorfológica del terreno	1	-2	4	4	2	3	-26	-A
27	FQ-13	Afectación de las propiedades físicas del suelo (Permeabilidad)	1	-2	4	4	3	3	-28	-A
28	FQ-14	Cambio de las propiedades químicas y biológicas del suelo	1	-2	4	2	4	2	-24	-A
29	FQ-15	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire	2	-1	4	2	3	2	-22	-A

No	Código§	Impacto ambiental	Valor de los criterios						Evaluación (ES)	Valor alfabético§§
			A1	A2	B1	B2	B3	B4		
30	FQ-16	Generación de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	2	-1	4	2	3	2	-22	-A
31	FQ-17	Cambio en el comportamiento de factores climáticos	1	-2	4	4	3	3	-28	-A
32	FQ-18	Aprovechamiento del volumen de agua superficial autorizado para su explotación	2	-2	4	4	4	3	-60	-C
33	FQ-19	Alteración de la composición física, química y/o bacteriológica en el agua superficial	2	-1	4	2	4	3	-26	-A
34	FQ-20	Alteración de la composición física, química y/o bacteriológica en el agua subterránea	2	-1	4	2	2	2	-20	-A
35	FQ-21	Cambio en los flujos y movimientos de agua superficiales temporales	1	-3	4	4	4	4	-48	-B
36	FQ-22	Alteración del proceso de infiltración de agua al manto freático	1	-3	4	4	4	2	-42	-B
37	BE-8	Disminución del número de individuos de las especies de fauna silvestre	1	-1	4	4	4	3	-15	-A
38	BE-9	Alteración de las áreas de desplazamiento de ejemplares de fauna silvestre	1	-2	4	4	4	3	-30	-A
39	BE-10	Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo y relevancia ambiental	1	-3	4	4	4	3	-45	-B
40	SC-5	Modificación de las cualidades estético - paisajísticas	1	-3	4	4	4	4	-48	-B
41	SC-6	Impacto en la calidad de vida de los vecinos de las obras	1	-3	4	4	3	3	-42	-B
42	SC-7	Obtención de recursos minerales del subsuelo	1	2	4	4	2	2	24	A
43	SC-8	Ampliación y rehabilitación de las vías de comunicación	2	2	4	4	4	2	56	C
44	SC-9	Incremento de riesgos por accidentes	1	-2	4	2	2	2	-20	-A
45	EO-4	Incremento de la población económicamente activa externa que demanda bienes, servicios y empleo	1	-1	4	4	2	2	-12	-A
46	EO-5	Generación de ofertas de trabajo directos e indirectos	3	2	4	2	3	3	72	C
47	EO-6	Impulso a la economía local y regional por la derrama económica	3	2	4	2	3	3	72	C
48	EO-7	Desarrollo regional comunitario directo por la actividad minera	2	2	4	3	2	3	48	B
49	EO-8	Pagos gubernamentales por los servicios demandados en diferentes dependencias	3	1	4	2	2	3	33	B
50	EO-9	Pago de impuestos a las diferentes dependencias por los servicios brindados	3	1	4	2	2	3	33	B
Operación y mantenimiento										
51	FQ-23	Cambio en la conformación topográfica natural del terreno y de patrones de sedimentación de sustratos	1	-3	4	4	4	4	-48	-B
52	FQ-24	Alteración de la estabilidad geomorfológica del terreno	1	-3	4	4	2	3	-39	-B
53	FQ-25	Pérdida de horizontes del suelo en áreas del desplante	1	-2	4	4	4	3	-30	-A
54	FQ-26	Afectación de las propiedades físicas del suelo (Permeabilidad)	1	-2	4	4	3	2	-26	-A
55	FQ-27	Cambio de las propiedades químicas y biológicas del suelo	1	-2	4	2	4	3	-26	-A
56	FQ-28	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire	2	-2	4	2	3	2	-44	-B
57	FQ-29	Generación de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	2	-1	4	2	3	2	-22	-A
58	FQ-30	Cambio en el comportamiento de factores climáticos	2	-1	4	4	4	3	-30	-A
59	FQ-31	Aprovechamiento del volumen de agua superficial autorizada para su aprovechamiento	2	-2	4	2	4	3	-52	-B
60	FQ-32	Alteración de la composición física, química y/o bacteriológica en el agua superficial	2	-2	4	3	3	3	-52	-B

No	Código§	Impacto ambiental	Valor de los criterios						Evaluación (ES)	Valor alfabético§§
			A1	A2	B1	B2	B3	B4		
61	FQ-33	Alteración de la composición física, química y/o bacteriológica en el agua subterránea	2	-2	4	3	3	2	-48	-B
62	FQ-34	Cambio en el flujo y movimientos de agua superficial temporales	1	-3	4	4	4	4	-48	-B
63	FQ-35	Alteración del proceso de infiltración de agua al manto freático	1	-2	4	4	4	4	-32	-B
64	BE-11	Disminución del número de individuos de las especies de fauna silvestre	1	-1	4	4	4	3	-15	-A
65	BE-12	Alteración de las áreas de desplazamiento de ejemplares de fauna silvestre	1	-2	4	4	4	3	-30	-A
66	BE-13	Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo y relevancia ambiental	1	-3	4	4	4	4	-48	-B
67	SC-10	Modificación de las cualidades estético-paisajísticas	1	-3	4	4	4	3	-45	-B
68	SC-11	Impacto en la calidad de vida de los vecinos de las obras	1	-2	4	4	3	3	-28	-A
69	SC-12	Obtención de recursos minerales del subsuelo	3	2	4	4	2	2	72	C
70	SC-13	Conservación funcional de las vías de comunicación	2	2	4	4	4	2	56	C
71	SC-14	Incremento de riesgos por accidentes	1	-2	4	2	2	2	-20	-A
72	EO-10	Incremento de la población económicamente activa externa que demanda bienes, servicios y empleo	2	-1	4	4	2	3	-26	-A
73	EO-11	Generación de ofertas de trabajo directos e indirectos	3	2	4	4	2	3	78	C
74	EO-12	Impulso a la economía local y regional por la derrama económica	3	2	4	4	2	3	78	C
75	EO-13	Desarrollo regional comunitario directo por la actividad minera	2	2	4	4	2	3	52	B
76	EO-14	Pagos gubernamentales por los servicios demandados en diferentes dependencias	3	2	4	2	3	2	66	C
77	EO-15	Pago de impuestos a las diferentes dependencias por la actividad minera	3	3	4	2	3	2	99	C
Abandono										
78	FQ-36	Cambio en la conformación topográfica natural del terreno y de patrones de sedimentación de sustratos	1	3	4	4	2	4	42	B
79	FQ-37	Alteración de la estabilidad geomorfológica del terreno	1	3	4	4	2	4	42	B
80	FQ-38	Conformación de horizontes del suelo en áreas del desplante	1	-1	4	2	2	3	-11	-A
81	FQ-39	Afectación de las propiedades físicas del suelo (Permeabilidad)	1	2	4	4	2	3	26	A
82	FQ-40	Cambio de las propiedades químicas y biológicas del suelo	1	-2	4	2	3	3	-24	-A
83	FQ-41	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire	2	-1	4	2	3	2	-22	-A
84	FQ-42	Generación de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	2	-1	4	2	3	2	-22	-A
85	FQ-43	Cambio en el comportamiento de factores climáticos	1	2	4	4	2	3	26	A
86	FQ-44	Aprovechamiento del volumen de agua superficial autorizado para su aprovechamiento	2	2	4	2	2	3	44	B
87	FQ-45	Alteración de la composición física, química y/o bacteriológica en el agua superficial	2	2	4	2	2	3	44	B
88	FQ-46	Alteración de la composición física, química y/o bacteriológica en el agua subterránea	2	2	4	2	2	2	40	B
89	FQ-47	Cambio en los flujos y movimientos de agua superficiales temporales	1	2	4	4	2	4	28	A
90	FQ-48	Alteración del proceso de infiltración de agua al manto freático	1	2	4	4	2	2	24	A
91	BE-14	Cambio en la abundancia de individuos de especies de flora silvestre	1	3	4	4	2	3	39	B

No	Código[§]	Impacto ambiental	Valor de los criterios						Evaluación (ES)	Valor alfabético[§§]
			A1	A2	B1	B2	B3	B4		
92	BE-15	Modificación de la superficie y distribución de la cobertura y tipo de vegetación	1	3	4	4	2	3	39	B
93	BE-16	Conservación de ejemplares de flora silvestre de especies en categoría de riesgo	1	3	4	4	2	3	39	B
94	BE-17	Cambio en el número de individuos de las especies de fauna silvestre	1	2	4	4	2	2	24	A
95	BE-18	Variación en las áreas de desplazamiento de ejemplares de fauna silvestre	1	3	4	4	2	3	39	B
96	BE-19	Reacondicionamiento de sitios para refugio, alimentación y reproducción de fauna silvestre	1	2	4	4	2	3	26	A
97	BE-20	Incidencia en ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo y relevancia ambiental	1	3	4	4	2	3	39	B
98	SC-15	Modificación de las cualidades estético-paisajísticas	1	3	4	4	2	3	39	B
99	SC-16	Impacto en la calidad de vida de los vecinos de las obras	1	3	4	4	2	3	39	B
100	SC-17	Obtención de recursos minerales del subsuelo	3	-3	4	4	2	4	-126	-D
101	SC-18	Ampliación y rehabilitación de las vías de comunicación	2	1	4	4	2	1	22	A
102	EO-16	Generación de ofertas de trabajo directos e indirectos	1	2	3	2	3	3	22	A
103	EO-17	Impulso a la economía local y regional por la derrama económica	2	2	4	2	3	3	48	B
104	EO-18	Desarrollo regional comunitario directo por la actividad minera	2	2	4	4	2	3	52	B

[§] Código del componente de evaluación: FQ = Físico / químico; BE = Biológico / ecológico; SC = Sociológico / cultural y, EO = Económico / operacional.

[§§] Valor alfabético: A = Impacto ligero; B = Impacto moderado y, C = Impacto significativo. El signo menos que precede a la literal que identifica el valor alfabético hace referencia a impactos adversos o negativos.

V. 4. Impactos ambientales residuales

Para señalar los impactos ambientales potenciales a generarse por el desarrollo del proyecto, se retoma el listado de impactos ambientales descritos en el apartado anterior. Como parte de la descripción, se ha hecho referencia a su persistencia, entendida esta como la permanencia del impacto.

Enfocándonos en los impactos ambientales adversos potenciales identificados y presentados en la Tabla RE.42 y valorados con una escala 4 (cuatro), se tiene que todos los impactos ambientales potenciales identificados de generarse en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento se clasifican como impactos permanentes o de largo plazo (> 10 años de permanencia en el ambiente). En la etapa de abandono se tiene que, de los 27 impactos ambientales identificados, 26 se clasifican como permanentes o de largo plazo. Sin embargo, lo que definió su permanencia es el periodo durante el cual se estarían manifestando los impactos, lo cual está acorde con el periodo que comprende la realización de las etapas, no su reversibilidad una vez que se haya parado el agente causal y se haya implementado la medida ambiental.

Del listado de 31 impactos ambientales potenciales a presentarse como consecuencia de la ejecución del proyecto, los cuales está enunciados en la Tabla V.9, se considera que solo cinco tendrían un carácter residual, los cuales se presentan en diversas etapas del proyecto y son ocasionados por diversas actividades, presentándose 18 veces en total (Tabla RE.42). Con esto se entiende que, su efecto permanecería aún después de aplicar las medidas ambientales para mitigar su manifestación en el medio ambiente.

Tabla RE. 42. Impactos ambientales residuales identificados y la etapa del proyecto en los que se generan

No	Impacto ambiental	Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Abandono
1	Cambio en la conformación topográfica natural del terreno y de patrones de sedimentación de sustratos	X	X	X	X
2	Alteración de la estabilidad geomorfológica del terreno	---	X	X	X
3	Pérdida / conformación de horizontes del suelo en áreas del desplante	X	---	X	X
4	Cambio en los flujos y movimientos de agua superficiales temporales	X	X	X	X
5	Modificación de las cualidades estético - paisajísticas	X	X	X	X
Impactos ambientales por etapa (No.)		**4**	**4**	**5**	**5**
Impactos ambientales totales (No.)		**18**			

V. 5. Impactos ambientales acumulativos

Los impactos ambientales acumulativos están definidos en el REIA, en su artículo 3, fracción VII, como aquellos impactos que son resultado del incremento de impactos de acciones particulares que interactúan con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente. Este tipo de impactos se presentan cuando se analizan los impactos ambientales a generarse por un proyecto en particular dentro de un sistema ambiental regional, en el cual convergen otros proyectos.

Este análisis cobra mayor relevancia cuando se trata de proyectos convergentes en la misma región, se relacionan y/o tienen acciones o actividades similares que interactúan en el mismo ecosistema. No obstante, pueden converger proyectos con diferentes objetivos y generar impactos ambientales coincidentes, lo que no los hace excluyentes, sino aditivos.

La acumulabilidad o sinergia de un impacto ambiental es un criterio que de acuerdo con la escala de valoración del RIAM modificado se evalúa a través de cuatro escalas (criterio B3 de la metodología modificada del RIAM). La escala 1 (uno) hace referencia a cuando no hay cambio o no aplica. La escala 2 (dos) se refiere a cuando el impacto ambiental no se considera acumulativo, solo simple, es decir, que no hay interacción con otros impactos. En la escala 3 (tres) ya se considera que el impacto es acumulable, pero la significancia de la interacción es incierta. Finalmente, la escala 4 (cuatro) representa un impacto que se considera acumulativo a los generados por otros proyectos o actividades que ocurren en la misma área.

Se entiende como incierto aquel impacto ambiental que, por su magnitud, forma de manifestarse o sitio de generación no se está seguro de que su presencia vaya a representar un efecto notable debido a la condición actual del ambiente en evaluación.

La identificación de este tipo de impactos potenciales a generarse durante las etapas de desarrollo del proyecto se realiza de igual manera a la efectuada con los impactos ambientales residuales. Es decir, se retoma el listado de impactos ambientales descritos en las fichas técnicas de impactos ambientales, cuyo resultado se resume en la Tabla V.10, en la que, como parte de la descripción, se ha hecho referencia a la acumulabilidad del impacto. Por lo que, retomando los resultados de la tabla indicada, en la Tabla V.43, se presenta el listado de impactos ambientales que fueron valorados en las escalas 3 y 4, impactos ambientales acumulativos, es decir que se

considera acumulativo a los generados por otros proyectos o actividades que ocurren en el SAR definido para el proyecto.

De los 104 impactos ambientales totales potenciales identificados a generarse por el desarrollo del proyecto, 64 se consideran como acumulativos, de los cuales 54 se clasificaron como adversos y 10 positivos.

En la etapa de preparación del sitio se tendrían 21 impactos acumulativos, 19 considerados adversos y nueve inciertos. De éstos, 11 son negativos ligeros, siete negativos moderados y solo uno negativo significativo. Este último está relacionado con la afectación a especies de flora silvestre catalogada en categoría de riesgo.

En la etapa de construcción se identificaron 18 impactos acumulativos, de los cuales 15 resultaron ser adversos y tres positivos, y siete clasificados como inciertos. Los impactos adversos se dividieron en: nueve ligeros, cinco moderados y uno significativos. El aprovechamiento del agua del manto acuífero es el impacto ambiental acumulativo significativo.

En la etapa de operación se identificaron 20 impactos ambientales acumulativos, 17 adversos y ocho inciertos. En este caso, los adversos ligeros resultaron ser ocho y nueve moderados.

Por último, en la última etapa de desarrollo del proyecto se identificaron en total cinco impactos acumulativos, todos inciertos, y tres adversos. Los adversos se consideran ligeros y están relacionados con la afectación al aire (calidad y confort sonoro) y a la degradación química del suelo.

Tabla RE. 43. Listado de impactos ambientales acumulativos potenciales a presentarse por el desarrollo del proyecto en el polígono del SAR

No	Código§	Impacto ambiental	Valor de los criterios						Evaluación (ES)	Valor alfabético§§
			A1	A2	B1	B2	B3	B4		
Preparación del sitio										
1	FQ-1	Cambio en la conformación topográfica natural del terreno y de patrones de sedimentación de sustratos	1	-2	4	4	4	4	-32	-B
2	FQ-2	Pérdida de horizontes del suelo en áreas del desplante	1	-2	4	4	4	3	-30	-A
3	FQ-3	Afectación de las propiedades físicas del suelo (Permeabilidad)	1	-2	4	4	4	3	-30	-A
4	FQ-4	Cambio de las propiedades químicas y biológicas del suelo	1	-1	4	2	3	2	-11	-A
5	FQ-5	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire	1	-1	4	2	3	2	-11	-A
6	FQ-6	Generación de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	1	-1	4	2	3	2	-11	-A
7	FQ-7	Cambio en el comportamiento de factores climáticos	1	-2	4	4	3	3	-28	-A
8	FQ-8	Alteración de la composición física, química y/o bacteriológica en el agua superficial	2	-1	4	2	3	2	-22	-A
9	FQ-9	Cambio en los flujos y movimientos de agua superficiales temporales	1	-2	4	4	3	4	-30	-A
10	FQ-10	Alteración del proceso de infiltración de agua al manto freático	1	-3	4	4	4	4	-48	-B
11	BE-1	Cambio de la abundancia de individuos de especies de flora silvestre	1	-3	4	4	4	3	-45	-B
12	BE-2	Modificación de la superficie y distribución de la cobertura y tipo de vegetación	1	-3	4	4	4	3	-45	-B
13	BE-3	Afectación a ejemplares de flora silvestre de especies en categoría de riesgo	2	-2	4	4	3	3	-56	-C
14	BE-4	Disminución del número de individuos de las especies de fauna silvestre	1	-2	4	4	4	3	-30	-A

No	Código§	Impacto ambiental	Valor de los criterios						Evaluación (ES)	Valor alfabético§§
			A1	A2	B1	B2	B3	B4		
15	BE-5	Alteración de las áreas de desplazamiento de ejemplares de fauna silvestre	1	-3	4	4	4	3	-45	-B
16	BE-6	Reducción de áreas usadas como refugio, alimentación y reproducción de fauna silvestre	1	-2	4	4	4	3	-30	-A
17	BE-7	Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo y relevancia ambiental	1	-3	4	4	4	3	-45	-B
18	SC-1	Modificación de las cualidades estético - paisajísticas	1	-3	4	4	4	4	-48	-B
19	SC-3	Ampliación y rehabilitación de las vías de comunicación	1	-2	4	4	4	3	-30	-A
20	EO-1	Generación de ofertas de trabajo directos e indirectos	1	1	4	1	3	2	10	A
21	EO-2	Impulso a la economía local y regional por la derrama económica	1	1	4	1	3	2	10	A
Construcción del proyecto										
22	FQ-11	Cambio en la conformación topográfica natural del terreno y de patrones de sedimentación de sustratos	1	-2	4	3	4	4	-30	-A
23	FQ-13	Afectación de las propiedades físicas del suelo (Permeabilidad)	1	-2	4	4	3	3	-28	-A
24	FQ-14	Cambio de las propiedades químicas y biológicas del suelo	1	-2	4	2	4	2	-24	-A
25	FQ-15	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire	2	-1	4	2	3	2	-22	-A
26	FQ-16	Generación de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	2	-1	4	2	3	2	-22	-A
27	FQ-17	Cambio en el comportamiento de factores climáticos	1	-2	4	4	3	3	-28	-A
28	FQ-18	Aprovechamiento del volumen de agua superficial autorizado para su explotación	2	-2	4	4	4	3	-60	-C
29	FQ-19	Alteración de la composición física, química y/o bacteriológica en el agua superficial	2	-1	4	2	4	3	-26	-A
30	FQ-21	Cambio en los flujos y movimientos de agua superficiales temporales	1	-3	4	4	4	4	-48	-B
31	FQ-22	Alteración del proceso de infiltración de agua al manto freático	1	-3	4	4	4	2	-42	-B
32	BE-8	Disminución del número de individuos de las especies de fauna silvestre	1	-1	4	4	4	3	-15	-A
33	BE-9	Alteración de las áreas de desplazamiento de ejemplares de fauna silvestre	1	-2	4	4	4	3	-30	-A
34	BE-10	Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo y relevancia ambiental	1	-3	4	4	4	3	-45	-B
35	SC-5	Modificación de las cualidades estético - paisajísticas	1	-3	4	4	4	4	-48	-B
36	SC-6	Impacto en la calidad de vida de los vecinos de las obras	1	-3	4	4	3	3	-42	-B
37	SC-8	Ampliación y rehabilitación de las vías de comunicación	2	2	4	4	4	2	56	C
38	EO-5	Generación de ofertas de trabajo directos e indirectos	3	2	4	2	3	3	72	C
39	EO-6	Impulso a la economía local y regional por la derrama económica	3	2	4	2	3	3	72	C
Operación y mantenimiento										
40	FQ-23	Cambio en la conformación topográfica natural del terreno y de patrones de sedimentación de sustratos	1	-3	4	4	4	4	-48	-B
41	FQ-25	Pérdida de horizontes del suelo en áreas del desplante	1	-2	4	4	4	3	-30	-A
42	FQ-26	Afectación de las propiedades físicas del suelo (Permeabilidad)	1	-2	4	4	3	2	-26	-A
43	FQ-27	Cambio de las propiedades químicas y biológicas del suelo	1	-2	4	2	4	3	-26	-A
44	FQ-28	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire	2	-2	4	2	3	2	-44	-B

No	Código§	Impacto ambiental	Valor de los criterios						Evaluación (ES)	Valor alfabético§§
			A1	A2	B1	B2	B3	B4		
45	FQ-29	Generación de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	2	-1	4	2	3	2	-22	-A
46	FQ-30	Cambio en el comportamiento de factores climáticos	2	-1	4	4	4	3	-30	-A
47	FQ-31	Aprovechamiento del volumen de agua superficial autorizada para su aprovechamiento	2	-2	4	2	4	3	-52	-B
48	FQ-32	Alteración de la composición física, química y/o bacteriológica en el agua superficial	2	-2	4	3	3	3	-52	-B
49	FQ-33	Alteración de la composición física, química y/o bacteriológica en el agua subterránea	2	-2	4	3	3	2	-48	-B
50	FQ-34	Cambio en el flujo y movimientos de agua superficial temporales	1	-3	4	4	4	4	-48	-B
51	FQ-35	Alteración del proceso de infiltración de agua al manto freático	1	-2	4	4	4	4	-32	-B
52	BE-11	Disminución del número de individuos de las especies de fauna silvestre	1	-1	4	4	4	3	-15	-A
53	BE-12	Alteración de las áreas de desplazamiento de ejemplares de fauna silvestre	1	-2	4	4	4	3	-30	-A
54	BE-13	Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo y relevancia ambiental	1	-3	4	4	4	4	-48	-B
55	SC-10	Modificación de las cualidades estético-paisajísticas	1	-3	4	4	4	3	-45	-B
56	SC-11	Impacto en la calidad de vida de los vecinos de las obras	1	-2	4	4	3	3	-28	-A
57	SC-13	Conservación funcional de las vías de comunicación	2	2	4	4	4	2	56	C
58	EO-14	Pagos gubernamentales por los servicios demandados en diferentes dependencias	3	2	4	2	3	2	66	C
59	EO-15	Pago de impuestos a las diferentes dependencias por la actividad minera	3	3	4	2	3	2	99	C
Abandono										
60	FQ-40	Cambio de las propiedades químicas y biológicas del suelo	1	-2	4	2	3	3	-24	-A
61	FQ-41	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire	2	-1	4	2	3	2	-22	-A
62	FQ-42	Generación de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	2	-1	4	2	3	2	-22	-A
63	EO-16	Generación de ofertas de trabajo directos e indirectos	1	2	3	2	3	3	22	A
64	EO-17	Impulso a la economía local y regional por la derrama económica	2	2	4	2	3	3	48	B

§ Código del componente de evaluación: FQ = Físico / químico; BE = Biológico / ecológico; SC = Sociológico / cultural y, EO = Económico / operacional.

§§ Valor alfabético: A = Impacto ligero; B = Impacto moderado y, C = Impacto significativo. El signo menos que precede a la literal que identifica el valor alfabético hace referencia a impactos adversos o negativos.

V.6. Impactos ambientales del proyecto "Distrito Minero Autlán"

El análisis de identificación de los impactos en el presente estudio incluyó como punto de partida los impactos ambientales identificados en las MIA-G de los proyectos **"Tajo Naopa"** y **"Tajo Acuatitla"**, así como el DTU, modalidad A, del proyecto "**Modificación del Proyecto Tajo Naopa"**. No obstante, se consideró conveniente hacer un arreglo en la presentación de los impactos. Esta modificación no implica que se haya excluido alguno de los impactos ambientales identificados, sino que estos fueron analizados como parte de las afectaciones a la nueva clasificación de los aspectos ambientales (componentes, factores y subfactores) y las obras y actividades del proyecto como agentes generadores de los impactos.

Esta diferencia entre metodologías y procedimientos de identificación y evaluación de impactos ambientales representa una limitante cuando se trata de integrar los diferentes análisis. Pareciera ser que, proyectos

evaluados con solo metodologías cualitativas pasaban por alto la identificación de algunos impactos ambientales potenciales a generarse por la realización de algunas obras y actividades.

Para ejemplificar la diferencia de criterios de análisis en la identificación de impactos, se tiene que en los proyectos que se integran se consideraron agentes generadores de impactos como efecto o impacto ambiental. Entre ellos tenemos: Generación de residuos peligrosos, generación de residuos sólidos municipales, generación de residuos de manejo especial, movimiento de tierras, generación de aguas sanitarias, riesgo de derrumbes, riesgo de deslaves, tránsito de maquinaria pesada (Tabla RE.44). Además, algunos impactos ambientales identificados son poco claros o muy generales, como afectaciones a la flora silvestre, afectaciones a la fauna silvestre y movimiento de tierras.

Tabla RE. 44. Relación de impactos ambientales identificados entre los estudios de impacto ambiental "Tajo Naopa", "Tajo Acuatitla" y "Modificación del Proyecto Tajo Naopa" (columnas) y "Distrito Minero Autlán" (filas).

Factor	Subfactor	Efecto/Impacto	Impacto identificado		
			Tajo Acuatitla	Tajo Naopa	Mod. Tajo Naopa
Fisiografía	Estabilidad geomorfológica	Alteración de la estabilidad geomorfológica del terreno	X	---	---
Suelo	Alteración de las propiedades físicas	Compactación del terreno por tránsito de maquinaria pesada	X	X	X
	Degradación química	Contaminación del suelo por derrame de hidrocarburos	X	X	---
		Generación de residuos peligrosos	X	X	---
		Generación de residuos de manejo especial	X	X	---
		Generación de residuos sólidos municipales	X	X	---
		Generación de aguas sanitarias	X	X	---
	Pérdida de la capa superficial del suelo	Movimiento de tierras	X	X	---
		Pérdida de suelo fértil	X	X	X
		Riesgo de derrumbes	X	X	---
		Riesgo de deslaves	X	X	X
		Generación de material estéril	X	X	---
Aire	Calidad	Emisiones a la atmósfera por acarreo de material	X	X	X
		Emisiones a la atmósfera por vehículos y maquinaria	X	X	---
	Ruido	---	---	---	X
Agua	Calidad	---	---	---	X
	Recarga	---	---	---	X
	Drenaje	---	---	---	X

Factor	Subfactor	Efecto/Impacto	Impacto identificado		
			Tajo Acuatitla	Tajo Naopa	Mod. Tajo Naopa
	Modificación del flujo superficial	Afectaciones a los recursos hidrológicos por modificación de la topografía	X	X	---
Biótico	Flora	Diversidad	---	---	X
		Abundancia	---	---	X
		Cambio de uso de suelo en terrenos forestales	X	X	---
		Afectaciones a la flora silvestre	X	X	---
	Fauna	Migración	---	---	X
		Abundancia	---	---	X
		Hábitat	---	---	X
		Afectaciones a la fauna silvestre	X	X	---
Base paisajística	Calidad estético - paisajística	Modificación de las cualidades estético - paisajísticas	X	---	---
Seguridad	Riesgo de accidentes	Por utilización de explosivos durante la explotación del recurso	X	X	---
		Tránsito de maquinaria pesada	X	X	---
Socioeconómicos y culturales	Población	Generación de empleos	X	X	X
		Nivel de ingresos	---	---	X
		Accidentes	---	---	X
		Paisaje	---	---	X
		Riesgos	---	---	X

En la Tabla RE.45 se hace una relación de la identificación de impactos ambientales de los tres proyectos que se integran en este estudio elaborado para el proyecto “Distrito Minero Autlán”. De dicho análisis, pareciera ser que se han identificado nuevos impactos ambientales o impactos ambientales no manifestados previamente. No obstante, esta diferencia entre los impactos ambientales identificados en este estudio y los mencionados previamente está más relacionado con la metodología empleada, la definición del detalle del análisis en la identificación de impactos y la diferencia de criterios en la identificación de impactos.

En el ejercicio de identificación de impactos ambientales del proyecto se reportan 31 impactos ambientales potenciales a generarse, con la posibilidad de presentarse en al menos una de las cuatro etapas en las que se dividió el desarrollo del proyecto. Al ser un proyecto integrador se deben incluir los impactos ambientales identificados en los proyectos que forman parte del análisis; no obstante, en el presente análisis se excluyen dos impactos ambientales identificados en los proyectos “Tajo Acuatitla” y “Tajo Naopa”, y ocho del proyecto de “Modificación Tajo Naopa”.

Los dos impactos excluidos de los proyectos “Tajo Acuatitla” y “Tajo Naopa” no se analizaron porque se considera que la afectación a la diversidad de flora silvestre como la migración de fauna silvestre no serán afectadas por el desarrollo del proyecto.

Tabla RE. 45. Naturaleza de los impactos ambientales identificados en proyectos previos y en el presente

No	Impacto ambiental	Distrito Minero Autlán	Tajo Acuatitla	Tajo Naopa	Modificación Tajo Naopa
1	Cambio en la conformación topográfica natural del terreno y de patrones de sedimentación de sustratos.	X	X	---	---
2	Alteración de la estabilidad geomorfológica del terreno.	X	X	X	X
3	Pérdida / conformación de horizontes del suelo en áreas del desplante.	X	X	X	X
4	Afectación de las propiedades físicas del suelo.	X	X	X	X
5	Cambio de las propiedades químicas y biológicas del suelo.	X	---	---	X
6	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire.	X	X	X	X
7	Generación de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido.	X	X	X	---
8	Cambio en el comportamiento de factores climáticos.	X	---	---	---
9	Aprovechamiento del volumen de agua superficial autorizado para su explotación.	X	---	---	---
10	Alteración de la composición fisicoquímica y/o bacteriológica en el agua superficial.	X	X	X	---
11	Alteración de la composición fisicoquímica y/o bacteriológica en el agua subterránea.	X	X	X	---
12	Cambio en los flujos y movimientos de agua superficiales temporales.	X	X	X	X
13	Alteración del proceso de infiltración de agua al manto freático.	X	X	X	---
14	Cambio en la abundancia de individuos de especies de flora silvestre.	X	X	X	---
15	Modificación de la superficie y distribución de la cobertura y tipo de vegetación.	X	---	---	---
16	Afectación a ejemplares de flora silvestre de especies en categoría de riesgo.	X	---	---	---
17	Disminución del número de individuos de las especies de fauna silvestre.	X	X	X	---
18	Alteración de las áreas de desplazamiento de ejemplares de fauna silvestre.	X	X	X	---
19	Reducción de áreas usadas como refugio, alimentación y reproducción de fauna silvestre.	X	X	X	---
20	Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo y relevancia ambiental.	X	---	---	---
21	Modificación de las cualidades estético – paisajísticas.	X	X	X	---
22	Impacto en la calidad de vida de los vecinos de las obras.	X	---	---	---
23	Obtención de recursos minerales del subsuelo.	X	---	---	X

No	Impacto ambiental	Distrito Minero Autlán	Tajo Acuatitla	Tajo Naopa	Modificación Tajo Naopa
24	Ampliación y rehabilitación de las vías de comunicación.	X	---	---	---
25	Incremento de la población económicamente activa externa que demanda bienes, servicios y empleo.	X	---	---	---
26	Generación de ofertas de trabajo directos e indirectos.	X	X	X	X
27	Impulso a la economía local y regional por la derrama económica.	X	X	X	---
28	Incremento de riesgos por accidentes.	X	X	X	X
29	Desarrollo regional comunitario directo por la actividad minera.	X	---	---	---
30	Pagos gubernamentales por los servicios demandados en diferentes dependencias.	X	---	---	---
31	Pago de impuestos a las diferentes dependencias por los servicios brindados.	X	---	---	---
32	Cambio en la diversidad de flora silvestre.	---	X	X	---
33	Migración de fauna silvestre.	---	X	X	---
34	Generación de residuos peligrosos.	---	---	---	X
35	Generación de residuos de manejo especial.	---	---	---	X
36	Generación de residuos sólidos municipales.	---	---	---	X
37	Generación de aguas sanitarias.	---	---	---	X
38	Generación de material estéril.	---	---	---	X
39	Riesgos de derrumbes y deslaves.	---	---	---	X
40	Afectaciones a la flora silvestre.	---	---	---	X
41	Afectaciones a la fauna silvestre.	---	---	---	X
Impactos ambientales (No.)		**31**	**20**	**19**	**17**

V. 7. Impactos ambientales a nivel del SAR

Para poder evaluar la acumulabilidad y residualidad de los impactos ambientales identificados y descritos en los apartados anteriores, es importante tomar en cuenta las principales obras y actividades que se han desarrollado y de aquellas que actualmente tienen lugar en el SAR. Este análisis se realiza con base en impactos ambientales tipo, acorde con la naturaleza de los proyectos identificados y los ecosistemas en los cuales se encuentran inmersos con base en los identificados en la región de interés.

En este caso, el SAR se definió tomando como base principal la conformación de las unidades de gestión ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo, publicado en el Periódico Oficial del Estado del Hidalgo el 25 de febrero de 2022. En el interior del polígono delimitado existen áreas representativas de las comunidades vegetales dominantes en la región: a) Bosque Mesófilo de Montaña (BMM); b) Bosque de Encino; c) Bosque de Encino-Pino; d) Bosque de Pino-Encino; e) Vegetación Secundaria Arbórea de Bosque Mesófilo de Montaña; f) Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Alta Perennifolia; g) Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino; h) Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque Mesófilo de Montaña, i) Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Alta Perennifolia; j) Vegetación Secundaria Herbácea de Selva Alta Perennifolia, y, k) Pastizal Inducido (Tabla RE.46). Adicionalmente, existen áreas en las cuales ya se llevó el

cambio de uso de suelo para el desarrollo de proyectos de importancia regional, estatal y nacional, como lo es la construcción de diversas vías de comunicación, líneas de transmisión y distribución de energía eléctrica y telefónicas, establecer asentamientos humanos, así como áreas para actividades agropecuarias que practican los pobladores de las localidades asentadas en la región.

Al evaluar el grado de los impactos ambientales se tomó en cuenta el estado de conservación actual de los componentes ambientales descritos en el capítulo IV y la representatividad de las obras y actividades que se planea realizar por el desarrollo del proyecto, con respecto a las que en la actualidad se llevan a cabo. Bajo este contexto fue que se asignaron los valores de los criterios en la valoración de los impactos ambientales potenciales y se obtuvieron los reportados en las fichas descriptivas de impactos.

En el análisis de identificación de impactos ambientales acumulativos y residuales del SAR se consideraron las principales obras y actividades que se han identificado como las principales generadoras de impactos ambientales: a) Desarrollo de zonas urbanas (habitacionales); b) Construcción y operación de vías de comunicación; c) Actividades agropecuarias de temporal, d) Infraestructura de servicios urbanos; e) Construcción y operación de líneas de transmisión y conducción de energía eléctrica y de telefonía, y, f) Instalación y operación de líneas de distribución de gas natural. En la Tabla RE.46 se presentan los resultados de los impactos ambientales acumulativos y residuales que se tienen por el desarrollo de estas obras y actividades.

Del ejercicio realizado, se identificaron 26 impactos ambientales acumulativos y/o residuales, los cuales pueden estar asociados a una o más de las seis actividades identificadas como las principales generadoras de impactos. El desarrollo de asentamientos humanos (localidades) es el que presenta un mayor número de impactos ambientales acumulativos y/o residuales, generando 24 de los 26 identificados, seguido por la construcción y operación de vías de comunicación y las actividades agropecuarias de temporal con 18. La construcción y operación de líneas de transmisión y conducción de energía eléctrica y de telefonía resulta ser de los proyectos que se han desarrollado en el SAR que menos impactos ambientales se le asociación, habiendo identificado 10 de los 26 potenciales identificados.

Tabla RE. 46. Identificación de obras y actividades generadoras de impactos ambientales acumulativos y residuales en el contexto del SAR definido para el desarrollo del proyecto

Obras y actividades actuales	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Relación de impactos				
				Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador de impacto y cambio climático
Desarrollo de zonas urbanas	Fisiografía - relieve	Alteración de la conformación topográfica	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Moderada	Adverso	Cambio en el grado de pendiente y superficie afectada (ha) con respecto al total.
	Suelo - propiedades físicas	Afectación de las propiedades físicas	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Moderada	Adverso	Valores de referencia en la NOM-021-RECNAT-2000; USDA (1999); Cuanalo (1981); IUSS Working Group WRB (2015); FAO (2020).
	Suelo - propiedades químicas	Cambio de las propiedades químicas	Acumulativo	Permanente	Regional	Mínima	Adverso	Valores de referencia en la NOM-021-RECNAT-2000. Cuanalo (1981); Perevochtchikova (2013), refiere que el indicador ambiental para la evaluación del impacto de los residuos, tanto de los que denomina como industriales, como de los orgánicos, es su producción (m^3), así como su reciclaje (proporción del volumen que es generado que es reciclado, %); FAO (2020)
	Suelo - Erosión	Pérdida parcial o total de horizontes	Acumulativo	Temporal	Regional	Mínima	Adverso	Valores de referencia y procedimiento en Renard *et al.* (1997) y Montes-León *et al.* (2011).

Obras y actividades actuales	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Relación de impactos				
				Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador de impacto y cambio climático
	Aire - Calidad	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases	Acumulativo	Permanente	Regional	Mínima	Adverso	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-041-SEMARNAT-2015; NOM-042-SEMARNAT-2003 y NOM-045-SEMARNAT-2017; NOM-022-SSA1-2019; NOM-023-SSA1-2021; NOM-025-SSA1-2021.
	Aire - Confort sonoro	Generación de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	Acumulativo	Permanente	Regional	Moderada	Adverso	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-080-SEMARNAT-1994; NOM-081-SEMARNAT-1994 y su acuerdo mediante el cual se modifica su numeral 5.4; WHO (1999).
	Aire - Clima	Cambio en el comportamiento de factores climáticos	Acumulativo	Permanente	Local	Mínimo	Adverso	Registro de comportamiento de factores climáticos.
	Agua - calidad	Cambio en la composición física, química y/o bacteriológica en el agua	Acumulativo	Permanente	Regional	Moderada	Adverso	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-01-SEMARNAT-2021; NOM-002-SEMARNAT-1996; NOM-003-SEMARNAT-1997; NOM-004-SEMARNAT-2002; NOM-127-SSA1-1994; OMS (2006).
	Agua - disponibilidad	Incremento en el consumo de agua del manto freático	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Disponibilidad de agua del acuífero, según lo indicado en los acuerdos por los que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los acuíferos del país en el Diario Oficial de la Federación. El actual fue publicado el 09 de noviembre de 2023; CONAGUA (2012).
	Agua – modificación de flujos	Cambio en los flujos y movimientos de agua superficiales	Acumulativo	Permanente	Local	Moderada	Adverso	Superficie afectada y número y nivel de cuerpos de agua superficiales afectados.
	Agua – Recarga del manto freático	Alteración del proceso de infiltración de agua al manto freático	Acumulativo	Permanente	Regional	Moderado	Adverso	Superficie con desplante de infraestructura permanente.
	Flora - abundancia	Disminución del número de individuos de las especies de flora silvestre	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Densidad (individuos ha^{-1}) y diversidad (número de especies), por asociación vegetal de acuerdo con trabajos de investigación en la región; Ferro-Díaz (2015) y Alanís *et al.* (2020).
	Flora - cobertura	Modificación de la superficie con cobertura vegetal	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Superficie por afectar por tipo de asociación vegetal presente en la región de referencia; Ferro-Díaz (2015) y Alanís *et al.* (2020), así como de protocolos generales (Botello *et al.*, 2022a, b).
	Flora - especies en riesgo	Afectación a ejemplares de flora silvestre de especies en categoría de riesgo	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Mínima	Adverso	Especies e individuos por afectar en categoría de riesgo de acuerdo con el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	Fauna - abundancia y diversidad	Disminución del número de individuos de las	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Moderada	Adverso	Flores-Villela *et al.* (1991); Ceballos y Oliva (2005); Ramírez-Pulido *et al.* (2005). El procedimiento de monitoreo análisis de resultados y formatos de campo están descritos en FMCN *et al.* (2018), así

Obras y actividades actuales	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Relación de impactos				
				Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador de impacto y cambio climático
		especies de fauna silvestre						como de protocolos generales (Botello *et al.*, 2022a, b).
	Fauna - movilidad	Alteración de las áreas de desplazamiento de ejemplares de fauna silvestre	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Número de áreas con funcionalidad ambiental para el desarrollo de fauna silvestre y nivel de conectividad entre las mismas.
	Fauna - Disponibilidad de hábitat	Reducción de áreas usadas como refugio, alimentación y reproducción de fauna silvestre	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Proporción de áreas con funcionalidad ambiental para brindar servicios a la fauna silvestre.
	Fauna - Especies en riesgo	Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Mínima	Adverso	Especies e individuos por afectar en categoría de riesgo de acuerdo con el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010. El procedimiento de monitoreo análisis de resultados y formatos de campo están descritos en FMCN *et al.* (2018).
	Paisaje - Calidad	Modificación de las cualidades estético - paisajísticas	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Conformación de las unidades de paisaje (Muñoz-Pedrero, 2004).
	Paisaje - Capacidad visual	Afectación de la calidad de vida de los vecinos de las obras	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Conformación de las unidades de paisaje (Muñoz-Pedrero, 2004).
	Uso de suelo - Habitacional	Incremento de ofertas para viviendas	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Benéfico	Superficie sometida al cambio de uso de suelo para el desarrollo de zonas urbanas o habitacionales.
	Uso de suelo - Infraestructura urbana	Habilitación de áreas para beneficio de la población	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Benéfico	Superficie sometida al cambio de uso de suelo para el desarrollo de infraestructura urbana.
	Población - Empleos	Incremento de ofertas de trabajo directos e indirectos	Acumulativo	Temporal	Regional	Alta	Benéfico	Reportes de generación de empleos del IMSS e INEGI.
	Población - Derrama económica	Impulso a la economía local y regional por la derrama económica	Acumulativo	Temporal	Regional	Alta	Benéfico	Reportes económicos de la Secretaría de Economía, INEGI y Banco de México.
Construcción y operación de vías de comunicación	Fisiografía - relieve	Alteración de la conformación topográfica	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Moderada	Adverso	Cambio en el grado de pendiente y superficie afectada (ha) con respecto al total.
	Suelo - propiedades físicas	Afectación de las propiedades físicas	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Moderada	Adverso	Valores de referencia en la NOM-021-RECNAT-2000; USDA (1999); Cuanalo (1981); IUSS Working Group WRB (2015); FAO (2020).

Obras y actividades actuales	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Relación de impactos				
				Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador de impacto y cambio climático
	Suelo - propiedades químicas	Cambio de las propiedades químicas	Acumulativo	Temporal	Regional	Mínima	Adverso	Valores de referencia en la NOM-021-RECNAT-2000. Cuanalo (1981); Perevochtchikova (2013), refiere que el indicador ambiental para la evaluación del impacto de los residuos, tanto de los que denomina como industriales, como de los orgánicos, es su producción (m^3), así como su reciclaje (proporción del volumen que es generado que es reciclado, %); FAO (2020)
	Suelo - Erosión	Pérdida parcial o total de horizontes	Acumulativo	Temporal	Regional	Mínima	Adverso	Valores de referencia y procedimiento en Renard *et al.* (1997) y Montes-León *et al.* (2011).
	Aire - Calidad	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases	Acumulativo	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-041-SEMARNAT-2015; NOM-042-SEMARNAT-2003 y NOM-045-SEMARNAT-2017; NOM-022-SSA1-2019; NOM-023-SSA1-2021; NOM-025-SSA1-2021.
	Aire - Confort sonoro	Generación de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	Acumulativo	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-080-SEMARNAT-1994; NOM-081-SEMARNAT-1994 y su acuerdo mediante el cual se modifica su numeral 5.4; WHO (1999).
	Aire - Clima	Cambio en el comportamiento de factores climáticos	Acumulativo	Permanente	Local	Mínimo	Adverso	Registro de comportamiento de factores climáticos.
	Agua – modificación de flujos	Cambio en los flujos y movimientos de agua superficiales	Acumulativo	Permanente	Local	Moderada	Adverso	Superficie afectada y número y nivel de cuerpos de agua superficiales afectados.
	Agua – Recarga del manto freático	Alteración del proceso de infiltración de agua al manto freático	Acumulativo	Permanente	Local	Moderado	Adverso	Superficie con desplante de infraestructura permanente.
	Flora - abundancia	Disminución del número de individuos de las especies de flora silvestre	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Densidad (individuos ha^{-1}) y diversidad (número de especies), por asociación vegetal de acuerdo con trabajos de investigación en la región; Ferro-Díaz (2015) y Alanís *et al.* (2020).
	Flora - cobertura	Modificación de la superficie con cobertura vegetal	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Superficie por afectar por tipo de asociación vegetal presente en la región de referencia; Ferro-Díaz (2015) y Alanís *et al.* (2020), así como de protocolos generales (Botello *et al.*, 2022a, b).
	Flora - especies en riesgo	Afectación a ejemplares de flora silvestre de especies en categoría de riesgo	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Mínima	Adverso	Especies e individuos por afectar en categoría de riesgo de acuerdo con el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	Fauna - abundancia	Disminución del número de individuos de las	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Flores-Villela *et al.* (1991); Ceballos y Oliva (2005); Ramírez-Pulido *et al*. (2005). El procedimiento de monitoreo análisis de resultados y formatos de campo están descritos en FMCN *et al.* (2018), así

Obras y actividades actuales	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Relación de impactos				
				Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador de impacto y cambio climático
		especies de fauna silvestre						como de protocolos generales (Botello *et al.*, 2022a, b).
	Fauna - movilidad	Alteración de las áreas de desplazamiento de ejemplares de fauna silvestre	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Número de áreas con funcionalidad ambiental para el desarrollo de fauna silvestre y nivel de conectividad entre las mismas.
	Fauna - Especies en riesgo	Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Mínima	Adverso	Especies e individuos por afectar en categoría de riesgo de acuerdo con el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010. El procedimiento de monitoreo análisis de resultados y formatos de campo están descritos en FMCN *et al.* (2018).
	Uso de suelo – vías de comunicación	Construcción y operación de vías terrestres de comunicación	Acumulativo	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Superficie sometida al cambio de uso de suelo para la construcción y operación de vías de comunicación.
	Población - Empleos	Incremento de ofertas de trabajo directos e indirectos	Acumulativo y residual	Temporal	Regional	Moderada	Benéfico	Reportes de generación de empleos del IMSS e INEGI.
	Población - Derrama económica	Impulso a la economía local y regional por la derrama económica	Acumulativo y residual	Temporal	Regional	Moderada	Benéfico	Reportes económicos de la Secretaría de Economía, INEGI y Banco de México.
Actividades agropecuarias de temporal	Suelo - propiedades físicas	Afectación de las propiedades físicas	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Valores de referencia en la NOM-021-RECNAT-2000; USDA (1999); Cuanalo (1981); IUSS Working Group WRB (2015); FAO (2020).
	Suelo - propiedades químicas	Cambio de las propiedades químicas	Acumulativo	Temporal	Regional	Alta	Adverso	Valores de referencia en la NOM-021-RECNAT-2000. Perevochtchikova (2013), refiere que el indicador ambiental para la evaluación del impacto de los residuos, tanto de los que denomina como industriales como de los orgánicos, es su producción (m^3), así como su reciclaje (proporción del volumen que es generado que es reciclado, %); FAO (2020).
	Suelo - Erosión	Pérdida parcial o total de horizontes	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Moderada	Adverso	Valores de referencia y procedimiento en Renard *et al.* (1997) y Montes-León *et al.* (2011).
	Aire - Calidad	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases	Acumulativo	Temporal	Regional	Mínima	Adverso	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-041-SEMARNAT-2015; NOM-042-SEMARNAT-2003 y NOM-045-SEMARNAT-2017; NOM-022-SSA1-2019; NOM-023-SSA1-2021; NOM-025-SSA1-2021.
	Aire - Confort sonoro	Generación de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	Acumulativo	Temporal	Regional	Mínima	Adverso	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-080-SEMARNAT-1994; NOM-081-SEMARNAT-1994 y su acuerdo mediante el cual se modifica su numeral 5.4; WHO (1999).

Obras y actividades actuales	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Relación de impactos				
				Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador de impacto y cambio climático
	Agua - calidad	Cambio en la composición física, química y/o bacteriológica en el agua	Acumulativo	Temporal	Regional	Moderada	Adverso	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-001-SEMARNAT-1996; NOM-003-SEMARNAT-1997; NOM-004-SEMARNAT-2002; NOM-127-SSA1-1994; OMS (2006).
	Agua - disponibilidad	Incremento en el consumo de agua de cuerpos superficiales	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Disponibilidad de agua del acuífero, según lo indicado en los acuerdos por los que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los acuíferos del país en el Diario Oficial de la Federación. El actual fue publicado el 09 de noviembre de 2023; CONAGUA (2012).
	Flora - abundancia	Disminución del número de individuos de las especies de flora silvestre	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Densidad (individuos ha^{-1}) y diversidad (número de especies), por asociación vegetal de acuerdo con trabajos de investigación en la región; Ferro-Díaz (2015) y Alanís *et al.* (2020).
	Flora - cobertura	Modificación de la superficie con cobertura vegetal	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Superficie por afectar por tipo de asociación vegetal presente en la región de referencia; Ferro-Díaz (2015) y Alanís *et al.* (2020), así como de protocolos generales (Botello *et al.*, 2022a, b).
	Flora - especies en riesgo	Afectación a ejemplares de flora silvestre de especies en categoría de riesgo	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Mínima	Adverso	Especies e individuos por afectar en categoría de riesgo de acuerdo con el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	Fauna - abundancia	Disminución del número de individuos de las especies de fauna silvestre	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Flores-Villela *et al.* (1991); Ceballos y Oliva (2005); Ramírez-Pulido *et al.* (2005). El procedimiento de monitoreo análisis de resultados y formatos de campo están descritos en FMCN *et al.* (2018), así como de protocolos generales (Botello *et al.*, 2022a, b).
	Fauna - movilidad	Alteración de las áreas de desplazamiento de ejemplares de fauna silvestre	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Mínima	Adverso	Número de áreas con funcionalidad ambiental para el desarrollo de fauna silvestre y nivel de conectividad entre las mismas.
	Fauna - Disponibilidad de hábitat	Reducción de áreas usadas como refugio, alimentación y reproducción de fauna silvestre	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Proporción de áreas con funcionalidad ambiental para brindar servicios a la fauna silvestre.
	Fauna - Especies en riesgo	Afectación a ejemplares de fauna de especies en categoría de riesgo	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Mínima	Adverso	Especies e individuos por afectar en categoría de riesgo de acuerdo con el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010. El procedimiento de monitoreo análisis de resultados y formatos de campo están descritos en FMCN *et al.* (2018).
	Paisaje - Calidad	Modificación de las cualidades estético - paisajísticas	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Moderada	Adverso	Conformación de las unidades de paisaje (Muñoz-Pedrero, 2004; Priego et al., 2010).

Obras y actividades actuales	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Relación de impactos				
				Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador de impacto y cambio climático
	Uso de suelo agropecuario	Producción de bienes y servicios para alimento de la población	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Benéfico	---
	Población - Empleos	Incremento de ofertas de trabajo directos e indirectos	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Benéfico	Reportes de generación de empleos del IMSS e INEGI.
	Población - Derrama económica	Impulso a la economía local y regional por la derrama económica	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Benéfico	Reportes económicos de la Secretaría de Economía, INEGI y Banco de México.
Infraestructura de servicios urbanos	Fisiografía - relieve	Alteración de la conformación topográfica	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Mínima	Adverso	Cambio en el grado de pendiente y superficie afectada (ha) con respecto al total.
	Suelo - propiedades físicas	Afectación de las propiedades físicas	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Mínima	Adverso	Valores de referencia en la NOM-021-RECNAT-2000; USDA (1999); Cuanalo (1981); IUSS Working Group WRB (2015); FAO (2020).
	Suelo - propiedades químicas	Cambio de las propiedades químicas	Acumulativo	Temporal	Regional	Mínima	Adverso	Valores de referencia en la NOM-021-RECNAT-2000. Cuanalo (1981); Perevochtchikova (2013), refiere que el indicador ambiental para la evaluación del impacto de los residuos, tanto de los que denomina como industriales como de los orgánicos, es su producción (m^3), así como su reciclaje (proporción del volumen que es generado que es reciclado, %); FAO (2020).
	Aire - Calidad	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases	Acumulativo	Temporal	Regional	Mínima	Adverso	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-041-SEMARNAT-2015; NOM-042-SEMARNAT-2003 y NOM-045-SEMARNAT-2017; NOM-022-SSA1-2019; NOM-023-SSA1-2021; NOM-025-SSA1-2021.
	Aire - Confort sonoro	Generación de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	Acumulativo	Temporal	Regional	Moderada	Adverso	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-080-SEMARNAT-1994; NOM-081-SEMARNAT-1994 y su acuerdo mediante el cual se modifica su numeral 5.4; WHO (1999).
	Fauna - abundancia	Disminución del número de individuos de las especies de fauna silvestre	Acumulativo	Temporal	Regional	Mínima	Adverso	Flores-Villela *et al.* (1991); Ceballos y Oliva (2005); Ramírez-Pulido *et al.* (2005). El procedimiento de monitoreo análisis de resultados y formatos de campo están descritos en FMCN *et al.* (2018), así como de protocolos generales (Botello *et al.*, 2022a, b).
	Fauna - movilidad	Alteración de las áreas de desplazamiento de ejemplares de fauna silvestre	Acumulativo	Temporal	Regional	Mínima	Adverso	Número de áreas con funcionalidad ambiental para el desarrollo de fauna silvestre y nivel de conectividad entre las mismas.
	Fauna - Especies en riesgo	Afectación a ejemplares de fauna de especies en categoría de riesgo	Acumulativo	Temporal	Regional	Mínima	Adverso	Especies e individuos por afectar en categoría de riesgo de acuerdo con el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010. El procedimiento de monitoreo análisis de resultados y formatos de campo están descritos en FMCN *et al.* (2018).

Obras y actividades actuales	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Relación de impactos				
				Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador de impacto y cambio climático
	Uso de suelo - Infraestructura urbana	Instalación de infraestructura para servicios a la población	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Benéfico	Superficie sometida al cambio de uso de suelo para la producción agrícola y pecuaria.
	Población - Empleos	Incremento de ofertas de trabajo directos e indirectos	Acumulativo	Permanente	Regional	Moderada	Benéfico	Reportes de generación de empleos del IMSS e INEGI.
	Población - Derrama económica	Impulso a la economía local y regional por la derrama económica	Acumulativo	Permanente	Regional	Moderada	Benéfico	Reportes económicos de la Secretaría de Economía, INEGI y Banco de México.
Construcción y operación de líneas de transmisión y conducción de energía eléctrica y de telefonía	Suelo - propiedades físicas	Degradación física del suelo por desarrollo de infraestructura permanente	Acumulativo	Temporal	Puntual	Moderada	Adverso	Valores de referencia en la NOM-021-RECNAT-2000; USDA (1999); Cuanalo (1981); IUSS Working Group WRB (2015); FAO (2020).
	Suelo - propiedades químicas	Cambio de las propiedades químicas	Acumulativo	Temporal	Puntual	Mínima	Adverso	Valores de referencia en la NOM-021-RECNAT-2000. Perevochtchikova (2013), refiere que el indicador ambiental para la evaluación del impacto de los residuos, tanto de los que denomina como industriales como de los orgánicos, es su producción (m^3), así como su reciclaje (proporción del volumen que es generado que es reciclado, %); FAO (2020).
	Aire - Calidad	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases	Acumulativo	Temporal	Regional	Mínima	Adverso	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-041-SEMARNAT-2015; NOM-042-SEMARNAT-2003 y NOM-045-SEMARNAT-2017; NOM-022-SSA1-2010; NOM-023-SSA1-1993; NOM-025-SSA1-2014.
	Aire - Confort sonoro	Generación de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	Acumulativo	Temporal	Regional	Mínima	Adverso	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-080-SEMARNAT-1994; NOM-081-SEMARNAT-1994; (WHO, 1999).
	Fauna - abundancia	Disminución del número de individuos de las especies de fauna silvestre	Acumulativo y residual	Temporal	Regional	Alta	Adverso	Flores-Villela *et al.* (1991); Ceballos y Oliva (2005); Ramírez-Pulido *et al.* (2005). El procedimiento de monitoreo análisis de resultados y formatos de campo están descritos en FMCN *et al.* (2018).
	Fauna - Especies en riesgo	Afectación a ejemplares de fauna de especies en categoría de riesgo	Acumulativo y residual	Temporal	Regional	Mínima	Adverso	Especies e individuos por afectar en categoría de riesgo de acuerdo con el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010. El procedimiento de monitoreo análisis de resultados y formatos de campo están descritos en FMCN *et al.* (2018).
	Paisaje - Calidad	Modificación de las cualidades estético - paisajísticas	Acumulativo y residual	Permanente	Local	Moderada	Adverso	Conformación de las unidades de paisaje (Muñoz-Pedrero, 2004; Priego et al., 2010).
	Uso de suelo – Infraestructura de servicios	Habilitación de áreas para beneficio de la población	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Benéfico	---

Obras y actividades actuales	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Relación de impactos				
				Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador de impacto y cambio climático
	Población - Empleos	Incremento de ofertas de trabajo directos e indirectos	Acumulativo	Temporal	Regional	Alta	Benéfico	Reportes de generación de empleos del IMSS e INEGI.
	Población - Derrama económica	Impulso a la economía local y regional por la derrama económica	Acumulativo	Temporal	Regional	Moderada	Benéfico	Reportes económicos de la Secretaría de Economía, INEGI y Banco de México.
Instalación y operación de líneas de distribución de gas natural	Suelo - propiedades físicas	Afectación de las propiedades físicas	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Moderada	Adverso	Valores de referencia en la NOM-021-RECNAT-2000; USDA (1999); Cuanalo (1981); IUSS Working Group WRB (2015); FAO (2020).
	Suelo - propiedades químicas	Cambio de las propiedades químicas	Acumulativo	Permanente	Regional	Mínima	Adverso	Valores de referencia en la NOM-021-RECNAT-2000. Cuanalo (1981); Perevochtchikova (2013), refiere que el indicador ambiental para la evaluación del impacto de los residuos, tanto de los que denomina como industriales, como de los orgánicos, es su producción (m^3), así como su reciclaje (proporción del volumen que es generado que es reciclado, %); FAO (2020)
	Aire - Calidad	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases	Acumulativo	Permanente	Regional	Mínima	Adverso	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-041-SEMARNAT-2015; NOM-042-SEMARNAT-2003 y NOM-045-SEMARNAT-2017; NOM-022-SSA1-2019; NOM-023-SSA1-2021; NOM-025-SSA1-2021.
	Aire - Confort sonoro	Generación de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	Acumulativo	Permanente	Regional	Moderada	Adverso	Valores de referencia y procedimiento en: NOM-080-SEMARNAT-1994; NOM-081-SEMARNAT-1994 y su acuerdo mediante el cual se modifica su numeral 5.4; WHO (1999).
	Agua – modificación de flujos	Cambio en los flujos y movimientos de agua superficiales	Acumulativo	Permanente	Local	Moderada	Adverso	Superficie afectada y número y nivel de cuerpos de agua superficiales afectados.
	Agua – Recarga del manto freático	Alteración del proceso de infiltración de agua al manto freático	Acumulativo	Permanente	Regional	Moderado	Adverso	Superficie con desplante de infraestructura permanente.
	Fauna - abundancia y diversidad	Disminución del número de individuos de las especies de fauna silvestre	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Moderada	Adverso	Flores-Villela *et al.* (1991); Ceballos y Oliva (2005); Ramírez-Pulido *et al.* (2005). El procedimiento de monitoreo análisis de resultados y formatos de campo están descritos en FMCN *et al.* (2018), así como de protocolos generales (Botello *et al.*, 2022a, b).
	Fauna - movilidad	Alteración de las áreas de desplazamiento de ejemplares de fauna silvestre	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Número de áreas con funcionalidad ambiental para el desarrollo de fauna silvestre y nivel de conectividad entre las mismas.
	Fauna - Especies en riesgo	Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Mínima	Adverso	Especies e individuos por afectar en categoría de riesgo de acuerdo con el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010. El procedimiento de monitoreo

Obras y actividades actuales	Componente ambiental	Impacto ambiental	Tipo	Relación de impactos				
				Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador de impacto y cambio climático
		categoría de riesgo						análisis de resultados y formatos de campo están descritos en FMCN *et al.* (2018).
	Paisaje - Calidad	Modificación de las cualidades estético - paisajísticas	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Adverso	Conformación de las unidades de paisaje (Muñoz-Pedrero, 2004; Priego et al., 2010).
	Uso de suelo – Infraestructura de servicios	Habilitación de infraestructura para beneficio de la población	Acumulativo y residual	Permanente	Regional	Alta	Benéfico	---
	Población - Empleos	Incremento de ofertas de trabajo directos e indirectos	Acumulativo	Temporal	Regional	Alta	Benéfico	Reportes de generación de empleos del IMSS e INEGI.
	Población - Derrama económica	Impulso a la economía local y regional por la derrama económica	Acumulativo	Temporal	Regional	Alta	Benéfico	Reportes económicos de la Secretaría de Economía, INEGI y Banco de México.

Todos los impactos ambientales descritos en este capítulo, incluyendo los residuales y acumulativos, cuentan con medidas ambientales que ayudan a prevenir o mitigar su efecto en el medio ambiente y en la sociedad. Como parte del desarrollo del proyecto se han seleccionado aquellas medidas ambientales que han tenido una mejor respuesta en la mitigación de los efectos adversos en el ambiente. La propuesta de estas medidas ambientales a implementar se presenta para consideración de la autoridad en el siguiente capítulo de esta MIA-R.

VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional.

En la Tabla RE.47 se muestran las medidas ambientales según la etapa del proyecto, incluyendo las relativas a los impactos adversos entre ellos los acumulativos y residuales. Cuando en una misma etapa de desarrollo se encontró el mismo impacto, solo que, ocasionado a la obra o actividad diferente, se juntaron para presentar la medida o medidas ambientales a implementar para prevenirlo, mitigarlo o compensarlo.

Tabla RE. 47. Medidas ambientales propuestas para impactos ambientales adversos identificados durante la etapa de identificación y evaluación de impactos, por etapa de desarrollo de proyecto, incluyendo las medidas para impactos acumulativos y residuales

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental
Preparación del sitio		
FQ-1	Cambio en la conformación	

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental
	topográfica natural del terreno y de patrones de sedimentación de sustratos	• Medida de mitigación: La actividad de nivelación se realiza paulatinamente conforme se avance en el plan constructivo de las obras y de desarrollo de las actividades mineras para evitar tener áreas desprotegidas por un periodo largo de tiempo. • Medida de mitigación: Se rescatará y protegerá la capa de suelo superior, la cual incluye los horizontes orgánico y aluvial y una capa de entre 20 y 25 cm de profundidad, con la finalidad de ser reutilizado en las actividades de rescate y reubicación de flora silvestre, operación del vivero y en la restauración de áreas afectadas una vez que cumplan su periodo de vida útil. Se tiene considerado ocupar 0.90 ha para concentrar el suelo rescatado. • Medida de mitigación: Solo se nivelará y rescatará el suelo de aquellas áreas en las que se tiene proyectado realizar el desplante de obras. Por ningún motivo se nivelarán sitios fuera de las áreas indicadas en el capítulo II que funcionarían para el desplante de las obras del proyecto. • Medida de prevención: Para protección contra la erosión del material producto del descapote y rescate de suelo, se colocará una capa rocosa de protección contra pendiente para reducir la pérdida de material colectado por arrastres. • Medida de mitigación: Se realizarán obras para el control de la erosión hídrica, como canales, bordos curva nivel, caminos y sedimentadores. • Medida de mitigación: Se revestirán los caminos principales y de acceso a las áreas de trabajo. • Medida de mitigación: En las áreas nuevas de cambio de uso de suelo, el material producto del desmonte será incorporado a través de la dispersión de material vegetativo para retener el suelo en las áreas conservación, restauración y protección de suelo, así como en aquellas que no se vayan a intervenir y que requieran protección contra la erosión durante esta etapa y en tanto no inicien las etapas de construcción y operación y mantenimiento. • Medida de prevención: Los equipos automotores se estacionarán en áreas de desplante de obras habilitadas para evitar infiltración de fugas y derrames de hidrocarburos y sin suelo orgánico que pueda sufrir alteración de sus propiedades físico por compactación. • Medida de mitigación: Se prohibirá la circulación de maquinaria pesada por las áreas no autorizadas para el cambio de uso del suelo (fuera de los caminos existentes). • Para este tipo de impactos no existen normas oficiales mexicanas que establezcan límites máximos permisibles.
FQ-2	Pérdida de horizontes del suelo en áreas del desplante	
FQ-10	Alteración del proceso de infiltración de agua al manto freático	
FQ-3	Afectación de las propiedades físicas del suelo (Permeabilidad)	
FQ-4	Cambio de las propiedades químicas y biológicas del suelo	• Medida de prevención: Durante el tiempo que la maquinaria esté estacionada, el suelo deberá tener una protección contra posibles fugas o derrames de hidrocarburos de los depósitos de los automotores. • Medida de prevención: Para evitar posibles derrames de hidrocarburos durante el reabastecimiento directo en las áreas de apoyo, se aplicará un procedimiento para el relleno de depósitos, el cual aplica desde el manejo de hidrocarburos, el relleno de los equipos y las medidas preventivas para evitar derrames. • Medida de mitigación: Para disminuir las fugas y derrame de hidrocarburos, toda la maquinaria y vehículos que se encuentren operando serán sometidos a un programa de servicio y mantenimiento preventivo para evitar altas emisiones de gases con partículas contaminantes. Además, al inicio del turno de trabajo se realizará una inspección preoperativa para verificar que los equipos estén funcionando correctamente. • Medida de prevención: Las reparaciones de maquinaria y equipos automotores propiedad de la empresa se realizarán en los talleres de mantenimiento construidos y acondicionados para ello. En los frentes de trabajo solo se realizarán trabajos de mecánica en casos de emergencia para poder mover los equipos averiados por accidentes a los talleres mecánicos. Por Ningún motivo se efectuarán reparaciones de maquinaria en área cercanas a los cauces de cuerpos de agua superficiales. • Medida de mitigación: El suelo y material pétreo contaminado por derrames y fugas de hidrocarburos u otras sustancias químicas residuales serán colectados y almacenados en los almacenes temporales de residuos peligrosos de la empresa para el manejo, transporte y disposición final por parte de una empresa autorizada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (“SEMARNAT”) y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (“SCT”) para el manejo y transporte de residuos peligrosos. Para complementar esta medida, se elaborará un manual de procedimientos ambientales y de seguridad en el manejo de sustancias químicas e hidrocarburos, el cual incluya un plan de prevención y respuesta a derrames.

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental
		• Medida de prevención: Se habilitarán sitios delimitados y claramente señalados para la disposición temporal de residuos de manejo especial producto de las actividades de derribo. Posteriormente, los residuos de manejo especial generados se dispondrán en el área específica del relleno sanitario de la empresa. • Medida de mitigación: Se dispondrá de contenedores con tapadera para la disposición temporal de residuos sólidos urbanos distribuidos de acuerdo como estén los frentes de trabajo. En cada local habrá contenedores rotulados para la disposición de residuos orgánicos, inorgánicos en general y plástico en específico. Las tapaderas tienen la función de evitar la dispersión de los residuos, el ingreso de fauna silvestre a buscar alimento y evitar que se mojen los residuos contenidos. • Medida de mitigación: Todos los residuos sólidos de tipo urbano colectados y almacenados temporalmente en el predio serán dispuestos en el relleno sanitario de la empresa. • Medida de mitigación: Se instalarán baños portátiles en los frentes de trabajo que no tengan disponibilidad de sanitarios a razón de uno por cada 20 trabajadores. Los sanitarios portátiles consistirán en módulos individuales de fibra de vidrio o plástico que contarán con ventilación adecuada y un tanque colector en su base. El servicio se contratará a una empresa especializada de la región que cuente con las autorizaciones correspondientes, entre ellas la del manejo y disposición de aguas residuales. Los servicios sanitarios se colocarán en sitios estratégicos para facilitar el acceso a los trabajadores.
FQ-5	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire	• Medida de mitigación: Se asegurará que la maquinaria y vehículos utilizados durante esta etapa del proyecto no generen emisiones a la atmósfera superiores a los límites máximos permisibles en la normatividad oficial mexicana aplicable (NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2017). • Medida de mitigación: Toda la maquinaria y vehículos que se encuentren operando serán sometidos a un programa de servicio y mantenimiento preventivo en los talleres de la empresa para evitar altas emisiones de gases con partículas contaminantes. • Medida de mitigación: Para minimizar la suspensión de partículas del aire, los vehículos automotores deberán circular en caminos de terracería a una velocidad máxima de 40 km h^{-1} en los caminos internos del proyecto y caminos adyacentes a las unidades mineras para personal de la mina y contratistas. • Medida de mitigación: Durante la operación de maquinaria en la nivelación se aplicarán riegos en las áreas de trabajo con la finalidad de mitigar la suspensión de partículas de polvo, así como en los caminos internos del proyecto que estén en uso. En caso de observar efectos adversos a la calidad del aire por el tránsito de vehículos y maquinaria, se aplicará algún tratamiento a los caminos o se hará uso de supresores de polvo o estabilizadores de suelo. Con estas acciones se ayuda a disminuir la huella hídrica del proyecto. • Medida de mitigación: Los vehículos que transporten material suelto que pueda ocasionar su dispersión durante el traslado se cubrirá con una lona. • Medida de prevención: Quedará prohibido la quema de cualquier tipo de residuos en las áreas de trabajo, esto incluye los residuos sólidos generados y los orgánicos producto del deshierbe y desmonte de las áreas de afectación para evitar la producción de humo y partículas contaminantes. • Medida de prevención: Se realizarán monitoreos anuales de partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$ para evaluar la calidad del aire en áreas activas de las unidades mineras y determinar la efectividad de las medidas ambientales implementadas y sirvan de base en la toma de decisiones en la evaluación del desempeño ambiental del proyecto.
FQ-6	Generación de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	• Medida de mitigación: Para la protección de los trabajadores, en caso de que las emisiones sonoras que se generen durante el proceso de excavación, u otras actividades, lleguen a rebasar los 90 dB(A), por más de ocho horas de exposición continua, deberán usar su equipo de protección especial como medida preventiva de afectaciones a su salud. • Medida de mitigación: La maquinaria, vehículos y equipos automotores que se usen serán sometidos a un programa estricto de mantenimiento preventivo para evitar las fallas mecánicas. Además, se supervisará que la maquinaria y vehículos cuenten con silenciadores para reducir las emisiones sonoras durante su operación. Para ello, se verificará que no se rebasen los límites máximos permisibles de emisión de ruido para vehículos automotores establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994, los cuales son: 86 dB(A) para vehículos de hasta 3,000 kg de peso bruto; 92 dB(A) para vehículos con un peso

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental
		bruto mayor de 3,000 kg y menor a 10,000 kg y, 99 dB(A) para vehículos automotores con peso bruto superior a los 10,000 kg. • Medida de mitigación: La maquinaria y vehículos deberán contar con silenciadores de escapes y sistemas de amortiguamiento de ruidos. • Medida de mitigación: Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, la actividad de la maquinaria, vehículos y equipos automotores que generen la mayor intensidad sonoro estará restringida entre las 10 pm y 6 am, para evitar afectaciones a individuos de especies nocturnas, así como a los pobladores de localidades vecinas. • Medida de mitigación: Se contará con una bitácora del equipo y maquinaria para el registro del calendario y tipo de mantenimiento requerido para los automotores que sean requeridos para el desarrollo del proyecto.
FQ-8	Alteración de la composición física, química y/o bacteriológica en el agua superficial	• Medida de mitigación: La actividad de nivelación se realiza paulatinamente conforme se avance en el plan constructivo de las obras para evitar tener áreas desprotegidas por un periodo largo de tiempo y evitar la pérdida de suelo por arrastre de la escorrentía. • Medida de mitigación: Quedará prohibido almacenar material en zonas no autorizadas y con alto riesgo de arrastre de material a cuerpos de agua superficiales y el suelo rescatado se dispondrá en su área de disposición inmediatamente después del desmonte. • Medida de mitigación: Se dispondrán contenedores con tapaderas para el almacenamiento temporal de los residuos generados en los frentes de trabajo y así evitar su dispersión y riesgo de contaminar cuerpos de agua superficiales. • Medida de mitigación: Para evitar que los trabajadores realicen sus necesidades fisiológicas en áreas abiertas, se emplearán sanitarios portátiles en cada uno de los frentes de trabajo, con mantenimiento diario por parte de la empresa contratada para brindar el servicio, manteniendo una relación máxima de 20 trabajadores por sanitario o uno cada 200 m. • Medida de prevención: Durante la vida útil del proyecto se contempla realizar muestreos periódicos al agua superficial y sedimentos de arroyos, con el fin de detectar y corregir cualquier alteración que pudiera atribuirse a las operaciones mineras. • Medida de mitigación: Todas las aguas residuales generadas como parte de las actividades operativas del personal serán tratadas en las plantas de tratamiento de aguas residuales habilitadas específicamente para el servicio de las unidades mineras.
FQ-9	Cambio en los flujos y movimientos de agua superficial temporal	• Medida de mitigación: Para evitar bloqueos del flujo de agua y acumulación en zonas de escorrentía, se instalarán obras de drenaje que permitirán y favorecerán el libre paso de las corrientes de agua formadas por escorrentía.
BE-1	Cambio de la abundancia de individuos de especies de flora silvestre	• Medida de mitigación: No se llevarán a cabo deshierbes ni desmontes fuera de las áreas previamente delimitadas para el desplante de obras y que deban someterse a cambio de uso de suelo. • Medida de mitigación: La remoción de la vegetación en áreas adicionales en la que se desarrolla vegetación forestal se realizará de manera mecánica y con la ayuda de herramientas manuales, como machetes, azadones, cortadoras, entre otras de este tipo. No se efectuará la aplicación de herbicidas desecantes o retardadores del crecimiento, fuego o algún otro método de este tipo para llevar a cabo el deshierbe. • Medida de mitigación: Los residuos vegetales generados por las actividades de deshierbe y desmonte deberán ser triturados o picados y mezclados con el suelo rescatado o enviados a algún sitio cercano para que sean esparcidos y actúen como mejoradores de suelos y como medida de prevención de erosión eólica e hídrica. • Medida de prevención: Se realizará un análisis de riesgos físicos con la herramienta Earth Scan, u otra de análisis similar, el cual implica un análisis de la evolución de las condiciones ambientales del predio y permite ir prediciendo su evolución a través del tiempo. • Medida de mitigación: Previo a la remoción de la cobertura vegetal se revisarán las áreas a afectar para verificar la presencia de individuos susceptibles de ser rescatados y reubicados. Durante la realización de esta actividad, se dará preferencia al rescate y reubicación de individuos de especies listadas en categoría de riesgo de acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, teniendo, en dado caso, prioridad para ser rescatado y reubicado. Entre los criterios a considerar para seleccionar los
BE-2	Modificación de la superficie y distribución de la cobertura y tipo de vegetación	
BE-3	Afectación a ejemplares de flora silvestre de especies en categoría de riesgo	
FQ-7	Cambio en el comportamiento de factores climáticos	
SC-2	Obtención de recursos minerales del subsuelo	

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental
SC-3	Ampliación y rehabilitación de las vías de comunicación	individuos a rescatar para su reubicación se considerarán, además de su categoría de riesgo: representatividad de la especie, estado de madurez del individuo y condición física del ejemplar (salud: que esté libre de plagas, enfermedades y que tenga una buena condición nutrimental). De las 252 especies identificadas de flora silvestre a nivel de SAR, ocho se encuentran en la lista de especies en categoría de riesgo, de las cuales cuatro se clasifican como especies sujetas a protección especial (Pr), tres especies amenazadas (A) y una en peligro de extinción (P). ● Medida de mitigación: Se colectará germoplasma de especies de interés biológico para su reproducción, ya sea sexual o asexual. Esta actividad podrá llevarse a cabo en los viveros de la empresa, ubicado dentro de las unidades mineras, que tendrá como finalidad manejar los ejemplares rescatados y reproducir aquellas especies en las que no sea posible rescatar los ejemplares presentes en las áreas de afectación para ser usados en las actividades de reforestación y restauración de áreas afectadas. ● Medida de mitigación: Los sitios donde serán reubicados los ejemplares rescatados deberán tener características similares a los sitios de origen. Medida de prevención: Se hará del conocimiento de todos los trabajadores, directos e indirectos, de la prohibición de colectar, traficar, o dañar a las especies de flora y fauna silvestre, especialmente aquellas con alguna categoría de riesgo o consideradas como vulnerables o en peligro en la lista roja de la UICN. ● Medida de compensación: Se conservarán en total 371.5053 ha como áreas verdes, de las cuales, 176.8578 ha estarán en la Unidad Minera Molango, 179.5618 ha en la Unidad Minera Naopa y 15.0857 ha en la Unidad Minera Nonoalco. ● Medida de mitigación: Se implementará un programa de reforestación con especies nativas en todas las áreas que vayan pasando a la etapa de abandono. Dentro de este programa de incluyen las 54.96 ha de pastizal propuestas por la compañía minera en el proyecto de “Modificación del Tajo Naopa”. Para este tipo de impactos no existen normas oficiales mexicanas que establezcan límites máximos permisibles, no así la autorización para efectuar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la cual ha sido y serán tramitadas previo a efectuar cualquier remoción de vegetación futura. Por otro lado, la remoción de la vegetación de las nuevas obras del proyecto no generaría la pérdida de la cobertura total, la desaparición de un tipo específico de vegetación ni de especies de flora silvestre. El desarrollo del proyecto comprende la remoción de vegetación en una superficie en la que el estado de conservación de la vegetación corresponde a vegetación forestal primaria y secundaria, de acuerdo con las especies identificas en el trabajo de campo descritos en el capítulo las MIA-G y DTU sometidos al procedimiento de evaluación y en esta MIA-R.
BE-4	Disminución del número de individuos de las especies de fauna silvestre	● Medida de mitigación: Previo al retiro de la vegetación, se desarrollarán actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre en toda la superficie de ocupación del proyecto. El ahuyentamiento y rescate se enfocará en ejemplares de vertebrados terrestres del grupo de los anfibios, reptiles y mamíferos, a través de técnicas de ahuyentamiento que favorezcan el desplazamiento autónomo de los ejemplares; únicamente en ejemplares de lento desplazamiento se emplearán métodos de captura. En el caso de las aves solo se aplicarán actividades de ahuyentamiento cuando sea necesario, ya que se trata de especies de fácil y rápida movilidad. ● Medida de mitigación: Se implementará el programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, incluyendo de manera prioritaria, pero no exclusiva, a individuos de especies en categoría de riesgo, de acuerdo con la lista de la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. De las 149 especies totales de fauna silvestre identificadas a nivel del SAR, 16 especies se encuentran listadas en categoría de riesgo, considerando la modificación del listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010, siete clasificadas como especies amenazada (A), seis sujetas a protección especial (Pr) y tres en peligro de extinción (P). ● Medida de mitigación: Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, la actividad de la maquinaria, vehículos y equipos automotores estará restringida entre las 10 pm y 6 am, para evitar afectaciones a individuos de especies nocturnas. ● Medida de mitigación: Se favorecerá la permanencia de los hábitats presentes, de su conectividad y de las poblaciones animales que los habitan.
BE-5	Alteración de las áreas de desplazamiento de ejemplares de fauna silvestre	
BE-6	Reducción de áreas usadas como refugio, alimentación y reproducción de fauna silvestre	
BE-7		

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental
		• Medida de mitigación: No se llevarán a cabo deshierbes ni desmontes fuera de las áreas previamente autorizadas para cambio de uso de suelos y debidamente delimitadas, mismas que están indicadas en el capítulo II de esta MIA-R que serán sitios de desplante de obras del proyecto, para conservar la mayor superficie posible con su funcionalidad ambiental. • Medida Preventiva: Se hará del conocimiento de todos los trabajadores, directos e indirectos, de las medidas de protección a la fauna silvestre, la forma de proceder en caso de encontrar ejemplares en las áreas del proyecto y se remarcará la prohibición sobre el aprovechamiento, captura, venta y muerte de individuos presentes en las áreas de trabajo.
SC-1	Modificación de las cualidades estético – paisajísticas	• Medida de mitigación: No se llevarán a cabo deshierbes ni desmontes fuera de las áreas previamente autorizadas para cambio de uso de suelo y debidamente delimitadas, mismas que están indicadas en el capítulo II de esta MIA-R que serán sitios de desplante de obras del proyecto. • Medida de mitigación: Se operará un vivero donde se manejarán individuos de especies de plantas rescatadas de las áreas de afectación y reproducción de especies nativas que serán utilizadas para llevar a cabo las actividades en el área de restauración, revegetar áreas desprovistas de vegetación y bordes de caminos. Las especies que se utilizarían como parte de la reforestación serían arbóreas y arbustivas incluidas en la tabla del capítulo IV de esta MIA-R, que contiene el listado de especies de flora silvestre identificadas y que se encuentran conformando los tipos de vegetación primaria y secundaria presentes en el SAR definido para el proyecto.
SC-4	Incremento de riesgos por accidentes	• Medida de prevención: Se deberá cumplir con las normas referentes a seguridad e higiene en los centros de trabajo. Por lo tanto, los trabajadores deberán contar con equipo de protección personal (cascos, tapabocas, lentes, botas, etc.), de acuerdo con las actividades que desarrollen. • Medida de prevención: Para prevenir los riesgos de accidentes vehiculares se cumplirá con lo establecido en la norma oficial mexicana NOM-001-STPS-2008, numeral 9, en el cual se mencionan los requisitos de seguridad para el tránsito de vehículos. Entre los puntos a tomar en cuenta se encuentran: • Los lugares por donde circulen vehículos y trabajadores simultáneamente, se delimitará un pasillo que permita el tránsito seguro del trabajador o, en su caso, se colocarán señalamientos de prohibición para el tránsito simultáneo. • Las áreas de carga y descarta deberán estar delimitadas o señalizadas. • La velocidad máxima de operación vehicular en las áreas de carga y descarga, patios de maniobras y caminos internos de circulación vehicular estará claramente señalizada.
Construcción		
FQ-11	Cambio en la conformación topográfica natural del terreno y de patrones de sedimentación de sustratos	• Medida de prevención: Los caminos de acceso, de servicio y de acarreo, deberán considerar en su construcción la minimización de materiales requeridos, utilizando para ello el método de corte y relleno, es decir que el mismo material producto de los cortes para la habilitación de los caminos sea utilizado en la conformación del cuerpo del camino de rodamiento. De esta forma, se reduce la apertura de bancos de préstamos y de bancos para la disposición de material residual. La otra forma de mitigar este impacto es que la construcción de los caminos para comunicar áreas relevantes quedará integrada a la construcción de las áreas de producción, reduciéndose así la afectación de áreas aledañas. • Medida de prevención: Los trazos de los caminos a habilitar para la construcción y operación del proyecto han sido diseñados tomando en cuenta la utilización de los caminos existentes, en la mayoría de lo posible, y, en el caso de no contar con ellos, se trazarán sobre áreas siguiendo las curvas de nivel para reducir los cortes y la generación de material residual producto de cortes. • Medida de mitigación: Las excavaciones para la cimentación de la obra civil se limitarán al área de desplante de las obras, abriendo un espacio suficiente para la operación de los trabajadores. Una vez terminadas las obras se procederá a tapar las áreas libres excavadas. • Medida de mitigación: Las excavaciones se realizarán conforme se vaya dando el avance de obras procurando que estas estén el menor tiempo posible abiertas para evitar accidentes laborales y poner en riesgo a fauna silvestre, principalmente anfibios, reptiles y mamíferos.
FQ-12	Alteración de la estabilidad geomorfológica del terreno	
FQ-13	Afectación de las propiedades físicas del suelo (Permeabilidad)	

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental
		• Medida de prevención: Mientras se mantengan las excavaciones abiertas, el área se delimitará con cinta o malla de plástico para restringir el acceso al área de riesgo. • Medida de mitigación: Se construirán cunetas de desviación y/o bermas para mejorar la estabilidad de las pendientes de las paredes de los tajos abiertos y desviar la escorrentía hacía sitios de escorrentía natural. • Medida de mitigación: Los equipos automotores circularán y se estacionarán en áreas de desplante de obras habilitadas para evitar infiltración de fugas y derrames de hidrocarburos y sin suelo orgánico que pueda sufrir alteración de sus propiedades físicas por compactación. Para este tipo de impactos no existen normas oficiales mexicanas que establezcan límites máximos permisibles.
FQ-14	Cambio de las propiedades químicas y biológicas del suelo	Considerando que las principales fuentes contaminantes del suelo por esta actividad son los derrames de sustancias químicas, residuos de mezcla, dispersión de residuos de los tres tipos, para prevenir y mitigar este impacto ambiental se implementarán las siguientes medidas: • Medida de mitigación: Para evitar la creación de diversos sitios de disposición de residuos de mezcla y de lavado de ollas, se habilitarán fosas de lavado y disposición de mezcla residual. Las fosas serán construidas con una capa plástica para evitar la infiltración de lixiviados al subsuelo y manto acuífero y, una vez llena, el material dispuesto se dispondrá como residuos de manejo especial. • Medida de mitigación: Se habilitarán áreas específicas en los frentes de trabajo activos para la disposición separada de los residuos de manejo especial que se generen, diferenciados de acuerdo con lo establecido en la norma oficial mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011: pedazos de madera, chatarra y cascajo, pedacería de PVC, principalmente, para su posterior disposición final. Estas áreas estarán debidamente acondicionadas y señalizadas. Una vez que se dictamine que no pueden ser reciclados ni reusados, serán trasladados a las áreas correspondientes, según el tipo de residuo de manejo especial, en el relleno sanitario de la empresa o enviado a empresas recicladoras, según sea el caso. • Medida de mitigación: Se contará con contenedores con tapadera para la disposición temporal de residuos sólidos urbanos distribuidos de acuerdo con la operatividad de los frentes de trabajo. En cada frente de trabajo habrá contenedores rotulados para la disposición de residuos orgánicos, inorgánicos en general y plástico en específico. Las tapaderas tienen la función de evitar la dispersión de los residuos, el ingreso de fauna silvestre a buscar alimento y evitar que se mojen los residuos contenidos. Todos estos residuos serán dispuestos en el relleno sanitario de la empresa, el cual será construido conforme lo establecido en la norma oficial mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003. • Medida de mitigación: Los residuos peligrosos que se generen serán diferenciados considerando las especificaciones de la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, así como lo indicado en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (“LGPGIR”) y su reglamento, se almacenarán en los almacenes temporales de residuos peligrosos de la empresa (actualmente en operación), mismos que operan bajo el cumplimiento de lo establecido en capítulo IV, sección I, del reglamento de la LGPGIR, artículos 82, 83 y 84. Estos almacenes temporales cuentan con una capa aislante o base de concreto con bordo contenedor de derrames y están techados y ventilados. • Medida de mitigación: El suelo y material pétreo contaminado por derrames y fugas de hidrocarburos u otras sustancias químicas residuales serán colectados y almacenados en los almacenes temporales de residuos peligrosos de la empresa para el manejo, transporte y disposición final por parte de una empresa autorizada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (“SEMARNAT”) y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (“SCT”) para el manejo y transporte de residuos peligrosos. Para complementar esta medida, se elaborará un manual de procedimientos ambientales y de seguridad en el manejo de sustancias químicas e hidrocarburos, el cual incluya un plan de prevención y respuesta a derrames. • Medida de prevención: Llevar a cabo pláticas con los trabajadores en relación con el manejo de residuos peligrosos y no peligrosos, manejo adecuado de maquinaria y equipo para evitar contaminar suelos y agua y conservación de la flora y fauna silvestre. • Medida de mitigación: Se instalarán baños portátiles en los frentes de trabajo que no cuenten con sanitarios fijos para evitar las defecaciones al aire libre y la contaminación del

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental
		suelo, cuerpos de agua, aire y prevenir afectaciones a la salud de los trabajadores. Para ello, se utilizará una proporción de una letrina por cada 20 trabajadores o una letrina cada 200 m, lo que aplique en los frentes de trabajo que no cuenten con sanitarios fijos. ● Medida de prevención: Para evitar posibles derrames de hidrocarburos durante el reabastecimiento directo en las áreas de apoyo, se aplicará un procedimiento para el relleno de depósitos, el cual aplica desde el manejo de hidrocarburos, el relleno de los equipos y las medidas preventivas para evitar derrames. ● Medida de mitigación: Para disminuir las fugas y derrame de hidrocarburos, toda la maquinaria y vehículos que se encuentren operando serán sometidos a un programa de servicio y mantenimiento preventivo para evitar altas emisiones de gases con partículas contaminantes. Además, al inicio del turno de trabajo se realizará una inspección preoperativa para verificar que los equipos estén funcionando correctamente. ● Medida de prevención: Las reparaciones de maquinaria y equipos automotores propiedad de la empresa se realizarán en los talleres de mantenimiento construidos y acondicionados para ello. En los frentes de trabajo solo se realizarán trabajos de mecánica en casos de emergencia para poder mover los equipos averiados por accidentes a los talleres mecánicos. Por Ningún motivo se efectuarán reparaciones de maquinaria en área cercanas a los cauces de cuerpos de agua superficiales.
FQ-15	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire	● Medida de mitigación: Se asegurará que la maquinaria y vehículos utilizados durante esta etapa del proyecto no generen emisiones a la atmósfera superiores a los límites máximos permisibles en la normatividad oficial mexicana aplicable (NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2017). ● Medida de mitigación: Para disminuir las fugas y derrame de hidrocarburos, toda la maquinaria y vehículos que se encuentren operando serán sometidos a un programa de servicio y mantenimiento preventivo para evitar altas emisiones de gases con partículas contaminantes. Además, al inicio del turno de trabajo se realizará una inspección preoperativa para verificar que los equipos estén funcionando correctamente. ● Medida de mitigación: Para minimizar la suspensión de partículas del aire, los vehículos automotores deberán circular en caminos de terracería a una velocidad máxima de 40 km h^{-1} en los caminos internos del proyecto y en los caminos adyacentes a la mina para personal de la mina y contratistas. ● Medida de mitigación: Durante la operación de maquinaria en la nivelación se aplicarán riegos en las áreas de trabajo con la finalidad de mitigar la suspensión de partículas de polvo, así como en los caminos internos del proyecto que estén en uso. En caso de observar efectos adversos a la calidad del aire por el tránsito de vehículos y maquinaria, se aplicará algún tratamiento a los caminos o se hará uso de supresores de polvo o estabilizadores de suelo. Con estas acciones se ayuda a disminuir la huella hídrica del proyecto. ● Medida de mitigación: Los vehículos que transporten material suelto que pueda ocasionar su dispersión durante el traslado se cubrirá con una lona. ● Medida de prevención: Quedará prohibido la quema de cualquier tipo de residuos en las áreas de trabajo, esto incluye los residuos sólidos generados y los orgánicos producto del deshierbe y desmonte de las áreas de afectación para evitar la producción de humo y partículas contaminantes. Medida de prevención: Se realizarán monitoreos anuales de partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$ para evaluar la calidad del aire en áreas activas de las unidades mineras y determinar la efectividad de las medidas ambientales implementadas y sirvan de base en la toma de decisiones en la evaluación del desempeño ambiental del proyecto.
FQ-16	Generación de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	● Medida de mitigación: Para la protección de los trabajadores, en caso de que las emisiones sonoras que se generen durante el proceso de excavación, u otras actividades, lleguen a rebasar los 90 dB(A), por más de ocho horas de exposición continua, deberán usar su equipo de protección especial como medida preventiva de afectaciones a su salud. ● Medida de mitigación: La maquinaria, vehículos y equipos automotores que se usen serán sometidos a un programa estricto de mantenimiento preventivo para evitar las fallas mecánicas. Además, se supervisará que la maquinaria y vehículos cuenten con silenciadores para reducir las emisiones sonoras durante su operación. Para ello, se verificará que no se rebasen los límites máximos permisibles de emisión de ruido para vehículos automotores establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994, los cuales son: 86 dB(A) para vehículos de hasta 3,000 kg de peso bruto; 92 dB(A) para vehículos con un peso

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental
		bruto mayor de 3,000 kg y menor a 10,000 kg y, 99 dB(A) para vehículos automotores con peso bruto superior a los 10,000 kg. • Medida de mitigación: La maquinaria y vehículos deberán contar con silenciadores de escapes y sistemas de amortiguamiento de ruidos. • Medida de mitigación: Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, la actividad de la maquinaria, vehículos y equipos automotores que generen la mayor intensidad sonora estará restringida entre las 10 pm y 6 am, para evitar afectaciones a individuos de especies nocturnas, así como a los pobladores de localidades vecinas. • Medida de mitigación: Se contará con una bitácora del equipo y maquinaria para el registro del calendario y tipo de mantenimiento requerido para los automotores que sean requeridos para el desarrollo del proyecto.
FQ-17	Cambio en el comportamiento de factores climáticos	Medida de compensación: Se conservarán en total 371.5053 ha como áreas verdes, de las cuales, 176.8578 ha estarán en la Unidad Minera Molango, 179.5618 ha en la Unidad Minera Naopa y 15.0857 ha en la Unidad Minera Nonoalco.
FQ-18	Aprovechamiento del volumen de agua superficial autorizado para su explotación	• Medida de mitigación: El mayor consumo de agua, en esta etapa de desarrollo del proyecto, está asociado con la aplicación de riegos para mitigar la suspensión de partículas de polvo en el aire, para ello, se considera regar únicamente los frentes de trabajo activos, principalmente durante la época de secas, y, aquellos sitios en los que no vaya a realizarse actividades no serán tratados. Además, con la finalidad de reducir el consumo de agua directamente de los cuerpos de agua superficiales autorizados, se usará el agua residual tratada en las PTAR operadas por la empresa en las unidades mineras del proyecto. • Medida de mitigación: Se respetarán los términos establecidos en los títulos de concesión de aprovechamiento de agua superficial: 09HGO101151/26ISDL16, 09HGO101151/26ISDL16, 09HGO155000/26IDDL16 y 09HGO106226/26IDDL08, los cuales autorizan el consumo de 606,233.00 m^3 de agua anuales, entre los cuatro títulos de concesión. • Medida de mitigación: El consumo de agua para la preparación de la premezcla de concreto y en la conformación de las bases de los caminos de acceso, servicio y acarreo será solo la necesaria de acuerdo con las normas técnicas constructivas. Medida de mitigación: El agua para consumo de los trabajadores será abastecida por una empresa encargada de la venta y distribución de agua para consumo de agua en garrafones, los cuales podrán ser vaciados en depósitos tipo Rotoplas ubicados en el área de trabajo para su almacenamiento y consumo.
FQ-19	Alteración de la composición física, química y/o bacteriológica en el agua superficial	• Medida de prevención: Quedará prohibido almacenar material en zonas no autorizadas y con alto riesgo de arrastre de material a cuerpos de agua superficiales. • Medida de mitigación: Se dispondrán contenedores con tapaderas para el almacenamiento temporal de los residuos generados en los frentes de trabajo y así evitar su dispersión y riesgo de contaminar cuerpos de agua superficiales. • Medida de mitigación: Para evitar que los trabajadores realicen sus necesidades fisiológicas en áreas abiertas no apropiadas, se emplearán sanitarios portátiles en cada uno de los frentes de trabajo, con mantenimiento diario por parte de la empresa contratada para brindar el servicio, manteniendo una relación máxima de 20 trabajadores por sanitario o uno cada 200 m. • Medida de mitigación: Se construirán canales (cunetas) de desviación y/o bermas y obras de drenaje para mejorar la estabilidad de las pendientes de las paredes de los tajos abiertos y caminos internos, además, desviar la escorrentía hacia áreas de corrientes superficiales naturales y descarga al medio ambiente. Los canales (cunetas) y las obras de drenaje van asociadas a lo largo de caminos de acarreo y adyacentes a los tajos a cielo abierto, así como para otros componentes de la mina, como tepetateras y disposición de material estéril (lodos y tepetate). • Medida de prevención: El canal de desviación y obras de drenaje se monitorearán y recibirán mantenimiento preventivo para mantener su funcionalidad operativa, con la finalidad de garantizar la calidad del agua de escorrentía aguas abajo del predio. Entre las medidas a implementar para garantizar su funcionalidad se considera el desazolve del canal y las obras de apoyo de derivación de los flujos de agua. • Medida de mitigación: Se continuará con el sistema de monitoreo de la calidad del agua superficiales y subterráneas en las cercanías de las tepetateras aguas abajo, al agua
FQ-20	Alteración de la composición física, química y/o bacteriológica en el agua subterránea	

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental
		residual tratada, así como de los sedimentos para minimizar el riesgo de descarga de agua no conforme con la gestión de la calidad del agua para proteger la salud humana y el medio ambiente. ● Medida de mitigación: Se construirá y operará un sistema de colección por gravedad, tratamiento y reutilización de aguas residuales que se generarán en las unidades mineras, incluyendo las áreas de servicio y de proceso minero, por separado, para su tratamiento biológico con aireación extendida previo a ser reutilizada en los riesgos de los frentes de trabajo activos o ser descargada a un bien nacional, previa seguridad de que cumplen con la calidad del agua para su reutilización y descarga. ● Medida de mitigación: Como parte del proceso constructivo de las obras subterráneas, se prevé que haya entrada nominal de agua subterránea al área. El ciclo de excavación de las obras subterráneas incorporará una serie de bombas portátiles para bombear el agua subterránea recogida, incluyendo el agua utilizada durante el proceso de excavación, desde la cara de avance hasta la descarga del portal. Todos los flujos de agua esperados están planeados para ser manejados durante el programa de desarrollo y la vida de la mina. ● Medida de mitigación: En el caso de que se lleguen a tener infiltraciones de grandes volúmenes de agua subterránea durante la construcción de las obras subterráneas, ya sea a través de la perforación de un pozo de sonda o por la intersección de estructuras que contienen agua inesperada, se procederá a aplicar un aplanado de cemento lanzado a las paredes para reducir el flujo de agua subterráneas. Para prevenir riesgos de infiltraciones de grandes volúmenes de agua, se realizarán perforaciones con sonda por delante de los frentes de trabajo para detectar los riesgos potenciales y aplica la medida preventiva. ● Medida de prevención: Las áreas donde se manejen sustancias y soluciones de proceso se construirán con pisos de concreto o plataformas impermeables y con sistema de contención para captar derrames, con capacidad del 110% del volumen del tanque más grande que se tenga según el área. ● Medida de prevención: Todos los tanques que almacenen hidrocarburos contarán con diques impermeabilizados con sistemas de contención para captar derrames en apego a especificaciones de PEMEX.
FQ-21	Cambio en los flujos y movimientos de agua superficial temporales	● Medida de mitigación: Para evitar bloqueos del flujo de agua y acumulación en zonas de escorrentía, se instalarán obras de drenaje que permitirán y favorecerán el libre paso de las corrientes de agua formadas por escorrentía. Para ello, se construirá canales y/o bordos de control de escorrentía interna y los caminos internos tendrán sus obras de drenaje requeridas, como cunetas, contracunetas, vados y alcantarillas para favorecer el flujo de agua. Medida de mitigación: Para evitar encharcamientos de agua, las excavaciones y pozos se abrirán conforme se vayan dando el avance de obra y, una vez concluida la actividad se taparán y compactarán con el material extraído en el proceso de excavación.
FQ-21	Alteración del proceso de infiltración de agua al manto freático	● Medida de mitigación: Solo se actuará en las áreas en las que se tiene proyectado realizar el desplante de obras. Por ningún motivo se afectarán sitios fuera de las áreas indicadas en el capítulo II que funcionarían para el desplante de las obras del proyecto.
BE-8	Disminución del número de individuos de las especies de fauna silvestre	● Medida de mitigación: Se implementará el programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, incluyendo en esta actividad individuos de especies en categoría de riesgo, de acuerdo con la lista de la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. De las 149 especies totales de fauna silvestre identificadas a nivel del SAR, 16 especies se encuentran listadas en categoría de riesgo, considerando la modificación del listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010, siete clasificadas como especies amenazada (A), seis sujetas a protección especial (Pr) y tres en peligro de extinción (P). Además, el programa incluirá el rescate y reubicación de individuos de alguna otra especie en categoría de riesgo no identificados durante los muestreos, en caso de que se llegaran a encontrar en las áreas de afectación. ● Medida de mitigación: En las áreas de construcción, y durante la construcción de las obras y la realización de actividades que esto implica, la actividad de la maquinaria, vehículos y equipos automotores se limitará entre las 10 p.m. y 6 a.m., para evitar afectaciones a individuos de especies nocturnas y a los pobladores de las localidades vecinas. ● Medida de prevención: Se construirán cercos de seguridad en las áreas de procesos y en algunas zonas de mayor riesgo para evitar el acceso de mamíferos y reptiles a estas áreas.
BE-9	Alteración de las áreas de desplazamiento de ejemplares de fauna silvestre	
BE-10	Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo y relevancia ambiental	

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental
		En el caso de especies de talla pequeña y que se desplazan por el suelo, se controlará la entrada mediante la instalación de cercos de configuración más cerrada. • Medida de prevención: Se implementarán pláticas de seguridad, salud y protección de medio ambientales con todos los trabajadores que laboren en el proyecto, incluyendo una sobre las medidas de protección a la fauna silvestre, la forma de proceder en caso de encontrar ejemplares en las áreas del proyecto y se remarcará la prohibición sobre su aprovechamiento, captura, venta y muerte de individuos presentes en las áreas de trabajo. • Medida de mitigación: Se favorecerá la permanencia de los hábitats presentes, de su conectividad y de las poblaciones animales que los habitan. • Medida de compensación: Se conservarán en total 371.5053 ha como áreas verdes, de las cuales, 176.8578 ha estarán en la Unidad Minera Molango, 179.5618 ha en la Unidad Minera Naopa y 15.0857 ha en la Unidad Minera Nonoalco.
SC-6	Impacto de la calidad de vida de los vecinos de las obras	Para mitigar la afectación a los pobladores que viven en áreas aledañas al proyecto, se efectuarán las siguientes actividades: • Medida de mitigación: Se implementarán las medidas ambientales para mitigar la contaminación del aire mencionadas en el impacto ambiental FG-15. • Medida de mitigación: Para mitigar las afectaciones por la generación de ruido se implementarán las medidas ambientales indicadas en el impacto ambiental FQ-16. • Medida de compensación: Se generarán alrededor de 2,100 empleos, de los cuales aproximadamente el 70% son empleos permanentes y el 30% eventuales, en los que se da preferencia a pobladores de las localidades vecinas, de acuerdo con sus capacidades, nivel de preparación y perfil del puesto buscado. • Medida de compensación: El personal que labore directa e indirectamente para el Distrito Minero recibirá capacitación de acuerdo con sus funciones, lo que implicará una mejora en el desempeño de sus actividades y superación en su puesto laboral. • Medida de compensación: Implementar acciones de atención social para garantizar la calidad de vida de los habitantes de localidades cercanas y que incluya programas de educación y salud, desarrollo de proyectos productivos, desarrollo de proveeduría local, desarrollo de habilidades técnicas, entre otros. • Medida de compensación: Seguirá en operación el Centro de Educación Ambiental (CEA), cuya finalidad es la de ejecutar labores de capacitación a las comunidades, con énfasis en temas de conservación de flora y fauna, servicios ambientales, desarrollo rural sustentable, así como la conservación de Áreas Naturales Protegidas. Como parte de su operación, se seguirán programando actividades de educación ambiental de manera periódica.
SC-9	Incremento de riesgos por accidentes	• Medida de prevención: Se deberá cumplir con las normas referentes a seguridad e higiene en los centros de trabajo. Por lo tanto, los trabajadores deberán contar con equipo de protección personal (cascos, tapabocas, lentes, botas, etc.), de acuerdo con las actividades que desarrollen. • Medida de prevención: Para prevenir los riesgos de accidentes vehiculares se cumplirá con lo establecido en la norma oficial mexicana NOM-001-STPS-2008, numeral 9, en el cual se mencionan los requisitos de seguridad para el tránsito de vehículos. Entre los puntos a tomar en cuenta se encuentran: • Los lugares por donde circulen vehículos y trabajadores simultáneamente, se delimitará un pasillo que permita el tránsito seguro del trabajador o, en su caso, se colocarán señalamientos de prohibición para el tránsito simultáneo. • Las áreas de carga y descarta deberán estar delimitadas o señalizadas. • La velocidad máxima de operación vehicular en las áreas de carga y descarga, patios de maniobras y caminos internos de circulación vehicular estará claramente señalizada. • Medida de prevención: Los trabajos constructivos que se realicen en la mina subterránea deberá observar las especificaciones aplicables de seguridad y riesgo mencionadas en la norma oficial mexicana NOM-033-STPS-2015, que establece las condiciones de seguridad para trabajar en espacios confinados.
EO-4	Incremento de la población económicamente activa externa que demanda	• Medida de mitigación: Cuando el puesto lo permita, se contratará preferentemente a personal de localidades cercanas para incrementar sus ingresos y calidad de vida. El personal contratado se integrará al programa de capacitación laboral para incrementar su competitividad y mejorar sus habilidades técnicas, acorde con su puesto de trabajo y labores que desempeña.

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental
	bienes, servicios y empleo	• Medida de mitigación: Para el personal externo que sea contratado se implementarán acciones de introducción a la comunidad para difundir usos y costumbres de la región para promover el respeto a sus habitantes. • Medida de prevención: Entre el periodo de 1960 y 1970 la empresa construyó la zona habitacional Otongo o colonia Guadalupe, Unidad Minera Molango, municipio de Tepehuacán de Guerrero, para sus empleados, en una superficie de 37.04 ha. Además, se cuenta campamento para los empleados provenientes de otras regiones para proveerles alojamiento y los servicios básicos sin comprometer la disponibilidad de estos para los pobladores de la región. Para el bienestar de los usuarios, se cuenta con servicios básicos, entre ellos: comedor, lavandería, PTAR, canchas deportivas, área de relajación.
Operación y Mantenimiento		
FQ-23	Cambio en la conformación topográfica natural del terreno y de patrones de sedimentación de sustratos	• Medida de prevención: Las paredes del tajo en la Unidad Minera Molango se mantendrá en condiciones estables desde la etapa de desarrollo del proyecto. Se construirá una berma de seguridad alrededor de los tajos para restringir el paso de personas o de fauna mayor que servirá tanto para la etapa de operación como para la de cierre; asimismo, se llevarán a cabo acciones puntuales de conformación de las paredes solo en aquellas áreas que lo requieran para asegurar la estabilidad a largo plazo. De acuerdo con los estudios realizados, el diseño del tajo para garantizar su estabilidad tendrá un ángulo particular de 70o, un ángulo final de 50o, una altura en los bancos de trabajo de 10.0, berma de protección de 4.0 m en cada banco y una de 8.0 m cada seis bancos y un ancho de banco mínimo de 15.0 m y 10% de pendiente. Asimismo, todos los caminos de acceso que no tengan uso posterior al cierre de la mina serán restaurados mediante escarificación y siembra de semillas de especies nativas para mantener la conformación y estabilidad topográfica. • Medida de prevención: Para garantizar la estabilidad de las paredes del tajo en la Unidad Minera Naopa se trabajarán bancos de 10 m de altura, pero se explotará en sub-bancos de 5 m, los taludes de los bancos tendrán un ángulo de entre 39° y 47°, aunque en los taludes operativos el ángulo particular será de 6° en promedio. Cada dos bancos (2 m de altura) se dejará una berma de seguridad de 6.5 metros de ancho en la pared de material rocoso. • Medida de prevención: Los tajos se conformarán de acuerdo con el plan de minado que contempla medidas de protección y seguridad con base en un estudio de estabilidad de las obras del tajo. Este plan de minado previene deslizamientos severos. • Medida de prevención: Para garantizar la estabilidad de las tepetateras Guadalupe y Sur tendrán una altura de banco de 15.0 m, un ancho de berma de 7.5 m, un ángulo de reposo de material depositado de 34º (talud 1:1.5), elevación inicial de 1,020 msnm, elevación final de 1,200 msnms, lo que arroja una altura de 180 m. Además, la tepetatera Guadalupe tendrá una franja de protección de 60 m con respecto al río Salado. • Medida de prevención: De acuerdo con los estudios realizados para garantizar la estabilidad de las tepetateras y material estéril de la Unidad Minera Naopa, se deberá depositar el material de forma planificada y de acuerdo con sus características mineralógicas, manteniendo ángulos de reposo de 45° en el talud particular y 50° en el final, hasta formar bancos de 10 m de altura, separados entre sí por una berma de 4.0 m de ancho. • Medida de mitigación: Se construirán canales (cunetas) de desviación y/o bermas para desviar la escorrentía a las presas de sedimentos o al canal de desvío de drenaje pluvial para su control y manejo, y con esto mejorar la estabilidad de las pendientes de las paredes de tajos abierto, tepetateras y disposición de material estéril (lodos y tepetate). • Medida de prevención: Las vibraciones de todas las voladuras se monitorearán por técnicos especialistas que realizan la carga de los pozos, así como por técnicos de fragmentación que realizan el monitoreo de las voladuras cercanas a los taludes o voladuras que puedan afectar alguna falla geológica, todo con la finalidad de garantizar estabilidad de las áreas sometidas a procesos explosivos, incluyendo la mina subterránea. • Medida de prevención: Las perforaciones se hacen siguiendo plantillas con diferentes patrones, los cuales dependen de la litología de los bancos, ya sea material blando, arcillas o fracturado. El patrón se expande para disminuir la cantidad de barrenos y el uso de explosivo, si el material es más duro, mineral o competente, el patrón se reduce para generar una mejor fragmentación y poder aumentar la productividad del equipo de carga, así como los procesos de beneficio de rotura después de la voladura del mineral.
FQ-24	Alteración de la estabilidad geomorfológica del terreno	

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental
		• Medida de mitigación: El minado subterráneo a emplear será con el método de corte y relleno. Mediante este método el espacio creado por el aprovechamiento mineral es rellenado con el mismo tepetate que se genera dentro de la mina, lo que ayuda, por un lado, a mejorar la estabilidad de las áreas de aprovechamiento, y, por otro lado, ayuda a reducir la generación de residuos mineros y de la formación de sitios de disposición de residuos en el exterior de la mina subterránea.
FQ-25	Pérdida de horizontes del suelo en áreas del desplante	En esta etapa del proyecto, las afectaciones al suelo están más relacionadas con la conformación de las planillas de barrenación en la exploración minera. Como medidas ambientales se implementarán las siguientes: • Medida de mitigación: Cuando se requiera nivelar el sitio de trabajo de las planillas, solo se nivelará y rescatará el suelo de las áreas de las planillas de barrenación que se vería afectado por las actividades. Por ningún motivo se nivelarán sitios fuera de las áreas indicadas en el capítulo II que funcionarían para el desplante de las obras del proyecto. • Medida de mitigación: La capa de suelo superior, que incluye los horizontes orgánico y aluvial, se rescatará para ser reutilizado en las actividades de rescate y reubicación de flora silvestre y de restauración de áreas afectadas una vez que cumplan su periodo de vida útil, solo en caso de que el sitio y las actividades de trabajo lo ameriten.
FQ-26	Afectación de las propiedades físicas del suelo (Permeabilidad)	• Medida de mitigación: Los equipos automotores se estacionarán en áreas de planillas de barrenación para evitar infiltración de fugas y derrames de hidrocarburos y sin suelo orgánico que pueda sufrir alteración de sus propiedades físicas por compactación. • Medida de mitigación: Se prohibirá la operación de maquinaria y vehículos fuera de caminos y áreas de maniobra para evitar afectaciones a las propiedades físicas del suelo. • Medida de mitigación: Todos los caminos internos operativos recibirán mantenimiento permanente, incluyendo su revestimiento, para mantenerlos funcionales y evitar que la maquinaria y vehículos se vean en la necesidad de utilizar otras áreas para circular con el fin de garantizar su seguridad.
FQ-27	Cambio de las propiedades químicas y biológicas del suelo	• Medida de prevención: Durante el tiempo que la maquinaria esté estacionada por falla mecánica, el suelo deberá tener una protección contra posibles fugas o derrames de hidrocarburos de los depósitos de los automotores. • Medida de mitigación: Para disminuir las fugas y derrame de hidrocarburos, toda la maquinaria y vehículos que se encuentren operando serán sometidos a un programa de servicio y mantenimiento preventivo para evitar altas emisiones de gases con partículas contaminantes. Además, al inicio del turno de trabajo se realizará una inspección preoperativa para verificar que los equipos estén funcionando correctamente. • Medida de prevención: En las áreas de trabajo únicamente se podrán realizar mantenimientos de emergencia a maquinaria y equipo con protección del suelo contra fugas y derrames de líquidos. No obstante, se evitará realizar cualquier tipo de reparación en áreas cercanas a cuerpos de agua superficiales, permanentes y temporales. • Medida de mitigación: El suelo y material pétreo contaminado por derrames y fugas de hidrocarburos u otras sustancias químicas serán colectados y almacenados para su manejo, transporte y disposición final por una empresa autorizada por la SEMARNAT y la SCT para el manejo y transporte de residuos peligrosos, según sea el caso. • Medida de mitigación: Los residuos peligrosos que se generen serán diferenciados considerando las especificaciones de la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, así como lo indicado en la LGPGIR y su reglamento, los más comunes en esta etapa son los generados por el mantenimiento de automotores, del proceso minero y recuperación de suelo contaminado por hidrocarburos producto de fugas y derrames de automotores. Estos residuos se almacenarán temporalmente en el almacén temporal de residuos peligrosos de la empresa actualmente en operación, el cual opera bajo el cumplimiento de lo establecido en capítulo IV, sección I, del reglamento de la LGPGIR, artículos 82, 83 y 84. Este almacén temporal cuenta con una capa aislante o base de concreto con bordo contenedor de derrames y está techado y ventilado. • Medida de prevención: Se contará con contenedores con tapadera para la disposición temporal de residuos sólidos urbanos distribuidos de acuerdo con la operatividad de los frentes de trabajo. En cada frente de trabajo habrá contenedores rotulados para la disposición de residuos orgánicos, inorgánicos en general y plástico en específico. Las tapaderas tienen la función de evitar la dispersión de los residuos, el ingreso de fauna

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental
		silvestre a buscar alimento y evitar que se mojen los residuos contenidos. Todos estos residuos serán dispuestos en el relleno sanitario de la empresa, el cual se construyó conforme lo establecido en la norma oficial mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003. • Medida de mitigación: Se habilitarán áreas específicas para la disposición separada de los residuos de manejo especial que se generen, diferenciados de acuerdo con lo establecido en la norma oficial mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011. Una vez que se dictamine que no pueden ser reutilizados ni reciclados, serán trasladados a las áreas correspondientes, según el tipo de residuo de manejo especial, en el relleno sanitario de la empresa. Esto incluye los residuos de manejo especial generados en todas las áreas operativas, tajos, mina subterránea, planta de beneficio, áreas de exploración minera. • Medida de prevención: Se impermeabilizarán todas las áreas donde se manejen sustancias químicas y soluciones de proceso. • Medida de prevención: No se descargará ningún efluente que haya estado en contacto con sustancias o residuos peligrosos. • Medida de prevención: Todo el inventario sobrante de productos químicos y materiales de consumo serán retirados del sitio como parte del cierre final.
FQ-28	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire	• Medida de prevención: Se realizarán monitoreos anuales de partículas PM10 y PM2.5 para evaluar la calidad del aire en áreas activas de las unidades mineras y determinar la efectividad de las medidas ambientales implementadas y sirvan de base en la toma de decisiones en la evaluación del desempeño ambiental del proyecto. • Medida de mitigación: Se asegurará que la maquinaria y vehículos utilizados durante esta etapa del proyecto no generen emisiones a la atmósfera superiores a los límites máximos permisibles en la normatividad oficial mexicana aplicable (NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2017). • Medida de mitigación: Toda la maquinaria y vehículos que se encuentren operando serán sometidos a un programa de servicio y mantenimiento preventivo para evitar altas emisiones de gases con partículas contaminantes. • Medida de mitigación: Para minimizar la suspensión de partículas del aire, los vehículos automotores deberán circular en caminos de terracería a una velocidad máxima de 40 km h-1 en los caminos internos del proyecto y en los caminos adyacentes a la mina para personal de la mina y contratistas. • Medida de mitigación: Durante la operación de maquinaria en la nivelación se aplicarán riegos en las áreas de trabajo con la finalidad de mitigar la suspensión de partículas de polvo, así como en los caminos internos del proyecto que estén en uso. En caso de observar efectos adversos a la calidad del aire por el tránsito de vehículos y maquinaria, se aplicará algún tratamiento a los caminos (estabilizadores de suelo y/o supresores de polvo), mediante reactivos biodegradables y que sean amigables con el medio ambiente. • Medida de mitigación: Los vehículos que transporten material suelto que pueda ocasionar su dispersión durante el traslado se cubrirá con una lona. • Medida de mitigación: El polvo generado durante las voladuras o durante la carga y transporte de material del tajo al circuito de trituración o tepetatera se mitigará, cuando sea necesario, mediante humedecimiento con el empleo de carros tanque. • Medida de prevención: Quedará prohibido la quema de cualquier tipo de residuos en las áreas de trabajo, esto incluye los residuos sólidos generados y los empaques de las sustancias y productos que se reciban, principalmente los de las sustancias riesgosas, para evitar la producción de humo y partículas contaminantes. • Medida de mitigación: Antes de la descarga de los camiones transportadores, el mineral extraído de la explotación subterránea y el descargado en el stock pile será humedecido con el propósito de mitigar la dispersión de polvos, para posteriormente pasar al proceso de trituración o ser apilado y almacenado a granel a cielo abierto, según sea el caso. • Medida de mitigación: El mineral seleccionado para beneficio, después de trituración y alcanzar el tamaño requerido (≤ 1”), se almacenará en un galerón de crudos techado y con baja humedad para reducir la generación y dispersión de partículas al medio ambiente. • Medida de mitigación: Se operará un sistema supresor de polvos en la planta de trituración. Esto incluirá la aplicación de agua nebulizada en puntos críticos del circuito de trituración. • Medida mitigación: En el proceso de nodulización, para reducir las emisiones de partículas de polvo se continuará operando con el motor de tiro inducido que extrae los gases e impurezas dentro del horno a contra flujo.

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental
		El horno de la planta de proceso utiliza gas natural, el cual genera menores emisiones de contaminantes que el gas LP. Los gases que extrae el motor pasan por un colector de polvos con 10 compartimientos, cada uno con 180 bolsas (1,800 bolsas en total). Cada bolsa tiene una vida útil de 3 a 4 años; al final de su vida útil se manejan como residuo de manejo especial. El horno de la planta concentradora opera cuenta con un quemador con serpentín que optimiza el consumo de combustible (diésel). Las emisiones que se generan durante su operación se dirigen a un colector de polvos y gases. Su chimenea cuenta con puntos de muestreo y la calidad de los gases se monitorea con un termopack. Para asegurar la operatividad eficiente de ambos sistemas se les da mantenimiento dos veces al año, parando totalmente su funcionamiento por tres días consecutivos en cada paro. ● Medida de prevención: En el área de mina subterránea, en el tiempo de cambio de turno del personal, se ventilará e inspeccionará cada área donde se ha realizado una voladura para evaluar las condiciones ambientales en el área de trabajo, así como los niveles de gases dentro de la mina. Para ello, se contará con un dispositivo móvil para detectar los gases y vapores combustibles, así como las concentraciones ambientales de O_2, CO, NO_2, SO_2 y H_2S. ● Medida de prevención: La mina subterránea contará con un sistema de ventilación (robbins). En Acuatitla seguirán habilitados los contrapozos, los cuales tienen la función de proveer ventilación natural al interior de la mina.
FQ-29	Generación de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	● Medida de mitigación: En las áreas fuera de la mina, la mayor actividad vehicular se dará entre las 6 am y las 10 pm, periodo comprendido dentro del lapso del día que se permite una mayor emisión de ruido [68 vs 65 dB (A), en zonas industriales, intensidad tomada como referencia de la modificación de la norma oficial mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 03 de diciembre de 2013]. ● Medida de mitigación: Para mitigar la intensidad del ruido generado por las vehículos y automotores, en general, que estén al servicio de la operación y mantenimiento del proyecto serán sometidos a un programa estricto de mantenimiento preventivo para evitar las fallas mecánicas. Además, se verificará que no se rebasen los límites máximos permisibles de emisión de ruido para vehículos automotores establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994, los cuales son: 86 dB(A) para vehículos de hasta 3,000 kg de peso bruto; 92 dB(A) para vehículos con un peso bruto mayor de 3,000 kg y menor a 10,000 kg y, 99 dB(A) para vehículos automotores con peso bruto superior a los 10,000 kg. ● Medida de mitigación: Solo se realizarán voladuras diurnas controladas. ● Medida de mitigación: Ese usará un circuito de trituración parcialmente cerrado, lo que reduce la dispersión del ruido generado durante el proceso en las áreas aledañas. ● Medida de mitigación: La maquinaria y vehículos deberán contar con silenciadores de escapes y sistemas de amortiguamiento de ruidos. ● Medida de mitigación: Se programará una detonación secuencial y controlada de los barrenos en la superficie y las voladuras solo se realizarán en horario diurno. Durante actividades nocturnas se evitará cualquier actividad que tenga el potencial de generar ruido impulsivo.
FQ-30	Cambio en el comportamiento de factores climáticos	● Medida de mitigación: Las áreas a intervenir se limitarán a las áreas de desplante indicadas en el capítulo II de esta MIA-R integral. Esto implica respetar la superficie indicada que se sometería a cambio de uso de suelo y desplante de obras y realización de actividades que pueden generar cambios en factores climáticos como velocidad del viento, cambio puntual de temperatura, radiación solar y evapotranspiración.
FQ-31	Aprovechamiento del volumen de agua superficial disponible para su explotación	● Medida de mitigación: Las instalaciones administrativas que estarán a cargo de la operación de las actividades mineras y mantenimiento de la infraestructura contarán con equipos ahorradores de agua, siendo los baños, sanitarios, comedor y oficinas las principales fuentes consumidoras de agua. ● Medida de mitigación: El manejo del agua de escorrentía (agua de lluvia) en los techos de la infraestructura será conducida a través de canaletas internas. Éstas colectarán el agua de lluvia y la descargarán en los escurrimientos naturales adyacentes para reducir la afectación al ciclo hidrológico o ciclo del agua.

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental
		• Medida de mitigación: Las aguas residuales sanitarias serán conducidas a las plantas de tratamiento para tratarlas en cumplimiento con la normatividad aplicable para su posterior reutilización en el riego de áreas del proyecto. • Medida de mitigación: Para reducir la demanda de agua para el proceso proveniente de los cuerpos de agua superficiales autorizados se reciclará el agua tratada de las plantas de tratamiento de aguas residuales disponiéndola en el proceso riego de caminos o áreas verdes. • Medida de mitigación: Se respetarán los términos establecidos en los títulos de concesión de aprovechamiento de agua superficial: 09HGO101151/26ISDL16, 09HGO101151/26ISDL16, 09HGO155000/26IDDL16 y 09HGO106226/26IDDL08, los cuales autorizan el consumo de 606,233.00 m3 de agua anuales, entre los cuatro títulos de concesión.
FQ-32	Alteración de la composición física, química y/o bacteriológica en el agua superficial	• Medida de prevención: Quedará prohibido almacenar material en zonas no autorizadas y con alto riesgo de arrastre de material a cuerpos de agua superficiales. • Medida de mitigación: Se dispondrán contenedores con tapaderas para el almacenamiento temporal de los residuos generados en los frentes de trabajo y así evitar su dispersión y riesgo de contaminar cuerpos de agua superficiales. • Medida de mitigación: Para evitar que los trabajadores realicen sus necesidades fisiológicas en áreas abiertas, se emplearán sanitarios portátiles en áreas que estén en operación temporal y no cuenten con servicio de sanitarios, de llegar a requerirse. La relación de trabajadores por sanitario no será mayor de 20 trabajadores por sanitario o uno cada 200 m. • Medida de mitigación: Los canales (cunetas) de desviación y/o bermas serán construidas para mejorar la estabilidad de las paredes del tajo abierto y tepetateras, además, desviar la escorrentía a las presas de sedimentación para su control y manejo, recibirán mantenimiento periódico para mantenerlos funcionales. Los canales (cunetas) y las presas de sedimentación van asociadas a lo largo de caminos de acarreo y adyacentes a los tajos abierto, así como para otros componentes de la mina, como tepetatera y apilamiento de mineral estéril (lodo y tepetate). • Medida de prevención: El canal de desviación y las piletas de sedimentos se monitorearán y recibirán mantenimiento preventivo para mantener su funcionalidad operativa, con la finalidad de garantizar la calidad del agua de escorrentía aguas debajo de las unidades mineras. Entre las medidas a implementar para garantizar su funcionalidad se considera el desazolve de todas las estructuras de drenaje y sedimentación. • Medida de mitigación: Se continuará con el sistema de monitoreo de la calidad del agua superficiales y sedimentación en las cercanías de la tepetatera aguas abajo, así como del agua residual tratada y de los sedimentos para minimizar el riesgo de descarga de agua no conforme con la gestión de la calidad del agua para proteger la salud humana y el medio ambiente. Cabe mencionar que el óxido de manganeso es insoluble, no es lixiviable y tampoco se aprecia el arrastre del mineral por la acción de la percolación de la precipitación pluvial ya que es una partícula con gravedad específica mayor a 5, por lo que no constituye un riesgo de difusión rápida a través de cualquier cuerpo superficial de agua o de infiltración que ponga en riesgo la calidad del agua del manto acuífero. • Medida de mitigación: Se construirá y operará un sistema de colección por gravedad, tratamiento y reutilización de aguas residuales sanitarias que se generarán en el campamento y áreas administrativas, para su tratamiento biológico con aireación extendida previo a ser reutilizada. El agua tratada en alguna de las plantas de tratamiento de agua residual de la empresa que no sea reutilizada será descargada a algún bien nacional, previa comprobación de que no trata de un agua contaminada. • Medida de prevención: Las áreas donde se manejen sustancias y soluciones riesgosas se construirán con pisos de concreto o plataformas impermeables y con sistema de contención para captar derrames, con capacidad del 110% del volumen del tanque más grande que se tenga según el área. • Medida de prevención: Todos los tanques que almacenen hidrocarburos contarán con diques impermeabilizados con sistemas de contención para captar derrames en apego a especificaciones de PEMEX. • Medida de mitigación: Las grasas y lubricantes utilizados durante la exploración serán biodegradables y seguros para el ambiente.
FQ-33	Alteración de la composición física, química y/o bacteriológica en el agua subterránea	

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental
		• Medida de prevención: No se descargará ningún efluente que haya estado en contacto con alguna sustancia o residuos peligrosos.
FQ-34	Cambio en el flujo y movimientos de agua superficial temporales	• Medida de mitigación: Para evitar bloqueos del flujo de agua y acumulación en zonas de escorrentía, se les dará mantenimiento a las obras de drenaje que permitan y favorezcan el libre paso de las corrientes de agua formadas por los flujos de agua superficiales. • Medida de mitigación: Las tepetateras tendrán cunetas de desvío perimetral, cuya función será dirigir el escurrimiento pluvial al drenaje natural. Cada año, antes de la temporada de lluvias, se ejecutarán trabajos para el desvío y control de escurrimiento superficiales, evitando la erosión de los taludes, así como la entrada de agua pluvial y deslizamiento de material.
FQ-35	Alteración del proceso de infiltración de agua al manto freático	• Medida de mitigación: Solo se intervendrán las áreas en las que se tiene proyectado realizar el desplante de obras y realización de actividades mineras. Por ningún motivo se afectarán sitios fuera de las áreas indicadas en el capítulo II que funcionarían para el desplante de las obras del proyecto.
BE-11	Disminución del número de individuos de las especies de fauna silvestre	• Medida de mitigación: Se continuará con el programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, incluyendo en esta actividad individuos de especies en categoría de riesgo, de acuerdo con la lista de la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. De las 149 especies totales de fauna silvestre identificadas a nivel del SAR, 16 especies se encuentran listadas en categoría de riesgo, considerando la modificación del listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010, siete clasificadas como especies amenazada (A), seis sujetas a protección especial (Pr) y tres en peligro de extinción (P). Además, el programa incluirá el rescate y reubicación de individuos de alguna otra especie en categoría de riesgo no identificados durante los muestreos, en caso de que se llegaran a encontrar en las áreas de afectación. • Medida de mitigación: Las actividades mineras que generen ruido significativo estarán limitadas entre las 10 pm y 6 am, para evitar afectaciones a individuos de especies nocturnas. • Medida de prevención: Se establecerán cercos de seguridad en las áreas de procesos y en algunas zonas de mayor riesgo para evitar el acceso de mamíferos y reptiles. En el caso de especies de talla pequeña y que se desplazan por el suelo, se controlará la entrada mediante la instalación de cercos de configuración más cerrada. • Medida de prevención: Se implementarán pláticas de seguridad, salud y protección de medio ambientales con todos los trabajadores que laboren en el proyecto, incluyendo una sobre las medidas de protección a la fauna silvestre, la forma de proceder en caso de encontrar ejemplares en las áreas del proyecto y se remarcará la prohibición sobre su aprovechamiento, captura, venta y muerte de individuos presentes en las áreas de trabajo. • Medida de mitigación: Se favorecerá la permanencia de los hábitats presentes, de su conectividad y de las poblaciones animales que los habitan. • Medida de compensación: Se conservarán en total 371.5053 ha como áreas verdes, de las cuales, 176.8578 ha estarán en la Unidad Minera Molango, 179.5618 ha en la Unidad Minera Naopa y 15.0857 ha en la Unidad Minera Nonoalco. Esta superficie funcionará como hábitat para la fauna silvestre.
BE-12	Alteración de las áreas de desplazamiento de ejemplares de fauna silvestre	
BE-13	Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo y relevancia ambiental	
SC-10	Modificación de las cualidades estético - paisajísticas	• Medida de mitigación: Las áreas que vayan culminando su ciclo productivo serán sometidas a un programa de restauración y reforestación con especies nativas. • Medida de mitigación: El cambio de sistema de minado de tajo a cielo abierto a subterráneo ayuda a mitigar el impacto y mantener la funcionalidad ambiental de componentes ambientales superficiales, como el suelo, relieve, la flora y fauna silvestre, así como a mitigar el impacto adverso visual del medio ambiente, en este caso entendido como la percepción visual del ecosistema.
SC-11	Impacto en la calidad de vida de los vecinos de las obras	Para mitigar la afectación a los pobladores que viven en áreas aledañas al proyecto, se efectuarán las siguientes actividades: • Medida de mitigación: Se implementarán las medidas ambientales para mitigar la contaminación del aire mencionadas en el impacto ambiental FG-28. • Medida de mitigación: Para mitigar las afectaciones por la generación de ruido se implementarán las medidas ambientales indicadas en el impacto ambiental FQ-29.

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental
		• Medida de compensación: Se generarán alrededor de 2,100 empleos, de los cuales aproximadamente el 70% son empleos permanentes y el 30% eventuales, en los que se da preferencia a pobladores de las localidades vecinas, de acuerdo con sus capacidades, nivel de preparación y perfil del puesto buscado. • Medida de compensación: El personal que labore directa e indirectamente para el Distrito Minero recibirá capacitación de acuerdo con sus funciones, lo que implicará una mejora en el desempeño de sus actividades y superación en su puesto laboral. • Medida de compensación: La Compañía Minera implementará un esquema de apoyo a las comunidades que tienen incidencia directa e indirecta con la operación del proyecto, el cual estará conformado por diversos programas sociales que aportan múltiples beneficios sociales en la región. Los programas desarrollados cumplen diversos objetivos, todos con un fuerte sentido social. • Medida de compensación: Seguirá en operación el Centro de Educación Ambiental (CEA), cuya finalidad es la de ejecutar labores de capacitación a las comunidades, con énfasis en temas de conservación de flora y fauna, servicios ambientales, desarrollo rural sustentable, así como la conservación de Áreas Naturales Protegidas. Como parte de su operación, se seguirán programando actividades de educación ambiental de manera periódica.
SC-14	Incremento de riesgos por accidentes	• Medida de prevención: Se deberá cumplir con las normas referentes a seguridad e higiene en los centros de trabajo. Por lo tanto, los trabajadores deberán contar con equipo de protección personal (cascos, tapabocas, lentes, botas, etc.), de acuerdo con las actividades que desarrollen. • Medida de prevención: Para prevenir los riesgos de accidentes vehiculares se cumplirá con lo establecido en la norma oficial mexicana NOM-001-STPS-2008, numeral 9, en el cual se mencionan los requisitos de seguridad para el tránsito de vehículos. Entre los puntos a tomar en cuenta se encuentran: • Los lugares por donde circulen vehículos y trabajadores simultáneamente, se delimitará un pasillo que permita el tránsito seguro del trabajador o, en su caso, se colocarán señalamientos de prohibición para el tránsito simultáneo. • Las áreas de carga y descarta deberán estar delimitadas o señalizadas. • La velocidad máxima de operación vehicular en las áreas de carga y descarga, patios de maniobras y caminos internos de circulación vehicular estará claramente señalizada. • Medida de prevención: Los trabajos constructivos que se realicen en la mina subterránea deberá observar las especificaciones aplicables de seguridad y riesgo mencionadas en la norma oficial mexicana NOM-033-STPS-2015, que establece las condiciones de seguridad para trabajar en espacios confinados.
EO-10	Incremento de la población económicamente activa externa que demanda bienes, servicios y empleo	• Medida de mitigación: Cuando el perfil del puesto lo permita, se contratará preferentemente a personal de localidades cercanas para incrementar sus ingresos y calidad de vida. Con la finalidad de incrementa su competitividad en los puestos labores, todos los empleados recibirán cursos de capacitación específicos para área de trabajo. • Medida de mitigación: Implementar acciones de introducción a la comunidad para difundir usos y costumbres de la región para promover el respeto a sus habitantes, su cultura y sus tradiciones. • Medida de prevención: Entre el periodo de 1960 y 1970 la empresa construyó la zona habitacional Otongo o colonia Guadalupe, Unidad Minera Molango, municipio de Tepehuacán de Guerrero, para sus empleados, en una superficie de 37.04 ha. Además, se cuenta campamento para los empleados provenientes de otras regiones para proveerles alojamiento y los servicios básicos sin comprometer la disponibilidad de estos para los pobladores de la región. Para el bienestar de los usuarios, se cuenta con servicios básicos, entre ellos: comedor, lavandería, canchas deportivas, área de relajación.
Abandono		
FQ-38	Conformación de horizontes del suelo en áreas del desplante	• Medida de prevención: Para mitigar la pérdida de suelo durante el proceso de descompactación de áreas degradadas la actividad se realizará de manera progresiva, conforme se vaya dando el proceso de restauración, para evitar dejar por mucho tiempo el área trabajada expuesta a impactos erosivos, como fuertes precipitaciones y vientos. • Medida de prevención: Los taludes de tajos, tepetateras y disposición de material estéril (lodos y tepetate) expuestos a procesos erosivos serán sometidos a actividades de

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental
		protección y restauración, consistente en la construcción de cunetas de desvío de corrientes de agua de lluvia superficiales, construcción de presas de captación – sedimentación, colocación de malla de coco e hidrosiembra. Estas acciones van dirigidas a crear una cobertura protectora al material expuesto con la finalidad de reducir la pérdida de suelo.
FQ-40	Cambio de las propiedades químicas y biológicas del suelo	• Medida de prevención: Durante el tiempo que la maquinaria esté estacionada, el suelo deberá tener una protección contra posibles fugas o derrames de hidrocarburos de los depósitos de los automotores. • Medida de prevención: Para evitar posibles derrames de hidrocarburos durante el reabastecimiento directo en las áreas de apoyo, se aplicará un procedimiento para el relleno de depósitos, el cual aplica desde el manejo de hidrocarburos, el relleno de los equipos y las medidas preventivas para evitar derrames. • Medida de mitigación: Para disminuir las fugas y derrame de hidrocarburos, toda la maquinaria y vehículos que se encuentren operando serán sometidos a un programa de servicio y mantenimiento preventivo para evitar altas emisiones de gases con partículas contaminantes. Además, al inicio del turno de trabajo se realizará una inspección preoperativa para verificar que los equipos estén funcionando correctamente. • Medida de prevención: Las reparaciones de maquinaria y equipos automotores propiedad de la empresa se realizarán en los talleres de mantenimiento construidos y acondicionados para ello. En los frentes de trabajo solo se realizarán trabajos de mecánica en casos de emergencia para poder mover los equipos averiados por accidentes a los talleres mecánicos. Por Ningún motivo se efectuarán reparaciones de maquinaria en área cercanas a los cauces de cuerpos de agua superficiales. • Medida de mitigación: El suelo y material pétreo contaminado por derrames y fugas de hidrocarburos u otras sustancias químicas residuales serán colectados y almacenados en los almacenes temporales de residuos peligrosos de la empresa para el manejo, transporte y disposición final por parte de una empresa autorizada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (“SEMARNAT”) y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (“SCT”) para el manejo y transporte de residuos peligrosos. Para complementar esta medida, se elaborará un manual de procedimientos ambientales y de seguridad en el manejo de sustancias químicas e hidrocarburos, el cual incluya un plan de prevención y respuesta a derrames. • Medida de prevención: Se habilitarán sitios delimitados y claramente señalados para la disposición temporal de residuos de manejo especial producto de las actividades de derribo. Posteriormente, los residuos de manejo especial generados se dispondrán en el área específica del relleno sanitario de la empresa. • Medida de mitigación: Se dispondrá de contenedores con tapadera para la disposición temporal de residuos sólidos urbanos distribuidos de acuerdo como estén los frentes de trabajo. En cada local habrá contenedores rotulados para la disposición de residuos orgánicos, inorgánicos en general y plástico en específico. Las tapaderas tienen la función de evitar la dispersión de los residuos, el ingreso de fauna silvestre a buscar alimento y evitar que se mojen los residuos contenidos. • Medida de mitigación: Todos los residuos sólidos de tipo urbano colectados y almacenados temporalmente en el predio serán dispuestos en el relleno sanitario de la empresa. • Medida de mitigación: Se instalarán baños portátiles en los frentes de trabajo que no tengan disponibilidad de sanitarios a razón de uno por cada 20 trabajadores. Los sanitarios portátiles consistirán en módulos individuales de fibra de vidrio o plástico que contarán con ventilación adecuada y un tanque colector en su base. El servicio se contratará a una empresa especializada de la región que cuente con las autorizaciones correspondientes, entre ellas la del manejo y disposición de aguas residuales. Los servicios sanitarios se colocarán en sitios estratégicos para facilitar el acceso a los trabajadores.
FQ-41	Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire	• Medida de mitigación: Se asegurará que la maquinaria y vehículos utilizados durante esta etapa del proyecto no generen emisiones a la atmósfera superiores a los límites máximos permisibles en la normatividad oficial mexicana aplicable (NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2017). • Medida de mitigación: Toda la maquinaria y vehículos que se encuentren operando serán sometidos a un programa de servicio y mantenimiento preventivo para evitar altas emisiones de gases con partículas contaminantes.

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental
		• Medida de mitigación: Para minimizar la suspensión de partículas del aire, los vehículos automotores deberán circular en caminos de terracería a una velocidad máxima de 40 km h-1 en los caminos internos del proyecto y en los caminos adyacentes a la mina para personal de la mina y contratistas. • Medida de mitigación: Durante la operación de maquinaria en la restauración de las áreas afectadas, se aplicarán riegos con la finalidad de mitigar la suspensión de partículas de polvo, así como en los caminos internos del proyecto que estén en uso. En caso de observar efectos adversos a la calidad del aire por el tránsito de vehículos y maquinaria, se aplicará algún tratamiento a los caminos mediante el uso de reactivos (estabilizadores de suelo y/o supresores de polvo), biodegradables y amigables con el medio ambiente. • Medida de mitigación: Los vehículos que transporten material suelto que pueda ocasionar su dispersión durante el traslado se cubrirá con una lona. • Medida de prevención: Quedará prohibido la quema de cualquier tipo de residuos en las áreas de trabajo, esto incluye los residuos sólidos generados y los orgánicos producto de la limpieza de áreas de trabajo, para evitar la producción de humo y partículas contaminantes. • Medida de mitigación: Continuará la operación de la red de monitoreo de la calidad del aire en la periferia del recinto minero y en los poblados más cercanos como San Tiburcio, San Francisco de Los Quijano y El Berrendo. Los parámetros de interés a medir son las partículas menores a 10 micras (PM10) y partículas menores a 2.5 micras (PM2.5).
FQ-42	Generación de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido	• Medida de mitigación: La maquinaria, vehículos y equipos automotores que se usen serán sometidos a un programa estricto de mantenimiento preventivo para evitar las fallas mecánicas. Además, se supervisará que la maquinaria y vehículos cuenten con silenciadores para reducir las emisiones sonoras durante su operación. Para ello, se verificará que no se rebasen los límites máximos permisibles de emisión de ruido para vehículos automotores establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994, los cuales son: 86 dB(A) para vehículos de hasta 3,000 kg de peso bruto; 92 dB(A) para vehículos con un peso bruto mayor de 3,000 kg y menor a 10,000 kg y, 99 dB(A) para vehículos automotores con peso bruto superior a los 10,000 kg. • Medida de mitigación: La maquinaria y vehículos deberán contar con silenciadores de escapes y sistemas de amortiguamiento de ruidos. • Medida de mitigación: La actividad de la maquinaria, vehículos y equipos automotores que generen la mayor intensidad sonora estará restringida entre las 10 p.m. y 6 a.m., para evitar afectaciones a individuos de especies nocturnas. • Medida de mitigación: Se contará con una bitácora del equipo y maquinaria para el registro del calendario y tipo de mantenimiento requerido para los automotores que sean requeridos para el desarrollo del proyecto.
SC-14	Obtención de recursos minerales del subsuelo	El desmantelamiento de la infraestructura para la explotación mineral, mantenimiento de caminos y distribución de energía desde el punto de vista social y económico implica dejar de recibir los beneficios que estas alternativas representan como fuentes generadoras de empleo, derrama económica y como fuente de ingresos en las arcas de las dependencias de los tres niveles de gobierno. Por lo que, no existen medidas que implementar al respecto. Se puede valorar el dejar infraestructura habilitada o acondicionada para servicio de las comunidades asentadas en el área del complejo minero, como los caminos de terracería construidos exclusivamente para el servicio de la mina, la subestación eléctrica y líneas de distribución de energía, acondicionamiento de tajos como áreas de recreación, las plantas de tratamiento de aguas residuales, entre otros. Todo esto de llegar a un acuerdo entre los pobladores, entidades gubernamentales (de ser necesario) y la empresa. Las medidas ambientales propuestas para el cierre del proyecto son las siguientes: • Medida de mitigación: Al término de la vida útil del proyecto se contempla transformar los tajos en reservorios de agua para beneficio de los pobladores, previa la realización de estudios de factibilidad y cumplir con los trámites y permisos. • Medida de mitigación: El resto de la infraestructura construida y áreas operativas habilitadas para el servicio de la empresa serán desmanteladas, todos los residuos generados retirados, las áreas acondicionadas para restaurar e implementar las actividades de restauración para garantizar su funcionalidad ambiental.

Código	Impacto ambiental	Medida ambiental
		• Medida de mitigación: El suelo recuperado, almacenado y acondicionado durante la etapa de construcción, se utilizará para cubrir las tepetateras, sitios de disposición de material estéril (lodos y tepetate) y demás áreas de desplante de infraestructura minera. El área de cobertura dependerá de la disponibilidad de suelo y de material de baja granulometría. Se recurrirá a la hidrosiembra y a la fertilización temporal de la cubierta para proporcionar una cobertura vegetal con especies nativas hasta que la vegetación se restablezca. • Medida de mitigación: Para mitigar efectos sobre el relieve del paisaje, al finalizar las operaciones mineras, los taludes de las tepetateras y sitios de disposición de material estéril (lodos y tepetate) tendrán una los ángulos que garanticen su estabilización de acuerdo con los estudios realizados específicos para cada sitio. En el caso de las tepetateras, se suavizarán un poco los taludes, previo a la colocación de la capa de suelo orgánico. • Medida de prevención: Para prevenir el ingreso de agua de escurrimientos superficiales al tajo, después del cierre se mantendrá la cuneta de desviación de escorrentía y las bermas de captación de agua alrededor del tajo y se estabilizará su parte superior para prevenir accidentes. • Medida de mitigación: Todo el suelo y material diverso contaminado con residuos peligrosos será recogido para su transporte y disposición final por parte de una empresa autorizada para el transporte, manejo y disposición final de este tipo de residuos. • Medida de prevención: Se conformarán bordes de enrocamiento, de 2.0 metros de altura, alrededor de los tajos (en donde sea posible) para reducir el riesgo potencial de accidentes.

VI.1. Programa de vigilancia ambiental

Con la finalidad de simplificar la implementación, seguimiento y presentación de resultados obtenidos en los programas que conforman el programa de vigilancia ambiental y sobre todo reforzar la efectividad de la implementación, se propone un programa de vigilancia ambiental integrado por 10 planes generales.

Los 10 planes propuestos para conformar el programa de vigilancia ambiental involucran el seguimiento de todas las medidas ambientales propuestas para los impactos ambientales adversos identificados. Además de abarcar las medidas ambientales para darle seguimiento a los impactos ambientales asociados a los componentes bióticos y abióticos del medio ambiente, también se consideran planes para darle seguimiento a temas relacionados con aspectos técnicos operativos propios de la actividad minera, seguridad y salud laboral, capacitación y la supervisión ambiental para el seguimiento a la implementación y evaluación de resultados de los planes. En la Tabla RE.48 se presentan los planes generales que conforman el programa de vigilancia ambiental propuestos, así como los objetivos de su implementación.

Tabla RE. 48. Programas generales que constituyen el programa de vigilancia ambiental propuesto como parte de la implementación de las medidas ambientales para el desarrollo del proyecto

Programa general	Objetivo
Gestión de suelo	• Promover las actividades que garanticen la preservación de la capa edáfica, así como aquellas que prevengan y mitiguen los procesos de degradación del suelo en las áreas libres de afectación del proyecto. • Rescatar, almacenar y reutilizar el suelo de los perfiles orgánico y aluvial con la finalidad de conservar los nutrientes y microrganismos degradadores de la materia orgánica del suelo, previo a la pérdida del suelo por las actividades del proyecto. • Mitigar la pérdida hídrica y eólica del suelo en el área del proyecto. • Dar seguimiento a las medidas ambientales para prevenir y mitigar la degradación química y biológica del suelo por efecto del proyecto. • Definir e implementar los mecanismos de evaluación y seguimiento para determinar la eficiencia de las medidas ambientales implementadas para la prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales a este factor ambiental.

Programa general	Objetivo
Gestión atmosférica	• Garantizar que la ejecución del proyecto implemente las medidas ambientales para reducir la afectación a la calidad del aire en efecto de la ejecución del proyecto. • Prevenir y mitigar la generación y dispersión de partículas contaminantes en el aire. • Regular la intensidad de las emisiones sonoras en las actividades relacionadas con el desarrollo del proyecto. • Definir e implementar los mecanismos de evaluación y seguimiento para determinar la eficiencia de las medidas ambientales implementadas para la prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales a este factor ambiental.
Gestión del agua	• Establecer e implementar los mecanismos para garantizar la conservación y protección del recurso hídrico, tanto de la hidrología superficial como de la subterránea, derivado de las actividades del proyecto para el beneficio del ecosistema y de las localidades asentadas dentro del sistema ambiental regional. • Evitar la interrupción y recarga de cuerpos de aguas por el desarrollo del proyecto. • Implementar las medidas ambientales tendientes a evitar la contaminación de los cuerpos de agua superficiales y del manto acuífero, demostrando la eficiencia en la conservación y protección del componente ambiental. • Establecer las medidas eficientes para reducir la huella hídrica sin afectar la funcionalidad, eficiencia y operatividad del proyecto. • Definir e implementar los mecanismos de evaluación y seguimiento para determinar la eficiencia de las medidas ambientales implementadas para la prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales a este factor ambiental.
Gestión de residuos	• Prevenir y mitigar la contaminación ambiental y degradación química y biológica del suelo por la acumulación de residuos sólidos urbanos, de manejo especial, peligrosos y mineros que se generen por el desarrollo del proyecto. • Promover la prevención de la generación, valorización, reciclaje y manejo integral de los residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos que se generen como resultado del desarrollo del proyecto. • Establecer las modalidades de manejo integral según el tipo de residuos generados. • Definir esquemas de manejo donde se promueva la responsabilidad de la generación de residuos, su disminución, clasificación y reciclado. • Definir el manejo más adecuado del material estéril (lodos y tepetate) y otros residuos mineros que se generarían durante el proceso de minado para mitigar los impactos ambientales adversos al medio ambiente.
Conservación de comunidades vegetales y flora silvestre	• Prevenir, mitigar, restaurar y compensar las afectaciones y el deterioro de la cobertura vegetal, y sus variables descriptivas, producto de las actividades del proyecto. • Establecer e implementar las estrategias para evitar el deterioro de la cobertura vegetal a conservar. • Supervisar y documentar los procesos de rescate, manejo y reubicación de los individuos de flora silvestre rescatados y trasplantados. • Definir e implementar los mecanismos de evaluación y seguimiento para determinar la eficiencia de las medidas ambientales implementadas para la prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales a este factor ambiental.
Protección y conservación de fauna silvestre	• Establecer las prácticas más adecuadas para la conservación y protección de la fauna silvestre que se pudiera ver afectada por el desarrollo del proyecto. • Detallar las técnicas de captura y traslado seguros para cada una de las especies de fauna. • Identificar áreas libres de afectación y con condiciones propicias para la liberación de los individuos rescatados. • Definir e implementar los mecanismos de evaluación y seguimiento para determinar la eficiencia de las medidas ambientales implementadas para la prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales a este factor ambiental.
Respuesta a emergencias	• Brindar los elementos necesarios para prevenir, mitigar y/o compensar las afectaciones que se pueden ocasionar al medio ambiente y a la sociedad, así como el de prevenir los riesgos a los que se exponen los trabajadores, derivado de las actividades que implican la ejecución del proyecto. • Elaborar, difundir e implementar las acciones de atención a las contingencias ambientales, a través de los canales habilitados en la estructura jerárquica, de manera preventiva ante su posible existencia. • Elaborar, difundir e implementar, a través de los canales habilitados en la estructura jerárquica, las acciones para la prevención de accidentes en las áreas de trabajo para salvaguardar la integridad física de los trabajadores operativos y del personal administrativo que laboran en el predio del proyecto. • Establecer los procedimientos para la prevención y atención de derrames de sustancias químicas, materiales contaminados, incendios, derrumbes, así como de otras contingencias para prevenir y mitigar los impactos ambientales.
Seguridad y educación ambiental	• Implementar programas de capacitación, entrenamiento y concientización en el personal sobre las obligaciones y responsabilidades inherentes a la protección y conservación ambiental y el entorno que condiciona las circunstancias de vida y salud de las personas y de la sociedad. • Definir el programa de capación del personal en temas de seguridad y salud laboral y protección ambiental.

Programa general	Objetivo
	• Establecer las estrategias para la implementación, seguimiento y evaluación de las medidas ambientales propuestas para prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales potenciales a generarse por el desarrollo del proyecto.
Restauración y cierre de mina	• Identificar las acciones a implementar, describirlas y fijar las metas esperadas que garanticen la restauración de las áreas que fueron afectadas por el desarrollo del proyecto y las del área propuesta a restaurar como medida compensatoria. • Definir las acciones que se tienen que llevar a cabo en los sitios afectados para lograr una restauración y remediación exitosa, tomando como base su funcionalidad ambiental. • Establecer los componentes ambientales y las variables a monitorear, así como los indicadores que ayuden en la toma de decisiones para determinar el grado de recuperación ambiental de las áreas afectadas sometidas a restauración.
Atención Social y Desarrollo Económico y Ambiental Comunitario	• Coadyuvar en el desarrollo sustentable regional de las localidades de la zona de influencia del Distrito Minero, en un lugar y hábitat y ecosistemas dignos, con los servicios urbanos mínimos indispensables, donde se pueda brindar calidad de vida familiar a los habitantes de las localidades. • Definir las acciones y programas de apoyo en beneficio para los habitantes de las localidades de la zona de influencia al Distrito Minero, enfocándose en: a) el desarrollo de mayores oportunidades de empleo en el distrito minero o su cadena de proveedores; b) desarrollo de oportunidades de diversificación económica para los pobladores de las zonas de influencia directa, y, c) impulsar el desarrollo de actividades educativas y culturales en las comunidades asentadas en la zona de influencia del proyecto. • Establecer los mecanismos necesarios para insertar las poblaciones inmersas en el sistema ambiental en los beneficios y servicios económicos, ambientales, salud y sociales, a nivel comunitario, que tiene el desarrollo del proyecto para mejorar su calidad de vida. • Establecer los medios de comunicación para dar a conocer el proyecto, sus beneficios e implicaciones, en la zona de influencia del Distrito Minero.

VII. Pronósticos ambientales regionales, y en su caso, evaluación de alternativas.

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

Previo al inicio de operaciones de la Compañía Minera Autlán, S.A.B. de C.V., en la región se trataba de una región dominada por la presencia de cobertura vegetal y los usos de suelo predominantes eran los destinados a la producción agrícola y pecuaria, principalmente a pequeña escala - para autoconsumo - y algunos sistemas de producción comerciales a baja escala, y las áreas urbanas de los asentamientos humanos presentes en la región.

El proyecto y su SAR se ubican en la parte alta de la Sierra Madre Oriental, una región conformada por un sistema de topoformas contrastantes, con cambios altitudinales y cambios de pendientes bruscos en cortas distancias y la nula presencia de grandes planadas, donde predomina una superficie de 38 998.68 ha caracterizada mayoritariamente por cobertura forestal (57.8 %) y usos agropecuarios de baja escala (42.2 %), con 18 unidades edafológicas dominadas por leptosoles, luvisoles y feozems, y una geomorfología fuertemente diseccionada con pendientes de hasta 28 °. Hidrológicamente, la zona está integrada al sistema del río Pánuco, con cauces temporales y permanentes, siendo el río Claro el principal afluente, acuíferos en balance positivo y buena calidad de agua superficial y subterránea, salvo episodios puntuales de contaminación bacteriológica. En términos bióticos, se identificaron 252 especies de flora y 149 de fauna, entre ellas varias enlistadas en la NOM-059; el paisaje presenta alta calidad visual, interrumpida únicamente por caminos y pequeñas poblaciones .

VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto (Sin medidas de mitigación)

El Distrito Minero, queda comprendido en una superficie de 10,716.7262 ha. Sin embargo, la superficie de ocupación de obras y explotación minera será de 1,291.3989 ha, incluyendo 371.5053 ha de áreas verdes. Las

restantes 9,425.3273 ha serían sometidas a actividades de exploración minera para evaluar el potencial minero y determinar la viabilidad de continuar con la explotación de manganeso en la región.

Se aclara que las áreas de interés para exploración quedan inmersas dentro de las áreas concesionadas y se realizarán en áreas que no cuenten con cobertura vegetal forestal. En este respecto, se solicita el cambio de uso de suelo en 37.959 ha que corresponden al desarrollo de la tepetatera Guadalupe, correspondiendo a cobertura vegetal forestal representada por Bosque Mesófilo de Montaña.

Llevar a cabo las obras y actividades planteadas implica incrementar el flujo vehicular, operación de maquinaria pesada y de equipos automotores auxiliares en el SAR, teniendo como consecuencia un mayor movimiento en la zona que, entre otras cosas, dado el ruido, las emisiones al medio ambiente y el movimiento mismo del personal, ahuyentaría a la fauna silvestre. Además de la perdida de cobertura forestal que implica el cambio de uso de suelo para el desarrollo de las obras y actividades mineras, se tendrían afecciones ambientales ente ellas:

- Cambio en la conformación topográfica natural del terreno y de patrones de sedimentación de sustratos
- Alteración de la estabilidad geomorfológica del terreno
- Pérdida / conformación de horizontes del suelo en áreas del desplante
- Afectación de las propiedades físicas del suelo
- Cambio de las propiedades químicas y biológicas del suelo
- Alteración de la concentración de partículas sólidas y gases en el aire
- Generación de ondas acústicas fuertes, no deseadas y desagradables para el sentido
- Aprovechamiento del volumen de agua superficial autorizado para su explotación
- Alteración de la composición fisicoquímica y/o bacteriológica en el agua superficial
- Alteración de la composición fisicoquímica y/o bacteriológica en el agua subterránea
- Cambio en los flujos y movimientos de agua superficiales temporales
- Alteración del proceso de infiltración de agua al manto freático
- Cambio en la abundancia de individuos de especies de flora silvestre
- Modificación de la superficie y distribución de la cobertura y tipo de vegetación
- Afectación a ejemplares de flora silvestre de especies en categoría de riesgo
- Disminución del número de individuos de las especies de fauna silvestre
- Alteración de las áreas de desplazamiento de ejemplares de fauna silvestre
- Reducción de áreas usadas como refugio, alimentación y reproducción de fauna silvestre
- Afectación a ejemplares de fauna silvestre de especies en categoría de riesgo
- Modificación de las cualidades estético – paisajísticas
- Impacto en la calidad de vida de los vecinos de las obras
- Generación de ofertas de trabajo directos e indirectos
- Impulso a la economía local y regional por la derrama económica
- Incremento de la población económicamente activa externa que demanda bienes, servicios y empleo

VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección.

En el capítulo V de este documento se hizo una amplia descripción y análisis de los impactos ambientales potenciales que se generarían por el desarrollo del proyecto, incluyendo a los impactos ambientales clasificados como acumulativos y residuales. De las 475 relaciones actividades del proyecto – atributos ambientales que son susceptibles de recibir un cambio, 217 se consideran benéficas y 258 adversas.

De manera general, de los 104 impactos ambientales potenciales identificados a generarse por el desarrollo del proyecto, agrupando las 475 interacciones identificadas en la matriz tipo Leopold, resultó que 65 se consideran adversos, 40 clasificados como ligeros, 22 moderados, dos significativos y uno mayor. Los 39 impactos restantes se clasifican como positivos, 12 ligeros, 18 moderados y nueve significativos.

En el capítulo VI se procedió a describir detalladamente las medidas ambientales para prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales identificados, incluyendo a los clasificados como acumulativos y residuales. Posteriormente, estas medidas se incluyeron en los programas generales que constituyen el programa de vigilancia ambiental descrito en el capítulo que antecede a éste.

VII.4 Pronóstico ambiental

El distrito minero se inserta en un sistema ambiental regional en el cual predomina la cobertura vegetal forestal en un 57.79% del SAR, tanto de cobertura vegetal forestal primaria como de vegetación secundaria. Esto implica que 42.21% de las 38,998.68 ha del SAR fueron sometidas al cambio de uso de suelo para el desarrollo de actividades agrícolas de temporal y pecuarias, asentamientos humanos, infraestructura urbana o están clasificadas como cuerpos de agua y áreas sin cobertura vegetal.

Dentro su área de influencia, el Distrito Minero ha identificado 18 comunidades, las cuales reciben un mayor impacto dentro del SAR, 13 de las cuales se ubican en el municipio de Molango de Escamilla, cuatro en Lolotla y una en Tlanchinol. Se considera que cinco de estas 18 comunidades reciben un impacto directo por el desarrollo del proyecto y 13 de manera indirecta, impactando a 5,264 habitantes en total.

Las condiciones geomorfológicas de la región limitan el desarrollo de sistemas agrícolas y pecuarios intensivos y la falta de otro tipo de fuentes de empleo, el crecimiento y avance de las poblaciones asentadas en la región ha sido lento y poco significativo. Ante esta situación la población se ve en la necesidad de buscar alternativas en otras regiones, nacional e internacionalmente. Aún con las limites que tiene el desarrollo de actividades agropecuarias, se prevé que estas seguirán practicándose en la región, no solo por necesidad de generar bienes y servicios, sino también por la tradición que estos sistemas representan en la zona.

En este contexto, el proyecto representa una fuente de empleo alternativa, desarrollo económico regional, mantenimiento de la cohesión social y familiar y de aprendizaje en la protección y conservación del medio ambiente.

En los próximos años no se espera un cambio significativo en la composición de uso de suelo y vegetación en el área bajo análisis. Las actividades mineras continuarán en las áreas bajo aprovechamiento autorizado, mejoramiento de las metodologías de explotación minera que llevan a reducir los impactos ambientales con el paso de minería a cielo abierto a subterránea, reduciendo así los impactos ambientales. La minería continúa siendo una fuente importante de empleo y la propuesta del proyecto que se somete a evaluación viene a fortalecer el compromiso de la empresa en modernizar sus procedimientos en la búsqueda de la sostenibilidad que tanto se demanda en nuestra sociedad.

Bajo la premisa descrita, el desarrollo del proyecto viene a fortalecer una de las principales actividades de la región, dándole viabilidad técnica, con soporte social y ayudando a contribuir con la búsqueda de la conservación y protección ambiental. Siendo bajo estas consideraciones que se presenta y somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental el presente proyecto, en el que a través de todo este documento se describen detalladamente las medidas ambientales que le dan sustento jurídico y técnico para su realización.

VII. 5 Evaluación de alternativas

No se identifican evaluaciones alternativas, ya que este planteamiento que se somete a evaluación resulta ser la opción más viable para la operación de la mina. Para este tipo de proyectos no existen alternativas de ubicación del proyecto, el minado se tiene que realizar donde se ubica el yacimiento mineral, las alternativas se buscan entre las diferentes metodologías, procesos y tecnologías disponibles para llevar a cabo la exploración y explotación minera.

Las alternativas de desarrollo que se pueden plantear para el proyecto están relacionadas con las metodologías y técnicas propuestas para llevar a cabo las actividades bajo las condiciones específicas que caracterizan la región y el yacimiento. Es en este aspecto donde el planteamiento del proyecto propone la implementación de los procesos y tecnologías socialmente más aceptables, económicamente más redituables y más amigable con el medio ambiente.

Durante el diseño del proyecto, se buscó que la ubicación de la infraestructura afectara lo menos posible la funcionalidad ambiental de la región. Se seleccionaron áreas que estuvieran aledañas a las áreas que hay que abastecer de energía, que fueran de fácil acceso y que tuvieran el mejor costo / beneficio para la empresa. Las áreas seleccionadas resultaron ser las de menor cambio geomorfológico para el desarrollo de la infraestructura, cuentan con vías de acceso aledañas, se ubican cerca del área de abastecimiento de energía y no interfieren con las actividades mineras llevadas a cabo por la empresa.

VII.6 Conclusiones

El proyecto integral para la exploración y explotación mineral **“Distrito Minero Autlán”** generará, como cualquier otro proyecto de esta naturaleza, impactos ambientales adversos y benéficos en el medio ambiente en el que se inserta. La mayor parte de los impactos adversos serán prevenidos y mitigados, siendo algunas de las medidas más importantes los controles para disminuir las emisiones de polvo, la debida impermeabilización y contención de todas las áreas donde se manejen sustancias químicas y soluciones de proceso, para funcionar como un circuito cerrado con cero descargas al entorno natural. Así también, el plan de acomodo del material estéril y del material con bajo contenido mineral (lamas) está estratégicamente planeado y acondicionado para prevenir la afectación de cuerpos de aguas superficiales, alterar lo menos posible los flujos superficiales de agua que se tienen durante la época de lluvias y prevenir la contaminación del agua de los cuerpos de agua superficiales temporales presentes.

Otro aspecto importante para reducir la afectación ambiental es la combinación de minería de cielo abierto con minería subterránea. Esta estrategia de minado previene y mitiga diversos impactos al ambiente al conservar la cubierta terrestre del área bajo explotación y realizar parte de las afectaciones en el subsuelo.

De la valoración realizada a los impactos ambientales potenciales a generarse, se estimó que existirán impactos positivos de los que, dadas las condiciones socioeconómicas de la zona, han de ser potenciados. Los negativos, al ser prevenidos, mitigados y compensados, se tendrían impactos residuales y acumulativos de baja magnitud y significancia.

Partiendo de lo anteriormente expuesto, se tiene como escenario que:

- El proyecto incorpora las mejores tecnologías y prácticas para lograr sus objetivos técnicos y ambientales, así como para dejar la menor huella ecológica posible.

- El proyecto no representa riesgos a poblaciones de especies protegidas, no se prevé la generación de afectaciones significativas que pudieran desencadenar un desequilibrio ecológico. Tampoco implica la fragmentación mayor de algún ecosistema y no conlleva riesgos para las poblaciones aledañas, todo lo contrario, implica generación de empleos, directos e indirectos, satisfacción de un servicio a la población de menor impacto ambiental al predominante actualmente en la región, mejorando un ambiente de respeto por el medio ambiente.

- El proyecto incorpora medidas de prevención y mitigación para la mayor parte de los impactos ambientales que causa, incluyendo los sociales, a excepción de los que por su naturaleza son persistentes (residuales), sin embargo, no representan repercusiones graves en el SAR. En éstos se tienen principalmente el impacto permanente sobre la geomorfología, en cuanto a la modificación del relieve lo que a su vez se refleja en el paisaje.

- Las medidas y estrategias tendientes a la prevención y mitigación de los impactos ambientales identificados, propuestas en este documento, son técnicamente posibles, financieramente viables y admiten seguimiento y documentación.

- La magnitud de los daños que se pudieran generar con el desarrollo del proyecto no rebasa a los beneficios esperados; es decir, son de mayor relevancia los beneficios a la sociedad que los perjuicios al ambiente, ya que éstos serán prevenidos o mitigados a través de las medidas de mitigación y compensación propuestas.

- El proyecto del distrito minero no pone en riesgo la seguridad, ni la salud de los habitantes de las comunidades.

- El proyecto no compite por recursos de suelo y agua con otros usos actuales y futuros. Actualmente, la limitante que implica la conformación geomorfológica en la región ha limitado fuertemente el desarrollo de sistemas de producción agrícolas y pecuarios más intensivos. En cuanto a usos futuros, no se prevé el desarrollo de proyectos industriales o habitacionales, ni la expansión fuerte de la ganadería y de la agricultura. Esta es una zona rural con pocas opciones de desarrollo.

- Los elementos proporcionados a la autoridad ambiental a través de la información proporcionada a lo largo de la presente MIA-R permiten determinar que la aplicación de las medidas ambientales propuestas favorecerá la conservación de los recursos abióticos y bióticos de los ecosistemas insertos en el polígono del SAR. Además, la implementación del proyecto representa un beneficio económico y social para la población de las comunidades de la región bajo influencia directa e indirecta del proyecto.

En virtud de lo anteriormente expuesto, se tiene que el proyecto se considera como ambientalmente viable, compatible con la naturaleza y vocación del sistema ambiental regional en el que se ve inserto, así como congruente con los ordenamientos jurídicos vigentes y aplicables para el sitio del proyecto.