MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD REGIONAL

Proyectocordero
Minera Titán



Great Place To Work. Certified NOV 2022 - NOV 2023 México

ESR Empresa Socialmente Responsable

MUJERES WiM – MÉXICO –

JULIO 2023

CAPÍTULO I

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

Proyectocordero
Minera Titán

Julio 2023

Great Place To Work. Certified NOV 2022 - NOV 2023 México

ESR Empresa Socialmente Responsable

MUJERES WiM - MÉXICO -

CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL..... 1
I.1 Nombre del proyecto..... 1
I.2 Ubicación del proyecto. 1
I.3 Duración del Proyecto..... 3
I.4 Datos generales del promovente. 4
I.4.1 Nombre o razón social. 4
I.4.2 Registro Federal de Contribuyentes del Promovente..... 4
I.4.3 Nombre y cargo del representante legal..... 4
I.4.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones. 4
I.4.5 Nombre del responsable técnico del estudio..... 4

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. 1 Peligros Naturales a Nivel Municipal (Hidalgo del Parral)..... 2
Tabla I. 2 Vulnerabilidad al cambio climático del Municipio de Hidalgo del Parral 3
Tabla I. 3 Duración del proyecto Cordero 3

ÍNDICE DE IMÁGENES

Figura I. 1 Localización del proyecto Cordero 1

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

I.1 Nombre del proyecto.

El proyecto se denomina "Proyecto Cordero" (referido como el Proyecto).

I.2 Ubicación del proyecto.

Proyecto Cordero se encuentra ubicado al norte del País en el estado de Chihuahua, todas las obras solicitadas se encuentran dentro del Municipio de Hidalgo del Parral. El proyecto se localiza a una distancia de 40.6 kilómetros desde la Ciudad de Parral. El recorrido es de 30.4 kilómetros por la Carretera Federal 24 hasta el entronque con camino de terracería (letrero Km 150), donde se recorren 10.2 kilómetros adicionales hasta la puerta de acceso al proyecto.

El municipio de Hidalgo del Parral limita al norte con el municipio de Valle de Zaragoza, al este con el municipio de Allende, al sureste con el municipio de Matamoros, al sur con el municipio de Santa Bárbara, al suroeste con el municipio de San Francisco del Oro y al oeste con el municipio de Huejotitán.

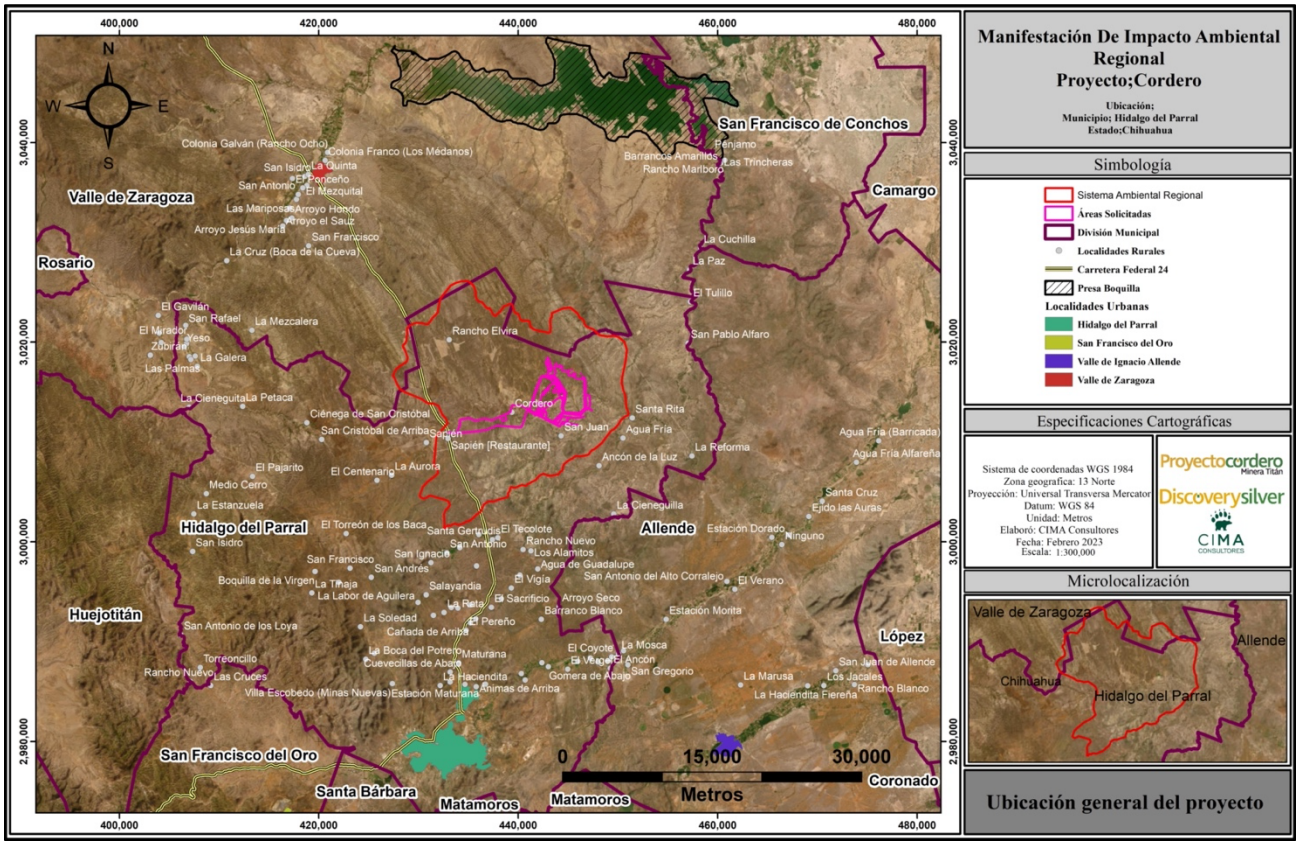


Figura I. 1 Localización del proyecto Cordero

De Acuerdo a la información oficial del Atlas Nacional de Riesgos, y específicamente en la Información Básica de Peligros Naturales a Nivel Municipal (CENAPRED 2021) (http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/InformacionBasicaMunicipal/Chihuahua/08032.pdf) se identifican a nivel municipal los fenómenos hidrometeorológicos y geológicos y su grado de peligro.

Tabla I. 1 Peligros Naturales a Nivel Municipal (Hidalgo del Parral)

PELIGROS NATURALES A NIVEL MUNICIPAL	
Fenómenos Hidrometeorológicos y Geológicos	**Grado de Peligro**
Sequía	Medio
Onda de Calor	Muy Alto
Bajas Temperaturas	Alto
Tormenta Eléctrica	Medio
Ciclón Tropical	Muy Bajo
Nevada	Bajo
Granizada	Bajo
Tornado	Sin Tornado
Inundaciones	Muy Bajo
Inestabilidad de Laderas	Muy Bajo
Sismos	Muy Bajo
Riesgos Volcánicos	Sin volcanes
Vulnerabilidad Estructural	No Aplica
Riesgos Estructurales	No Aplica

De acuerdo a la información oficial del Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático (ANVCC) en la ficha correspondiente al estado de Chihuahua (https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/page/Proyecciones/img/08_Ficha.pdf), en primer término el municipio se localiza dentro de los 1488 municipios a nivel nacional, que presentan un alta a muy alta vulnerabilidad al cambio climático, de las seis vulnerabilidades evaluadas, el municipio cuenta con valores muy altos en dos de estas:

Tabla I. 2 Vulnerabilidad al cambio climático del Municipio de Hidalgo del Parral

Vulnerabilidad al cambio climático	
1. Vulnerabilidad de la producción forrajera ante el estrés hídrico	Alta
2. Vulnerabilidad de la población al incremento en distribución del dengue	N/A
3. Vulnerabilidad de la ganadería extensiva ante el estrés hídrico	Media
4. Vulnerabilidad de la producción ganadera extensiva a inundaciones	Muy Alta
5. Vulnerabilidad de los asentamientos humanos a deslaves	Media
6. Vulnerabilidad de los asentamientos humanos a inundaciones	Muy Alta

De las seis vulnerabilidades identificadas en el ANVCC se reconocen la vulnerabilidad 4 y 6 como muy altas, sin embargo, para el punto 1 el área del proyecto presenta condiciones topográficas que no permiten que se presenten inundaciones, cuenta con redes naturales de drenaje suficientes para el movimiento del flujo de las precipitaciones, respecto al punto 6, se toma en consideración las áreas urbanas del municipio, sin embargo, el proyecto no tiene las condiciones para que se presenten inundaciones.

I.3 Duración del Proyecto.

El proyecto Cordero se desarrollará en un periodo de 25 años, los cuales se dividen en 4 etapas: la primera etapa denominada etapa de planeación del proyecto y preparación del sitio contempla 10 años para su ejecución, duración justificada debido a la ejecución gradual del cambio de uso de suelo del proyecto, que serán ejecutados conforme las necesidades de avance en la construcción; la segunda etapa corresponde a la construcción con una duración de 10 años, plazos necesarios para la construcción de la presa de jales y la planta de beneficio principalmente (que se realizan por etapas), la tercera etapa corresponde a la etapa de operación y mantenimiento con una duración de 18 años duración relacionada con las reservas y su aprovechamiento y por último la etapa de cierre y post-cierre considerando labores de restauración de las áreas del proyecto antes de finalizar la operación y un monitoreo post-cierre con un total de 7 años, la duración de esta última etapa incluye el procedimiento para el cierre administrativo del proyecto ante esta Secretaría y el cierre social.

Tabla I. 3 Duración del proyecto Cordero

No	Etapa	Tiempo de vida útil del proyecto (Años)																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	Etapa de planeación del proyecto y preparación del sitio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10															
2	Etapa de Construcción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10															
3	Etapa de Operación y Mantenimiento			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18					
4	Etapa de Cierre y Post-cierre																			1	2	3	4	5	6	7

I.4 Datos generales del promovente.

La documentación legal se encuentra en el Anexo I.1, contiene acta constitutiva de la empresa, poder del representante legal, credencial del INE.

I.4.1 Nombre o razón social.

Minera Titán S.A. de C.V.

I.4.2 Registro Federal de Contribuyentes del Promovente

[redacted]

I.4.3 Nombre y cargo del representante legal.

Ing. Román Gerardo Solís Maytorena, Vicepresidente en México, poder general en página 21 del documento anexo Escritura Pública Número 149,277 de fecha 15 de octubre de 2019 - MINERA TITÁN Acta de Asamblea.

I.4.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones.

Se señala por el promovente la siguiente dirección para recibir u oír toda clase de notificaciones única y exclusivamente la relacionada con la presente solicitud: Torre ejecutiva Azenzo número 702, Paseo Vistas del Sol 6801. Colonia Vista del Sol, CP 31206 en la ciudad de Chihuahua, estado de Chihuahua.

[redacted]

I.4.5 Nombre del responsable técnico del estudio

[redacted]

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS PARCIALES DE DESARROLLO.

Proyectocordero
Minera Titán

Julio 2023

Great Place To Work. Certified NOV 2022 - NOV 2023 México

ESR Empresa Socialmente Responsable

MUJERES WiM - MÉXICO -

Tabla de contenido

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO. 1

II.1 Información general del proyecto, plan o programa.....1

II.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa. 1

II.1.2 Justificación. 3

II.1.2.1 II.1.2.1 Justificación socio-económica. 3

II.1.2.2 II.1.2.2 Justificación ambiental. 4

II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto. 6

II.1.3.1 II.1.3.1 Ubicación física. 6

II.1.3.2 II.1.3.2 Dimensiones del proyecto. 8

II.1.3.3 II.1.3.3 Superficies dentro del área del proyecto con cobertura forestal. 10

II.1.4 Inversión requerida 12

II.2 Características particulares del proyecto, plan o programa. 13

II.2.1 Programa de trabajo 13

II.2.2 Preparación del sitio y construcción. 16

II.2.2.1 Preparación del sitio 16

II.2.2.1.1 Delimitación de las áreas autorizadas. 16

II.2.2.1.2 Rescate y reubicación de flora silvestre y su mantenimiento. 16

II.2.2.1.3 Rescate y reubicación de fauna silvestre. 17

II.2.2.1.4 Desmonte 18

II.2.2.1.5 Despalme. 19

II.2.2.1.6 Rescate de suelo fértil. 19

II.2.2.1.7 Rehabilitación y construcción de caminos de acceso e internos. 19

II.2.2.1.8 Obras derivadoras de aguas de contacto y no contacto. 20

II.2.2.1.9 Cercado y restricción de áreas. 20

II.2.2.2 Construcción de obras mineras. 20

II.2.2.2.1 Tajo 20

II.2.2.2.2 Presa de jales 29

II.2.2.2.3 Tepetateras 52

II.2.2.2.4 Planta de procesos 54

II.2.2.3 Obras asociadas o provisionales. 60

II.2.2.3.1 Caminos de acarreo 60

II.2.2.3.2 Almacenamiento de explosivos 64

II.2.2.3.3 Taller de mantenimiento 66

II.2.2.3.4 Almacenes, oficinas y talleres 67

II.2.2.3.5 Subestación eléctrica. 68

II.2.2.3.6 Almacén de Minerales de óxidos y sulfuros. 71

II.2.2.3.7 Almacén temporal de residuos peligrosos. 72
II.2.2.3.8 Almacén de residuos especiales. 79
II.2.2.3.9 Estación de combustibles. 74
II.2.2.3.10 Vivero y almacenes de suelo fértil. 75
II.2.2.3.11 Planta tratadora (PTAR). 77
II.2.2.3.12 Relleno sanitario 78
II.2.2.3.13 Laboratorio. 80
II.2.2.3.14 Almacén de Reactivos. 81
II.2.2.3.15 Área de ingreso y casetas de vigilancia. 82
II.2.2.3.16 Patios de maniobras / Servicios 83
II.2.2.3.17 Campamento 83
II.2.3 Operación y mantenimiento 86
II.2.3.1.1 Molienda y Clasificación 90
II.2.3.1.2 Pre-Flotación de Carbón 92
II.2.3.1.3 Flotación de Plomo-Plata 94
II.2.3.1.4 Flotación de Zinc 96
II.2.3.1.5 Deshidratación y Carga de Concentrados 99
II.2.3.1.6 Espesamiento y Bombeo de Jales 101
II.2.3.2 Mantenimiento 107
II.2.3.3 Servicios requeridos para el desarrollo 111
II.2.3.3.1 Agua: 111
II.2.3.3.2 Energía eléctrica 118
II.2.3.3.3 Mano de obra 119
II.2.3.3.4 Combustible 119
II.2.3.3.5 Voladuras y explosivos 120
II.2.4 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones. 120
II.2.4.1 Programa de cierre 120
II.2.4.1.1 Desmantelamiento y Desmontaje 125
II.2.4.1.2 Monitoreo y Mantenimiento Post-Cierre 126
II.2.4.1.3 Actividades de Monitoreo Post-cierre 126
II.2.4.1.4 Actividades de Mantenimiento Post-cierre 127
II.2.5 Residuos. 129
II.2.5.1 Residuos mineros 129
II.2.5.2 Residuos peligrosos 131
II.2.5.3 Residuos de manejo especial 132
II.2.5.4 Residuos sólidos urbanos 132
II.2.6 Generación de gases efecto invernadero. 139
II.2.6.1 Identificar por etapas del proyecto, en su caso las fuentes generadoras de gases de efecto

invernadero.....139
II.2.6.2 Determinación de los gases de efecto invernadero que se generarán durante las diferentes etapas del proyecto, como sea el caso de vapor de agua, C02, CH4, N20, CFC, O3, entre otros.....139

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II. 1. Superficies generales del proyecto Cordero 8
Tabla II. 2. Superficie a ocupar por obra solicitada 9
Tabla II. 3. Superficie de tipo de vegetación por obra. 11
Tabla II. 4 Inversión requerida para el proyecto (Pesos Mexicanos). 13
Tabla II. 5 Tiempo de vida útil de Proyecto cordero expresado en años. 14
Tabla II. 6. Especies de flora silvestre sujetas a protección especial 17
Tabla II. 7. Especies de fauna silvestre de interés para manejo 18
Tabla II. 8. Estimaciones de cantidad de material y leyes.....24
Tabla II. 9. Criterios recomendados de talud en fosas 27
Tabla II. 10. Flotilla de equipos mineros – Año 10.....28
Tabla II. 16.Programa de minado.....29
Tabla II. 12. Clasificación de presa CDA.....32
Tabla II. 13. Clasificación de la Presa GISTM 33
Tabla II. 13. Resultados de evaluación de alternativas (KP, 2022a) 37
Tabla II. 14. Parámetros de diseño de las tepetateras.....52
Tabla II. 15. Volumen de tepetate a generar 53
Tabla II. 17. Resumen de los criterios de diseño del proceso (documental privada) 55
Tabla II. 18. Sustancias a utilizar en el proceso 103
Tabla II. 19. Consumos mensuales por reactivo así como cantidad prevista a residuos 104
Tabla II. 20. Resumen del requerimiento de agua por el Proyecto Cordero versus la disponibilidad.....112
Tabla II. 21. Fuentes y volumen de agua para el Proyecto Cordero.....112
Tabla II. 23. Demanda de energía eléctrica por etapa 118
Tabla II. 24. Mano de obra requerido por área y etapa 119
Tabla II. 25. Actividades a desarrollar por componente.....122
Tabla II. 26. Actividades de monitoreo a realizar en la etapa de post-cierre 126
Tabla II. 27. Resumen de Actividades de Mantenimiento Post – Cierre.....128
Tabla II. 28. Concentraciones de los elementos analizados en los jales 129
Tabla II. 29. Peligrosidad por el potencial de generación de drenaje ácido 130
Tabla II. 30. Tepetate a generar durante la vida operativa de la mina.....130
Tabla II. 31. Clasificación de las muestras.....131

Tabla II. 32. Tipos de residuos a generar por etapa.....132
Tabla II. 33. Volumen de residuos a generar.....138
Tabla II. 34. Emisiones analizadas por fase 139
Tabla II. 35. Resumen de emisiones de GEI por etapa por año 140

INDICE DE FIGURAS

Figura II. 1. Línea de tiempo del Proyecto Cordero (Estudio Línea Base Social - Vinfidem 2021).....2
Figura II. 2. Ubicación del Proyecto Cordero en el contexto nacional, estatal y municipal 7
Figura II. 3. Localización del proyecto Cordero 8
Figura II. 4. Áreas solicitadas que conforman el proyecto.....9
Figura II. 5. Uso de suelo en las áreas solicitadas 11
Figura II. 6. Polígono del tajo.....21
Figura II. 7. Polígono solicitado para Tajo.....21
Figura II. 8. Límites del tajo Cordero.....23
Figura II. 9. Fases del tajo Cordero (secuencia de minado) 24
Figura II. 10. Fase 1 del Tajo 25
Figura II. 11. Fase 2 del Tajo 25
Figura II. 12. Fase 3A del Tajo 26
Figura II. 13. Fase 3B del Tajo.....26
Figura II. 14. Ángulos entre rampas.....28
Figura II. 15. Polígono de la presa de jales y bordo iniciador.....30
Figura II. 16. Polígono solicitado para la presa de jales, bordo iniciador y pozos de monitoreo.....30
Figura II. 17. Identificación de las áreas de la Presa de Jales a partir del bordo iniciador.....36
Figura II. 18. Alternativas de ubicación de la presa de jales.....38
Figura II. 19. Diseño de presa de jales y bordo en etapa 1 a la 4 41
Figura II. 20. Diseño final de la presa de jales y bordo.....42
Figura II. 21. Sección de análisis de estabilidad 44
Figura II. 22. Área de la Presa de Jales donde se colocará geomembrana 45
Figura II. 23. Diseño de drenaje de la presa de jales.....46
Figura II. 25. Diseño de drenaje de la presa de jales.....46
Figura II. 26. Sistema drenaje de la presa de jales 47
Figura II. 27. Detalles típicos de tubería 50
Figura II. 28. Diseño de tomas de descarga de jales 50
Figura II. 29. Diseño de válvulas y bridas en tubería HDPE.....51
Figura II. 30. Sección típica de la llave de descarga de jales. 51
Figura II. 31. Arreglo general clausura y recuperación.....52

Figura II. 32. Tepetateras propuestas 53
Figura II. 33. Taludes de la tepetatera 54
Figura II. 34. Polígonos solicitados para tepetateras 54
Figura II. 35. Arreglo general de la planta de proceso 57
Figura II. 36. Arreglo general de la planta de proceso 58
Figura II. 37. Polígono solicitado para instalación de la planta de procesos 59
Figura II. 38. Ubicación de los caminos 60
Figura II. 39. Caminos de acarreo 61
Figura II. 40. Perfil y sección transversal de caminos de acarreo 62
Figura II. 41. Canal de desvío de agua de no contacto 63
Figura II. 42. Canal de desvío de agua pluvial-vista en planta 63
Figura II. 43. Sección transversal canal de desvío 64
Figura II. 44. Ubicación de los polvorines 65
Figura II. 45. Detalle del almacén de explosivos 65
Figura II. 46. Ubicación del taller de mantenimiento 66
Figura II. 47. Detalle constructivo del área de taller de camiones 67
Figura II. 48. Ubicación de almacenes 68
Figura II. 49. Área administrativa y servicios 69
Figura II. 50. Detalle arquitectónico del área de oficinas administrativas 69
Figura II. 51. Detalle arquitectónico de la subestación eléctrica 70
Figura II. 52. Ubicación del polígono de la subestación 71
Figura II. 53. Distribución de las instalaciones del almacén temporal de residuos peligrosos (ATRP) 74
Figura II. 54. Diseño constructivo de la estación de combustibles 75
Figura II. 55. Polígono solicitado para el vivero forestal 76
Figura II. 56. Ubicación de los depósitos de suelo orgánico 77
Figura II. 57. Ubicación de la PTAR 78
Figura II. 58. Ubicación del relleno sanitario 79
Figura II. 59. Secciones del perfil de área del relleno sanitario 79
Figura II. 60. Diseño arquitectónico del área de Laboratorios 80
Figura II. 61. Diseño del área de almacenamiento, preparación y distribución de reactivos 81
Figura II. 62. Localización del campamento 84
Figura II. 63. Ubicación de la pista de aterrizaje 85
Figura II. 64. Ubicación del área de molienda de mineral 86
Figura II. 65. Diagrama de flujo del proceso general 88
Figura II. 66. Diagrama de flujo del proceso de trituración. 90
Figura II. 67. Diagrama de flujo del proceso de molienda 91

Figura II. 68. Diagrama de flujo del proceso de molienda fase 2.....92
Figura II. 69. Diagrama de flujo del proceso de flotación primaria 93
Figura II. 70. Diagrama de flujo del proceso de flotación primaria fase 2.....94
Figura II. 71. Diagrama de flujo de proceso de flotación de plomo-plata.....95
Figura II. 72. Diagrama de flujo del proceso de flotación plomo-plata fase 2.....96
Figura II. 73. Diagrama de flujo del proceso de flotación de zinc 97
Figura II. 74. Diagrama de flujo del proceso de remolienda de zinc fase 2 y área de flotación fase 3 98
Figura II. 75. Diagrama de flujo de proceso de deshidratación y carga de concentrados 100
Figura II. 76. Diagrama de flujo de proceso de deshidratación y carga de concentrados fase 2 y 3.....101
Figura II. 77.Tubería de presa de jales a tanque de agua de procesos.....102
Figura II. 78. Diagrama de flujo del proceso bombeo y disposición de jales.....103
Figura II. 79. Diagrama de flujo del proceso del área1 de reactivos 1 105
Figura II. 80. Diagrama de flujo del proceso del área de reactivos 2 105
Figura II. 81. Área 1 de reactivos fase 2.....106
Figura II. 82. Área 2 de reactivos fase 2.....106
Figura II. 83. Diseño constructivo del área de camiones.....108
Figura II. 84. Manejo del agua 116
Figura II. 85. Manejo del agua en el Proyecto Cordero 116
Figura II. 86. Diagrama de flujo del proceso del área de servicio de agua 117
Figura II. 87. Diagrama de flujo del proceso del área de servicio de agua fase 2 117

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica II. 1. Profundidad del Tajo vs nivel freático estático.....22
Gráfica II. 2. Volumen acumulado.....22
Gráfica II. 3. Elevación del bordo contenedor de la presa por año 40

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO.

II.1 Información general del proyecto, plan o programa.

Minera Titán S.A. de C.V., promovente en delante, es subsidiaria de la empresa Canadiense Discovery Silver Corp., pretende desarrollar el proyecto minero denominado "**Cordero"** en el Municipio de Hidalgo del Parral en el estado de Chihuahua.

El proyecto tiene por objetivo la explotación superficial de un yacimiento mineral, el cual se basa únicamente en reservas minerales probadas y probables. Incluye la instalación de una planta que producirá concentrados de zinc y plomo, con contenido de Plata (Ag), Oro (Au), Plomo (Pb) y Zinc (Zn). La planta procesará principalmente mineral de sulfuros y se contempla incluir el procesamiento de óxidos de alta ley a una proporción máxima de óxidos/sulfuros de 1:9. La producción diaria estimada en su máximo nivel operativo de 51 mil toneladas de mineral por día, en promedio.

El tepetate o material estéril se enviará a las instalaciones de tepetateras ubicadas adyacentes al tajo o a la construcción de la presa de jales ubicada al este del tajo. Actualmente no existe ningún plan para extender la operación de la mina utilizando métodos de minería subterránea.

Minera titan desarrollará el Proyecto Cordero en terrenos privados, de los cuales es propietaria. El 60% del agua a usarse en el proceso industrial será agua residual de la Ciudad de Parral.

Actualmente, la empresa en su etapa de Exploración ha operado con los mejores estándares, los principales se presentan a continuación:

- En agosto de 2022, se hizo acreedora al distintivo Empresa Socialmente Responsable (ESR) que otorga el Centro Mexicano para la Filantropía (CEMEFI)
- Septiembre 2022. La empresa firmó un Convenio para ingresar al Programa de Industria Segura. Actualmente la empresa ha efectuado una auditoria de cumplimiento y se espera en Agosto de 2023, se realice la auditoria final de Certificación.
- Diciembre de 2022. Minera Titan obtuvo la certificación Great Place to Work, que se otorga a las empresas que han implementado mejores prácticas para los empleados en el lugar de trabajo, la calificación para la certificación es otorgada por sus empleados.
- Junio 2023. Certificado de Calidad Ambiental. La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), expidió el oficio PFPA/2.2/1S.5/2488/2023 mediante el cual notifica que el desempeño ambiental de Minera Titan es conforme para obtener el Certificado de Calidad Ambiental Nivel 1.
- Reportes Públicos ESG. Desde 2020, Minera Titan publica sus reportes de Sostenibilidad en la página web de Discovery Silver, los cuales pueden ser consultados en el siguiente enlace https://discoverysilver.com/sustainability/esg-management/

Estos estándares serán la referencia para desarrollar el Proyecto Cordero que aquí se describe

II.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa.

Proyecto Cordero se puede denominar un proyecto nuevo, aunque la minería en el área cuenta con antecedentes de trabajos antiguos a partir del siglo XVIII, así como trabajo por parte de pequeños mineros (gambusinos) que datan de los años de 1940 hasta 2013 cuando el promovente comenzó trabajos en el distrito minero.

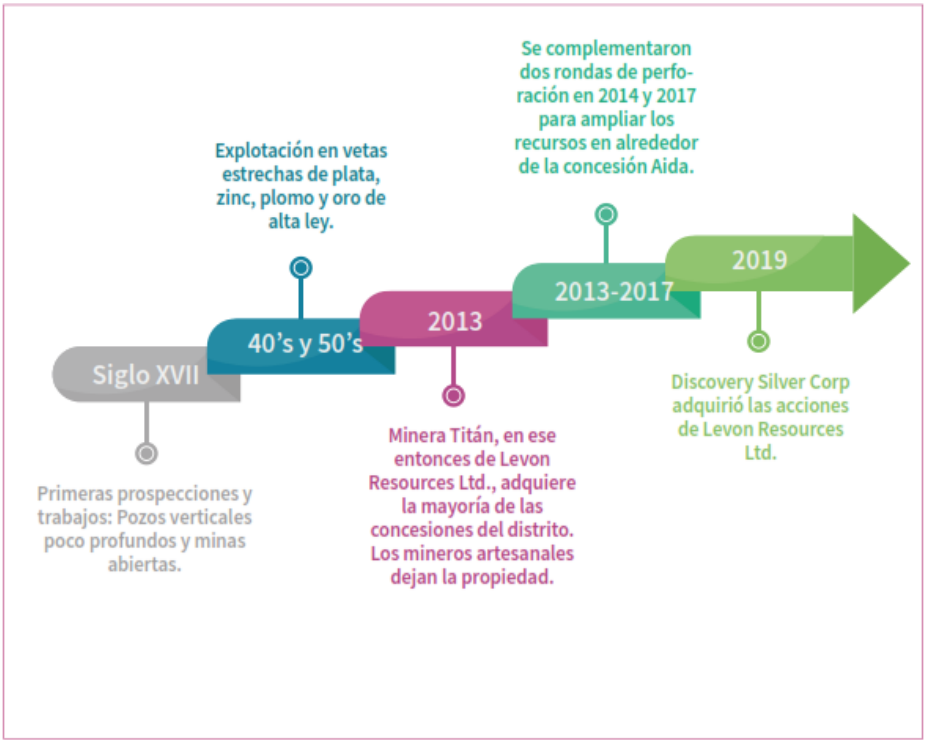


Figura II. 1. Línea de tiempo del Proyecto Cordero (Estudio Línea Base Social - Vinfidem 2021)

El Proyecto se clasifica como Minería, que es una actividad secundaria de transformación de bienes al ser una unidad económica dedicada a la exploración, explotación y beneficio de minerales reservados a la federación.

Proyecto Cordero no forma parte de un plan o programa de desarrollo, aunque resulta compatible en sitio y no contradice ninguna disposición normativa (Ver Capítulo III). El desarrollo minero involucra varias obras y actividades entre ellas obras temporales o provisionales, obras permanentes, así como proyectos asociados que tendrán su propia solicitud en etapas posteriores como lo son infraestructura hidráulica para aprovechamiento de aguas residual tratada provenientes de la ciudad de Parral y línea de transmisión eléctrica durante la etapa de operación del proyecto. A su vez, en el uso y manejo de sustancias destaca el cianuro de sodio en cantidades que rebasa la cantidad de reporte por lo que el proyecto incluye el Estudio de Riesgo Ambiental en la presente solicitud.

Al ser un proyecto integral, se llevarán a cabo obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental como lo son; Construcción de subestación eléctrica y línea de conducción, exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la federación, el cambio de uso de suelo de áreas forestales en zonas áridas, se solicitará el permiso de obras en cauce y zonas federales, así como la concesión para la ocupación de terrenos federales, aunado a que se prevén impactos residuales. Con las actividades planteadas se estima generar una cantidad superior a 10 toneladas en peso bruto de residuos peligrosos de manera anual.

Proyecto Cordero incluirá obras convencionales de minería a cielo abierto como lo son; tajo, tepetateras, presa de jales, planta de beneficio, depósitos de suelo vegetal, depósitos de mineral, así como infraestructura de servicios y obras asociadas como son caminos de acceso e internos, campamento, casetas de vigilancia, líneas de transmisión eléctrica conectadas a la red eléctrica nacional, subestación, sistemas de bombeo y rebombeo, polvorines, zonas de combustibles, edificios auxiliares, almacenes y talleres entre otras que se describen a detalle en el contenido de este capítulo.

En relación a los impactos que se pudieran generar con el desarrollo del proyecto en cada una de sus fases, se presentan medias de protección, prevención, mitigación y compensación de los impactos para cada uno de los componentes del sistema ambiental regional.

Dentro de las más importantes es la implementación y manejo de un área de conservación ambiental con una superficie proporcional a la huella de cambio de uso de suelo, el rescate y disposición del suelo fértil, programas de rescate de flora y fauna, trituración y almacenamiento de la vegetación de matorral sujeta a cambio de uso de suelo, vivero forestal, manejo en circuito cerrado del agua y sustancias utilizadas, canales de derivación de agua de no contacto (escorrentías superficiales), monitoreos anuales de biodiversidad, obras de retención de suelo y agua, aguas arriba y abajo del proyecto entre otras que se describen el capítulo VI. La promovente cuenta con un plan de restauración y cierre de las obras incluido en el anexo correspondiente.

II.1.2 Justificación.

II.1.2.1 Justificación socio-económica.

En primera instancia, abordaremos la necesidad de desarrollar este proyecto desde el ámbito socioeconómico y de una manera macro regional, debido a que el proyecto no resulta incompatible con las actividades existentes dentro del SAR delimitado, aunque se espera que las labores y actividades resulten un detonante del sector que genere beneficios más allá del SAR.

Los municipios de influencia del proyecto forman parte de la región Parral, y se describen de manera general y cuantitativa en los aspectos económico, social, cultural dentro del capítulo IV y de manera más amplia en el "Estudio de Línea de base social Proyecto Cordero" el cual se encuentra en el Anexo III.5.

La caracterización se realizó para los municipios: Hidalgo del Parral, que cuenta con una población de 116,662 habitantes; Santa Bárbara, con 11,582 habitantes; Valle de Zaragoza, con 4,775 habitantes; y San Francisco del Oro, con 5,004 habitantes.

La información recabada representa indicadores sociales establecidos como carencias sociales; se incluye la pobreza extrema, población vulnerable por falta de ingresos, el rezago educativo, los servicios de salud, el acceso a seguridad social y a la vivienda, escasez de los servicios básicos en la vivienda, mala alimentación y población con ingreso a la línea base de bienestar.

De acuerdo con los resultados, el municipio que tiene una mayor carencia es Valle de Zaragoza; y el que menos carencia tiene es San Francisco del Oro. El mayor porcentaje de población en situación de pobreza lo tiene el municipio Valle de Zaragoza; y el que tiene menor porcentaje es Santa Bárbara. En cuanto a pobreza extrema, el municipio San Francisco del Oro presenta el mayor porcentaje, 3.5%; y el que menos población en pobreza extrema tiene es Santa Bárbara, con el 0.80%.

En los aspectos sociales, el mayor grado de rezago educativo se presenta en el municipio Valle de Zaragoza; mientras que Santa Bárbara es el que tiene menor rezago educativo. La mayor carencia en cuanto a servicios de salud se presenta en el municipio Hidalgo del Parral, quizá porque es el que tiene mayor población; y el que está mejor cubierto en este rubro es San Francisco del Oro.

Para los cuatro municipios, las necesidades más imperantes en el aspecto social se producen por el tema de los ingresos económicos, el acceso a la seguridad social, el rezago educativo y, por último, el acceso a la alimentación, puntos en los cuales Proyecto Cordero puede llegar a mejorar con el plan de gestión social que se tiene planeado implementar con la aprobación del proyecto.

Respecto a las actividades económicas tradicionales, representadas por la agricultura y la ganadería, se tiene que la nuez es un cultivo muy importante en la región, es uno de los cultivos con las mayores ganancias del sector agrícola en los municipios Valle de Zaragoza, Hidalgo del Parral y Santa Bárbara. Entre los municipios del área de influencia del Proyecto Cordero, Valle de Zaragoza es el que tiene una mayor superficie cultivada anual: 5,329 hectáreas (ha) promedio por año, y con valores de producción anual promedio de 77.6 millones de pesos (MDP). En contraste, el municipio San Francisco del Oro tiene una superficie de cultivo anual de 641 ha, y valores de producción de 3.23 MDP.

El principal productor pecuario en la región es el municipio Hidalgo del Parral, con una producción promedio anual de 1,702.8 toneladas (t), y un valor promedio anual de producción de 55.57 MDP. Al igual que en la

producción agrícola, el municipio de San Francisco del Oro es el que tiene menos producción e ingresos económicos en la actividad pecuaria, con 273.73 t promedio al año y un valor anual promedio de 7.04 MDP.

La brecha que existe entre los municipios del norte del área de influencia del Proyecto Cordero (Valle de Zaragoza e Hidalgo del Parral, respecto a los municipios del sur, Santa Bárbara y, de manera más notable, San Francisco del Oro) nos da una idea de la vocación económica y del uso del suelo para cada uno de los municipios. Es decir, podemos inferir que la vocación de los municipios del sur de la región de influencia del proyecto minero no es, evidentemente, la agrícola.

Dada la amplia e importante historia minera de ambos municipios, podemos definir que su vocación principal es la producción de metales, pues tiene la presencia de mineras importantes como la Minera San Francisco del Oro, del Grupo Frisco, y el complejo minero de Santa Bárbara de Grupo México.

En este sentido, por el rezago del municipio San Francisco del Oro en las actividades económicas agrícolas y pecuarias, y ante la difícil situación actual de Minera Frisco en esa localidad, puede esperarse que la mano de obra especializada que se encuentre sin empleo se acerque al Proyecto Cordero durante las operaciones.

Para la elaboración del estudio de línea de base social, se aplicaron metodologías y herramientas participativas directamente a la comunidad y a los diferentes actores involucrados en la toma de decisiones. Lo anterior permitirá establecer un plan de monitoreo de las acciones que se realicen y de las estrategias identificadas dentro de un Plan de gestión social.

En la investigación realizada, se encontró que las localidades que se ubican dentro del área de influencia del Proyecto Cordero se dedican principalmente a la agricultura, siendo los cultivos primordiales que se producen en la región, la sandía, la nuez y los forrajes; asimismo la ganadería extensiva es una actividad que se practica en la mayor parte del territorio, especialmente para la producción de pie de cría.

Los problemas más importantes que aquejan a la población dentro del área de influencia del proyecto son: 1) el desabasto de agua superficial que se agrava durante los períodos prolongados de sequía, 2) la falta de empleo bien remunerado y que ofrezca seguridad social, 3) la falta de apoyos gubernamentales para el desarrollo económico, educativo y del sector salud.

La minería es aceptada en el área de influencia del proyecto por los habitantes, los actores clave y los integrantes del ejido Cordero, con la esperanza de que la o las compañías que puedan asentarse en la región, mejoren las condiciones económicas y eleven la calidad de vida de la población.

Las principales expectativas relacionadas al Proyecto Cordero que fueron manifestadas por los integrantes del ejido Cordero, son que la empresa pueda apoyarlos especialmente con dos acciones: 1) resolver el problema de acceso al agua para mejorar el desarrollo de sus actividades productivas; y, 2) ofrecer empleo a los integrantes del ejido y sus familiares, así como la oportunidad de que ellos puedan suministrar insumos y/o prestar servicios a los empleados, proveedores o contratistas de la mina que lleguen a la localidad.

II.1.2.2 Justificación ambiental.

El agua que se utilizará en las actividades operativas provendrá de agua de laboreo que se genere en el área del tajo, agua de contacto con las áreas del proyecto la cual será almacenada y distribuida por canales y tuberías, así como agua residual proveniente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del municipio de Hidalgo del Parral como se detalla entre el convenio existente entre la promovente y la Junta Municipal de Agua y Saneamiento (JMAS) de Parral.

Se tiene prevista una cesión de derechos de aprovechamientos subterráneos de pozos existentes en el área de influencia del proyecto (concesiones adquiridas en conjunto con los predios particulares donde se ubica el proyecto). El proceso es un circuito cerrado, esto es, que no habrá descargas del agua proveniente del proceso al medio, sino que se recirculará para uso nuevamente en el proceso. Asimismo, se contará con planta de aguas residuales para tratar las aguas grises provenientes de las instalaciones sanitarias, comedor y campamento.

Se contará con diversas obras para manejo de aguas pluviales de no contacto, como canales y zanjas derivadoras

de escorrentía de tal manera que no esté contacto con las instalaciones y se pueda incorporar a los cauces aledaños al proyecto.

Los residuos mineros que se generarán derivados de las actividades son el tepetate (roca estéril proveniente del descapote del tajo) los cuales serán manejados con apego a la NOM-157-SEMARNAT-2009 y jales (residuo del proceso de beneficio). Los jales serán depositados en la presa, la cual contará con todas las especificaciones de construcción mencionados en la NOM-141-SEMARNAT-2003. La presa contará con geomembrana en sus canales de captación para evitar al máximo la infiltración y aprovecharla nuevamente en las actividades propias del proyecto, la única salida de agua prevista es por evapotranspiración y por humedad en los concentrados de Plomo y Zinc.

Se contará con una serie de medidas de mitigación durante las diferentes etapas para asegurar que no habrá daños al ambiente por la posible generación de drenaje ácido. Los jales serán un residuo estéril con una concentración de cianuro inferior a 2 ppm, por lo cual no es necesaria la colocación de membranas protectoras en la presa de jales (únicamente en los canales internos para captación y derivación del agua de jales a piletas de captación).

La ejecución del proyecto requiere la remoción de vegetación de matorrales característicos del semidesierto Chihuahuense en 2,030.877 ha. A partir del año 2020 se han realizado varios muestreos de flora y fauna en el SAR donde se identificaron 1 especies de flora y 5 especies de fauna silvestre en categoría de Protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y 13 especies de flora y 8 de fauna en la CITES. Para asegurar que no se pondrá en riesgo la biodiversidad se ejecutara un programa de rescate y reubicación de flora silvestre previo a las labores de desmonte, donde personal especializado hará recorridos de identificación para rescatar individuos de interés y reubicarse en áreas con las mismas características, para el componente fauna silvestre, se ejecutara un programa de rescate y reubicación, el cual será ejecutado previo a cualquier actividad, con la intención de ahuyentar así como capturar y reubicar las especies de lento desplazamiento. Una de las medidas fundamentales para el proyecto es contar con un área dentro del SAR como una medida compensatoria y de conservación donde se realizarán diversas actividades las cuales se describen en el Plan de Manejo del área de Conservación Cordero (Anexo VI.3).

El proyecto y sistema ambiental se encuentra en el acuífero Valle de Zaragoza, con clave 0844, el cual se localiza en la Región Hidrológica 24, Bravo-Conchos, en la Cuenca Río Conchos-Presa de la Colina. La presencia de corrientes naturales de agua superficial en la zona, forman parte del sistema de recarga y descarga del acuífero, principalmente en zona del relleno aluvial donde la conductividad hidráulica es más favorecida.

El agua de la cuenca desemboca en la presa de almacenamiento de agua superficial denominada Presa Boquilla, cuya agua se destina a la agricultura; sin embargo, dentro de los límites del acuífero Valle de Zaragoza, no existen distritos de riego, ni tampoco obras destinadas a la recarga artificial del acuífero.

El acuífero cuenta con un total de 151 concesiones, las cuales tienen diferentes usos, entre los que destacan público urbano (73), agrícola (45), pecuario (18), diferentes usos (18) y doméstico (1). El volumen concesionado de acuerdo al REPDA es de 7,259,874 m3.

Minera Titán cuenta con un contrato de cesión de derechos de tres aprovechamientos cercanos al sitio del proyecto, dentro de los predios particulares del proyecto, los cuales suman 1,020,000 m^3 anuales, con lo que, en conjunto con el agua de laboreo, la captación de agua de contacto y el agua proveniente de la planta tratadora de la ciudad de Parral con un estimado de 6.5 millones de metros cúbicos se alcanza a cubrir la demanda de agua para los procesos en la totalidad de la vida de la mina.

Las autorizaciones y convenios necesarios, así como las adecuaciones y actualizaciones de la planta tratadora de la ciudad de Parral se realizarán a partir del año dos de la vida de la mina, ya que estos volúmenes serán necesarios a partir del tercer año para el arranque y durante la operación de la planta de beneficio.

Como se podrá ir analizando a lo largo del presente estudio, la puesta en marcha tiene una serie de impactos sobre los componentes ambientales, entre los que destacan la topografía, flora y paisaje, sin embargo, para todas las etapas y actividades del proyecto se cuenta con una serie de medidas de mitigación que disminuye considerablemente la magnitud de los impactos, asimismo, se cuenta con el programa conceptual de cierre el

cual tiene como finalidad dejar el sitio en condiciones similares a las que presenta antes de la intervención de la actividad minera. Minera Titan contará con todas las garantías, seguros y fianzas para asegurar que la operación minera cumpla con la normatividad ambiental vigente en México y normatividad internacional en temas de responsabilidad ambiental.

La actividad se considera altamente riesgosa por utilizar una sustancia (cianuro de sodio) que rebasa la cantidad de reporte (1 kg) de acuerdo al primer listado de actividades altamente riesgosas. Al realizar la modelación de los radios potenciales de afectación se tuvo que en el caso (muy poco probable) de presentarse un evento con el cianuro de sodio no se encuentran poblaciones o ecosistemas frágiles que se puedan ver afectados; la simulación para un derrame de solución cianurada arrojó un radio de 66 m (50 ppm) y 218 m (4.7 ppm) para condiciones normales y 283 m (50 ppm) y 983 m (4.7 ppm) para condiciones extremas; mientras que para derrame de cianuro de sodio sólido en agua arrojó un radio de 445 m (50 ppm) y 1,100 m (4.7 ppm) para condiciones normales y 514 m (50 ppm) y 1,900 m (4.7 ppm) para condiciones extremas.

Con base al ordenamiento ecológico general del territorio, el área del Proyecto y SAR se encuentran en las UAB´s 110 y 14; la UAB 10 Bolsón de Mapimí Sur, tiene como rectores del desarrollo la preservación de flora y fauna y como coadyuvante del desarrollo la ganadería y minería; por su parte la UAB 14 Sierra y Llanuras de Durango, tiene como rectores de desarrollo la ganadería minería, así como coadyuvantes del desarrollo la agricultura poblacional. Por lo que este ordenamiento no se contrapone con la actividad minera, sino que la identifica como aliada de desarrollo. En cuanto a áreas de importancia biológica, no se localiza dentro de ningún área natural protegida federal o estatal, de algún área de importancia para la conservación de las aves (AICA), alguna región terrestre prioritaria (RTP) o en un humedal de importancia (RAMSAR); sin embargo sí se encuentra dentro de una región hidrológica prioritaria (RHP) 39, Cuenca Alta del Rio Conchos, la cual identifica como problemática la deforestación y sobreexplotación de mantos freáticos, lo cual se logra vincular con los objetivos de esta mediante las medidas propuestas a lo largo del estudio.

II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto.

II.1.3.1 Ubicación física.

Proyecto Cordero se encuentra ubicado al norte del País en el estado de Chihuahua, todas las obras solicitadas se encuentran dentro del Municipio de Hidalgo del Parral. El proyecto se localiza a una distancia de 40.6 kilómetros desde la Ciudad de Parral. El recorrido es de 30.4 kilómetros por la Carretera Federal 24 hasta el entronque con camino de terracería (letrero Km 150), donde se recorren 10.2 kilómetros adicionales hasta la puerta de acceso al proyecto.

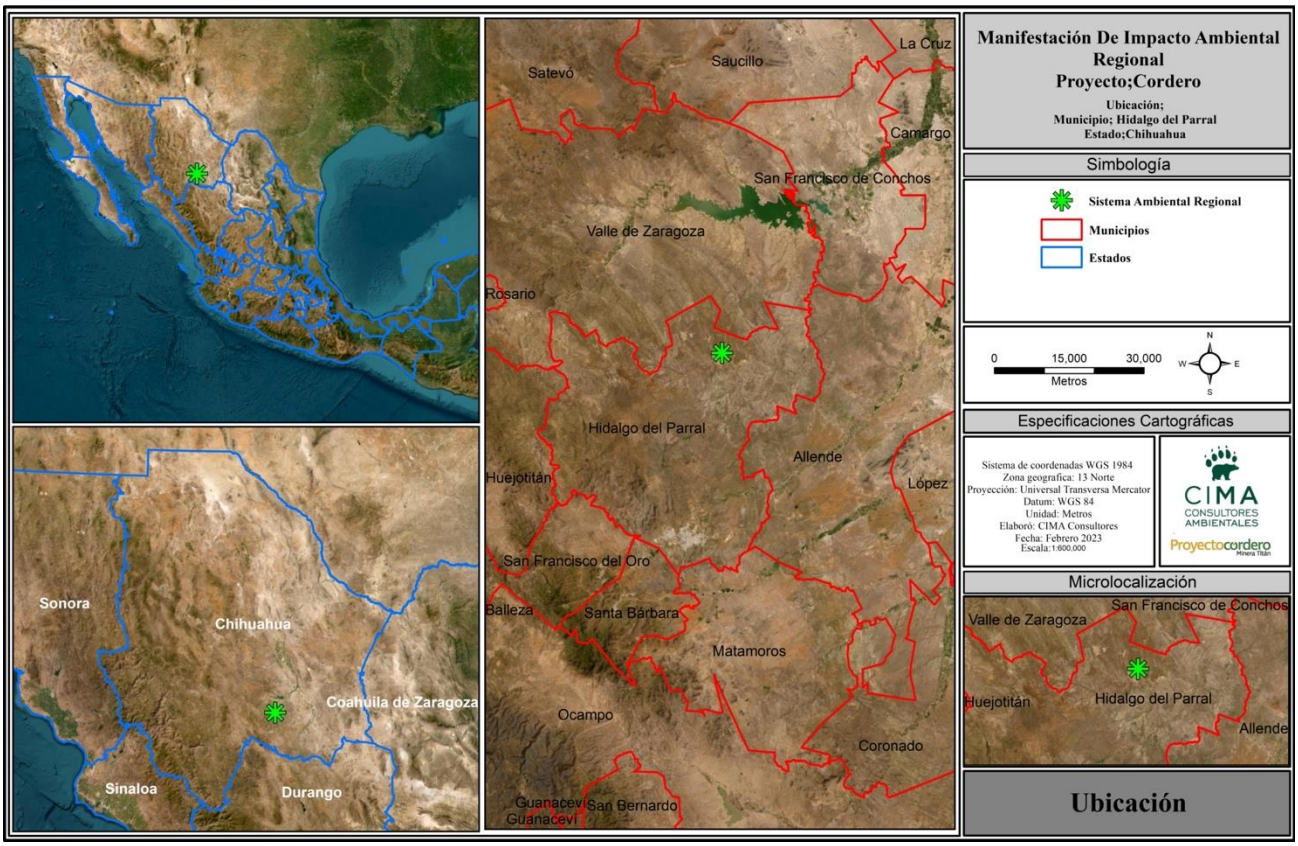


Figura II. 2. Ubicación del Proyecto Cordero en el contexto nacional, estatal y municipal

El municipio de Hidalgo del Parral limita al norte con el municipio de Valle de Zaragoza, al este con el municipio de Allende, al sureste con el municipio de Matamoros, al sur con el municipio de Santa Bárbara, al suroeste con el municipio de San Francisco del Oro y al oeste con el municipio de Huejotitán.

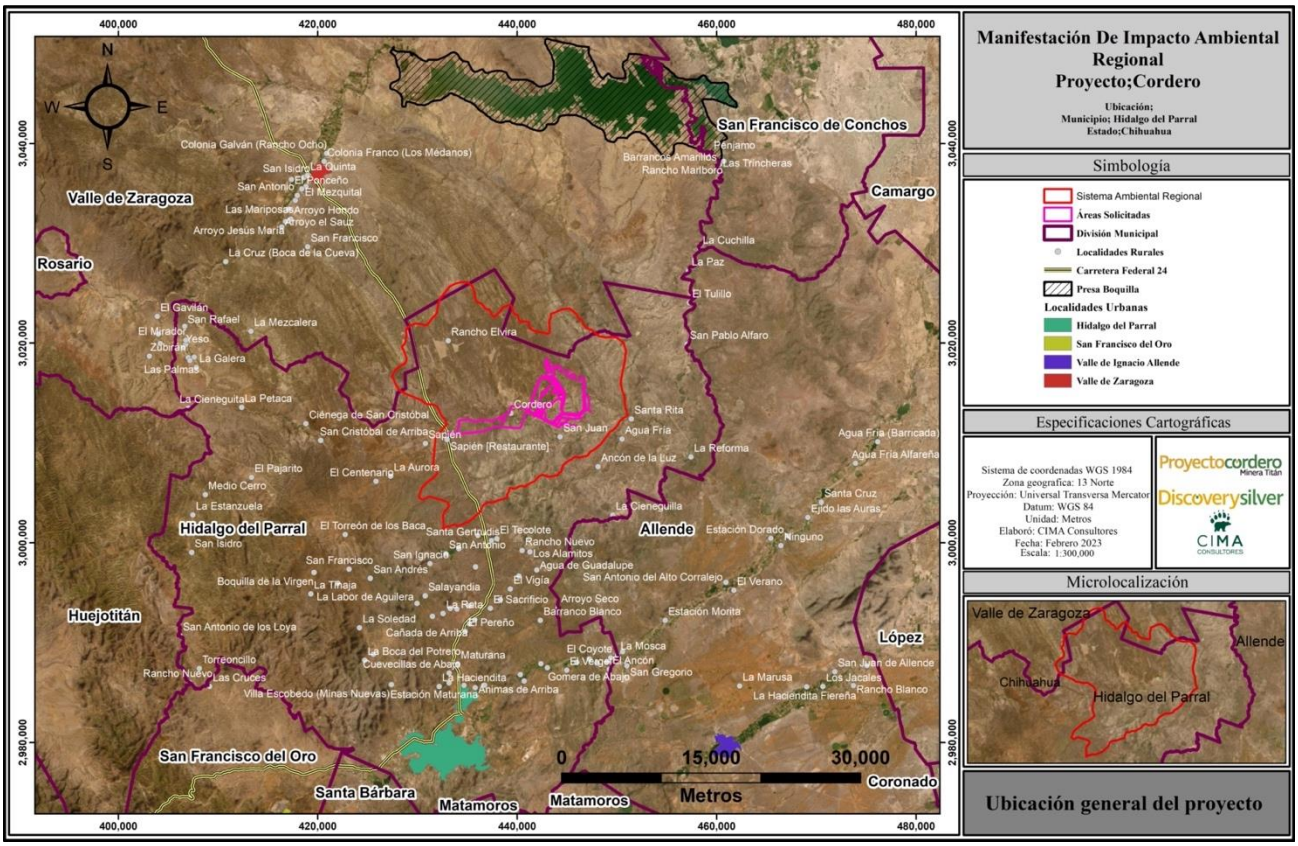


Figura II. 3. Localización del proyecto Cordero

II.1.3.2 Dimensiones del proyecto.

Las superficies generales manejadas en el documento hacen referencia al Sistema Ambiental Regional (SAR), Área de Influencia del Proyecto (AI) y la superficie que corresponde al Área del Proyecto (AP), la superficie sujeta a Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) y la superficie del Predio Particular (PP) del promovente donde se localiza el proyecto.

Tabla II. 1. Superficies generales del proyecto Cordero

Polígono	Superficies del Polígono	
	m^2	ha
Sistema Ambiental Regional (SAR)	342,965,660.00	34,296.566
Área de Influencia del Proyecto (AI)	153,781,610.00	15,378.161
Área del Proyecto (AP)	22,730,784.407	2,273.078
Área sujeta a cambio de uso de suelo (CUS)	20,431,762.73	2,043.176
Predios Particulares (PP)	22,524,630.00	2,252.463
Superficie Ejidal	82,397.18	8.239

A continuación se presentan los listados de las obras contempladas en el proyecto, las cuales incluyen obras principales y obras asociadas al proyecto, en el Anexo II.1 se presentan las coordenadas y superficies de cada uno de los usos planteados en formato de Excel y su soporte mediante sistemas de información geográfica (archivos en formato .SHP, .DWG, .KML) en el Anexo II.2, en proyección UTM WGS84- Zona 13. Es importante mencionar que el proyecto no contempla más superficies temporales para llevar a cabo la construcción del proyecto, en esta etapa se utilizarán superficies autorizadas previo a que comiencen a ejecutar el uso autorizado logrando no incrementar afectaciones a flora y fauna.

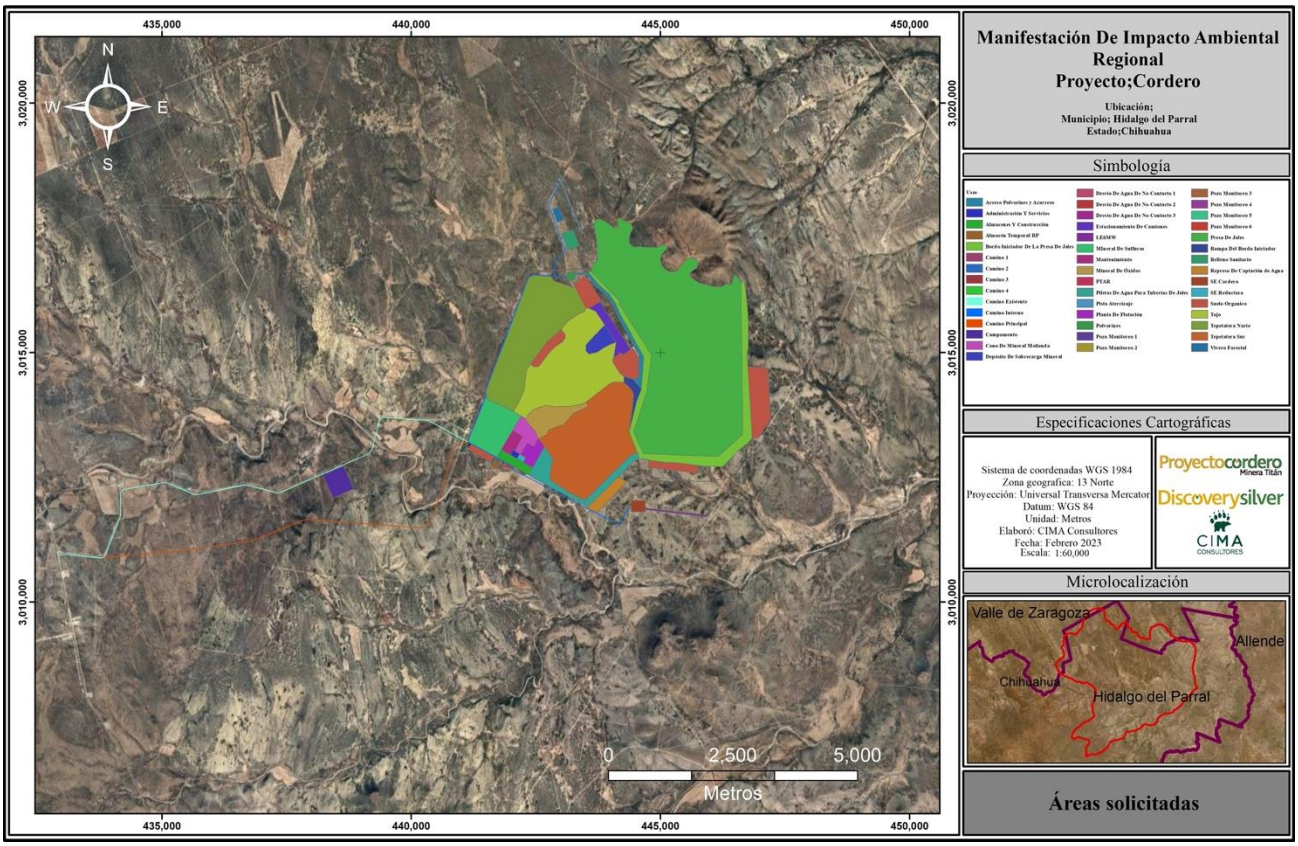


Figura II. 4. Áreas solicitadas que conforman el proyecto

Tabla II. 2. Superficie a ocupar por obra solicitada

Obra	m^2	ha
Acceso Polvorines y Acarreos	201,062.240	20.106
Administración Y Servicios	17,189.240	1.719
Almacén Temporal RP	12,674.820	1.267
Almacenes Y Construcción	122,402.490	12.240
Bordo Iniciador PJ	1,255,946.420	125.595
Camino 1	687.370	0.069
Camino 2	11,492.410	1.149
Camino 3	1,538.580	0.154
Camino 4	245.100	0.025
Camino Existente	161,827.450	16.183
Camino Interno	154,307.270	15.431
Camino Principal	137,212.420	13.721
Campamento	225,827.800	22.583
Cono De Mineral Molienda	191,450.980	19.145
Depósito De Sobrecarga Mineral	176,720.200	17.672
Desvío De Agua De No Contacto 1	11,580.740	1.158
Desvío De Agua De No Contacto 2	66,354.180	6.635
Desvío De Agua De No Contacto 3	9,325.550	0.933
Estacionamiento Camiones	220,368.960	22.037
LE6MW	39,990.620	3.999
Mantenimiento	102,528.530	10.253
Mineral De Óxidos	416,658.750	41.666
Mineral De Sulfuros	696,544.470	69.654

Piletas Agua Para Tuberías De Jales	470,386.540	47.039
Pista Aterrizaje	33,571.370	3.357
Planta De Flotación	142,585.730	14.259
Polvorines	23,113.320	2.311
Pozo Monitoreo 1	615.440	0.062
Pozo Monitoreo 2	615.440	0.062
Pozo Monitoreo 3	615.440	0.062
Pozo Monitoreo 4	615.440	0.062
Pozo Monitoreo 6	615.410	0.062
Pozo Monitoreo5	615.420	0.062
Presa De Jales	8,702,805.150	870.281
PTAR	6,627.790	0.663
Rampa De Bordo Iniciador	98,560.630	9.856
Relleno Sanitario	85,040.930	8.504
Represo De Captación de Agua	176,142.190	17.614
SE Cordero	61,936.710	6.194
SE Reductora	15,506.710	1.551
Suelo Orgánico 1	146,755.270	14.676
Suelo Orgánico 2	65,001.040	6.500
Suelo Orgánico 3	508,026.800	50.803
Suelo Orgánico 4	226,457.950	22.646
Suelo Orgánico 5	155,027.610	15.503
Suelo Orgánico 6	181,934.540	18.193
Tajo	2,327,126.150	232.713
Tepetatera Norte	2,309,758.850	230.976
Tepetatera Sur	2,718,381.260	271.838
Vivero Forestal	38,408.470	3.841
Total	**22,730,784.190**	**2,273.078**

II.1.3.3 Superficies dentro del área del proyecto con cobertura forestal.

El área del proyecto cuenta con **2,273.078 hectáreas** de las cuales **2,043,176** hectáreas requieren ejecutar el cambio de uso de suelo de terrenos forestales, esta superficie corresponde a vegetación secundaria de matorral y de pastizal natural, un total de **229.902** hectáreas corresponden a áreas desprovistas de vegetación, las cuales corresponden a áreas agrícolas de riego, áreas agrícolas de temporal, y caminos principales existentes, los caminos generados durante las etapas de exploración vigentes, serán contabilizados como superficies forestales de acuerdo a la NOM-120-SEMARNAT-2020, norma a la cual se le debe dar seguimiento de acuerdo a resolutivos, una vez finalizada la actividad se realizará restauración forestal en áreas vecinas (áreas propuesta como zonas de conservación y compensación en el SAR).

La superficie del proyecto se localiza en su mayoría (incluyendo todas las obras principales) en predios particulares de Minera Titán , aunado a esto se localizan algunas áreas auxiliares en predios particulares vecinos y únicamente algunas secciones de los caminos de acceso localizados en superficies correspondientes a Ejido Cordero (6.90 hectáreas) y Ejido Zapién (1.29 hectáreas), todos en el Municipio de Hidalgo del Parral.

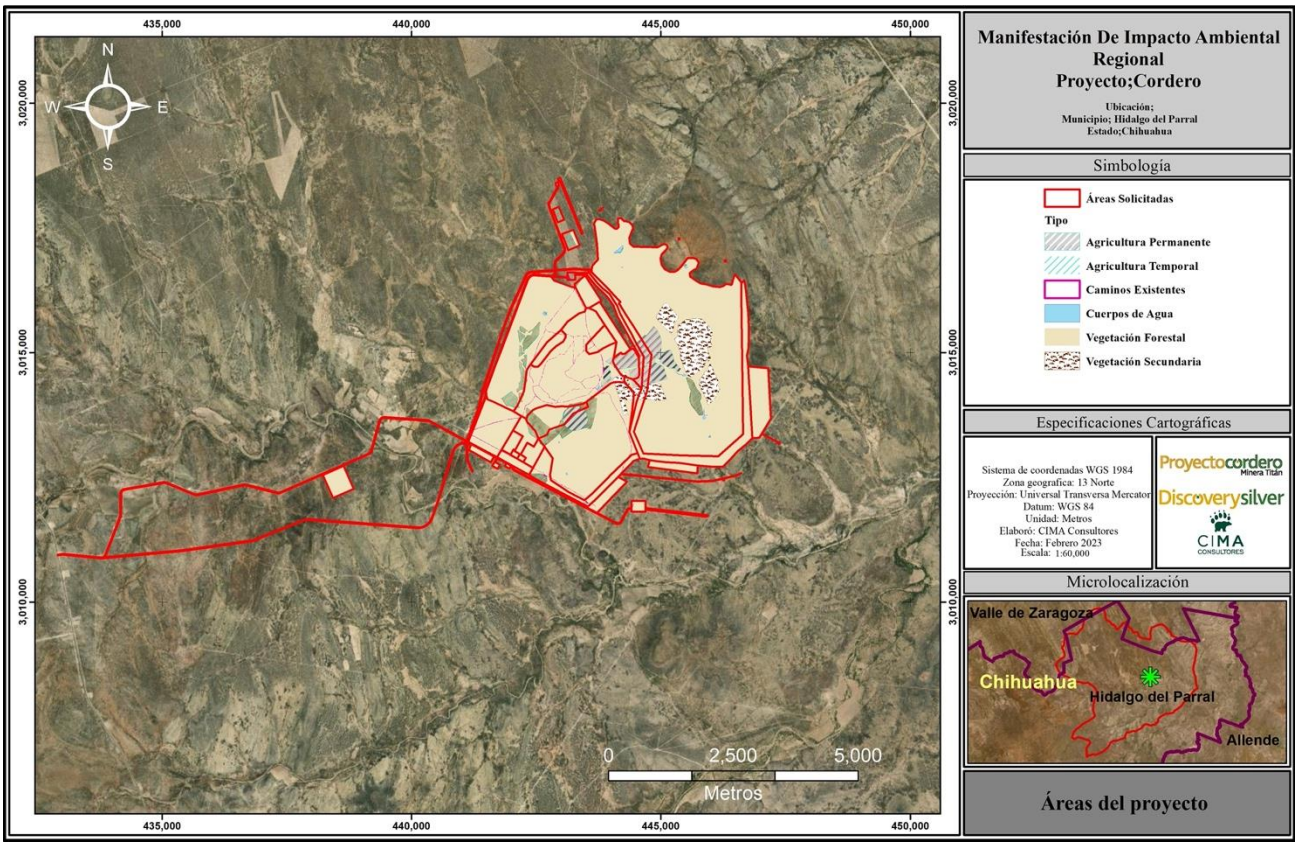


Figura II. 5. Uso de suelo en las áreas solicitadas

Tabla II. 3. Superficie de tipo de vegetación por obra.

Obra	Agricultura Permanente	Agricultura Temporal	Caminos	Cuerpos de Agua	Vegetación secundaria arbustiva	Vegetación Secundaria de pastizal natural	Total general
Acceso Polvorines y Acarreos	7.370	0.810	-	-	11.773	0.153	20.106
Administración Y Servicios	-	-	-	-	1.719	-	1.719
Almacén Temporal RP	-	-	-	-	1.267	-	1.267
Almacenes Y Construcción	-	0.052	0.298	-	11.890	-	12.240
Bordo Iniciador PJ	12.501	-	-	-	109.327	3.767	125.595
Camino 1	-	-	0.002	-	0.067	-	0.069
Camino 2	-	-	0.003	-	1.146	-	1.149
Camino 3	-	-	-	-	0.154	-	0.154
Camino 4	-	-	-	-	0.025	-	0.025
Camino Existente	-	0.651	0.348	0.037	15.147	-	16.182
Camino Interno	-	2.251	0.085	-	13.095	-	15.431
Camino Principal	-	-	-	0.060	13.661	-	13.721
Campamento	-	-	-	-	22.583	-	22.583
Cono De Mineral Molienda	-	3.160	0.013	-	15.972	-	19.145
Depósito De Sobrecarga Mineral	-	-	0.235	-	17.437	-	17.672

Desvío De Agua De No Contacto 1	-	0.602	0.006	-	0.550	-	1.158
Desvío De Agua De No Contacto 2	-	-	0.025	-	6.610	-	6.635
Desvío De Agua De No Contacto 3	-	-	-	-	0.933	-	0.933
Estacionamiento Camiones	0.811	-	-	-	21.225	-	22.037
LE6MW	-	-	-	-	3.999	-	3.999
Mantenimiento	-	-	-	-	10.253	-	10.253
Mineral De Óxidos	5.927	16.228	-	-	19.511	-	41.666
Mineral De Sulfuros	-	-	0.972	-	68.683	-	69.655
Piletas Agua Para Tuberías De Jales	-	5.080	0.346	-	41.613	-	47.039
Pista Aterrizaje	-	-	0.018	-	3.340	-	3.357
Planta De Flotación	-	0.510	-	-	13.748	-	14.259
Polvorines	-	2.195	0.056	-	0.061	-	2.311
Pozo Monitoreo1	-	-	-	-	0.062	-	0.062
Pozo Monitoreo2	-	-	-	-	0.062	-	0.062
Pozo Monitoreo3	-	-	-	-	0.062	-	0.062
Pozo Monitoreo4	-	-	-	-	0.062	-	0.062
Pozo Monitoreo5	-	-	-	-	0.062	-	0.062
Pozo Monitoreo6	-	-	-	-	0.062	-	0.062
Presa De Jales	38.022	13.183	-	2.485	707.914	108.676	870.281
PTAR	-	-	-	-	0.663	-	0.663
Rampa De Bordo Iniciador	1.380	-	-	-	3.898	4.577	9.856
Relleno Sanitario	-	6.090	-	-	2.414	-	8.504
Represo De Captación de Agua	-	-	0.132	-	17.483	-	17.614
SE Cordero	-	-	0.083	-	6.110	-	6.194
SE Reductora	-	-	-	-	1.551	-	1.551
Suelo Orgánico 1	-	-	-	-	14.676	-	14.675
Suelo Orgánico 2	-	-	-	-	6.500	-	6.500
Suelo Orgánico 3	-	-	-	-	50.803	-	50.803
Suelo Orgánico 4	18.668	-	-	-	3.246	0.731	22.646
Suelo Orgánico 5	-	-	0.123	-	15.380	-	15.503
Suelo Orgánico 6	-	0.828	-	-	17.366	-	18.193
Tajo	8.500	4.417	4.404	0.469	212.264	2.658	232.713
Tepetatera Norte	-	28.638	0.950	0.345	201.042	-	230.976
Tepetatera Sur	13.641	21.724	1.098	0.229	222.465	12.682	271.838
Vivero Forestal	-	3.841	-	-	-	-	3.841
Total general	**106.820**	**110.260**	**9.197**	**3.626**	**1909.932**	**133.244**	**2273.078**

*Los plazos de ejecución del cambio de uso de suelo serán durante 10 años contemplados en la preparación del sitio con la finalidad de no remover vegetación y suelo fértil en áreas no contempladas para operación los primeros años, al no existir especies de interés comercial, toda la vegetación removida será triturada y almacenada con el suelo fértil.

II.1.4 Inversión requerida

A continuación, se describe el catálogo de conceptos requeridos para la puesta en operación del proyecto aquí manifestado, contemplando en la corrida financiera la inversión requerida desde la etapa de planeación, regulación normativa, preparación del sitio, construcción, operación - mantenimiento y cierre y post-cierre, con un total de **$18,693,617,500.00** millones de pesos, Moneda Nacional (1,002.5 millones de dólares al tipo de

cambio de 18.647 pesos por dólar en promedio para abril de 2023 de acuerdo a Banxico) contemplando un 8.36% de la inversión para actividades de protección, prevención, mitigación, reducción, compensación, cierre y monitoreo post-cierre. Los datos plasmados son aproximados y conforme se vayan realizando las actividades se determinarían los montos exactos de lo devengado en cada concepto, siendo lo expuesto solamente aproximaciones de lo requerido. El monto de inversión es con recursos propios provenientes de inversión extranjera directa.

Tabla II. 4 Inversión requerida para el proyecto (Pesos Mexicanos).

Etapa de estudios de detalle y preparación de sitio	Etapa de construcción	Etapa de operación y mantenimiento	Etapa de cierre	Etapa de monitoreo Post- Cierre	Medidas de prevención, mitigación y compensación	Total
10.00%	45.00%	36.64%	3.22%	0.14%	5.00%	100.00%
$1,869,361,750.00	$8,412,127,875.00	$6,849,341,452	$601,934,483.50	$26,171,064.50	$934,680,875	$18,693,617,500.00

II.2 Características particulares del proyecto, plan o programa.

II.2.1 Programa de trabajo

El proyecto Cordero se desarrollará en un periodo de 25 años, los cuales se dividen en 4 etapas: la primera etapa denominada etapa de planeación del proyecto y preparación del sitio contempla 10 años para su ejecución, duración justificada debido a la ejecución gradual del cambio de uso de suelo del proyecto, que serán ejecutados conforme las necesidades de avance en la construcción; la segunda etapa corresponde a la construcción con una duración de 10 años, plazos necesarios para la construcción de la presa de jales y la planta de beneficio principalmente (que se realizan por etapas), la tercera etapa corresponde a la etapa de operación y mantenimiento con una duración de 18 años duración relacionada con las reservas y su aprovechamiento y por último la etapa de cierre y post-cierre considerando labores de restauración de las áreas del proyecto antes de finalizar la operación y un monitoreo post-cierre con un total de 7 años, la duración de esta última etapa incluye el procedimiento para el cierre administrativo del proyecto ante esta Secretaría y el cierre social.

Tabla II. 5 Tiempo de vida útil de Proyecto cordero expresado en años.

Actividades por Etapa	Tiempo de vida útil de Proyecto cordero expresado en años																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Etapa de preparación del sitio y construcción	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**															
Obtención de permisos (Federales, Estatales, Municipales)	1	2																							
Planeación y Logística	1																								
Delimitación de las áreas autorizadas	1	2																							
Rescates de flora y fauna	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10															
Desmonte y despalme	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10															
Rescate de suelo fértil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10															
Rehabilitación y construcción de caminos de acceso e internos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10															
Cercado y restricción de áreas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10															
Conformación topográfica y estabilización de áreas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10															
Construcción de obras de manejo de aguas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10															
Implementación del PVA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10															
Compactación y cimentación para instalaciones fijas		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10														
Construcción de subestación y líneas eléctricas del proyecto		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10														
Construcción de infraestructura industrial		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10														
Construcción de infraestructura auxiliar		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10														
Comienzo de actividades de descapote del tajo		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10														
Construcción de cortina e infraestructura de presa de jales		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10														
Manejo integral de residuos durante la preparación y construcción.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11														
Implementación del PVA y PMA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10														
Etapa de Operación y mantenimiento	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**
Almacenamiento de explosivos			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18					
Perforación y Voladuras (Tajo)			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18					
Trasiego de material dentro de mina			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18					
Manejo de material estéril y conformación de tepetatera			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18					
Trituración y molienda			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18					
Manejo de cianuro			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18					
Beneficio en planta			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18					
Disposición de jales en la presa			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18					
Transmisión de energía eléctrica			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18					
Entrada y salida de vehículos pesados a mina			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18					
Almacenamiento y manejo de hidrocarburos			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18					
Mantenimiento de caminos de acceso y acarreo			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18					
Mantenimiento de maquinaria, vehículos y equipos			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18					
Mantenimiento de infraestructura global			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18					

Operación administrativa			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18					
Alojamiento y servicios al personal (campamento)			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18					
Manejo integral de residuos			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18					
Implementación del PVA y PMA			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18					
Etapa de Cierre y Post-cierre	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**
Desmantelamiento, demolición y retiro de instalaciones																			1	2	3	4	5	6	7
Estabilización física de taludes del tajo, presa de jales y tepetatera																			1	2	3	4	5	6	7
Reincorporación de suelo fértil																			1	2	3	4	5	6	7
Conformación final de obras de manejo de agua																			1	2	3	4	5	6	7
Revegetación con especies nativas																			1	2	3	4	5	6	7
Manejo integral de residuos																			1	2	3	4	5	6	7
Implementación del PVA y PMA																			1	2	3	4	5	6	7
Retiro de Maquinaria																			1	2	3	4	5	6	7
Monitoreo y seguimiento ambiental de áreas cerradas																			1	2	3	4	5	6	7

II.2.2 Preparación del sitio y construcción.

II.2.2.1 Preparación del sitio

Uno de los compromisos más importante de la promovente es diseñar y construir el proyecto de tal forma que no cause efectos adversos significativos durante la construcción, operación, cierre y post cierre. Para lograr este objetivo se desarrollarán algunos planes de manejo ambiental, que estarán implementándose y revisándose durante la vida del proyecto. La actividades de preparación del sitio comenzarán una vez que se cuente con todos los permisos, licencias y trámites correspondientes previo al inicio de actividades, entre esto se destaca la autorización del estudio técnico justificativo y otros trámites ante SEMARNAT, trámites respectivos a permisos de cauces y agua ante la CONAGUA, trámites estatales y municipales como permisos de construcción, protección civil, residuos entre otros. A continuación, se describen las actividades a desarrollar:

II.2.2.1.1 Delimitación de las áreas autorizadas.

La actividad consiste en marcar en el terreno las áreas de trabajo indicadas en los planos de construcción, de acuerdo al resolutivo por parte de la autoridad con la finalidad de facilitar la ejecución de los trabajos de identificación y rescate de especímenes de vegetación y fauna. Se considera que esta actividad no genera impactos, pues se encuentra limitada a ejecutar la señalización en superficie a cargo de brigadas de topógrafos. Esta delimitación de áreas considera el marcaje con postes, fajín, líneas de cal, cintas, pinturas en aerosol o cuerdas.

II.2.2.1.2 Rescate y reubicación de flora silvestre y su mantenimiento.

El rescate, reubicación y mantenimiento de flora se orientará a las especies de flora silvestre que se encuentren en alguna categoría de riesgo por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 que se encuentren en las superficies forestales objeto del cambio de uso de suelo en terrenos forestales dentro del Área del Proyecto, así como de individuos de especies de importancia biológica y difícil regeneración.

La aplicación de los programas de rescate y de reubicación son la mejor alternativa aplicada como medida de mitigación para el manejo de la flora y la fauna silvestre, en situaciones de pérdida del hábitat, temporal o permanente, por lo que son utilizados para el rescate de individuos de especies de flora en algún estatus de protección, y de aquellas especies que son de interés biológico, difícil regeneración, endémicas, nativas y que se encuentren sujetas a categorías de protección.

El programa de rescate de flora busca la preservación de la biodiversidad, en este caso de la flora silvestre, es importante mantener el potencial genético de ciertas especies vegetales, sobre todo considerando que existe al menos una especie normada.

En específico, en el área del Sistema Ambiental Regional (SAR) que envuelve al proyecto se identificó **1** especie de flora que se encuentra listada dentro de la NOM–059–SEMARNAT-2010. En lo que respecta a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), se encontraron **13** especies listadas en el Apéndice II.

Es necesario, prever un posible rescate de la flora de interés, con lo que se buscaría aminorar los impactos negativos que puedan ocurrir al ejecutarse el proyecto, como pudiera ser al momento del desmonte o despalme, por lo que se deben considerar acciones de rescate y reubicación de algunas especies, con lo que se busca preservar y conservar la variedad vegetal (biodiversidad) de las áreas del proyecto y que se relaciona con el SAR. En el Anexo VI.1 se presenta un programa detallado de rescate y reubicación de flora silvestre.

Se tiene contemplado llevar a cabo el monitoreo de flora rescatada, el cual incluye el mantenimiento incluye actividades de mantenimiento de los individuos reubicados, durante un periodo de 5 años, con el fin de asegurar la sobrevivencia de 80% de los ejemplares de flora silvestre rescatada. Las actividades se llevarán a cabo por una brigada de trabajo que realizará actividades de delimitación de áreas, etiquetado de individuos, riegos de acuerdo a las necesidades de las especies, acciones de deshierbe, monitoreo de plagas o enfermedades y en caso necesario la reposición con plantas de vivero.

Tabla II. 6. Especies de flora silvestre sujetas a protección especial

No.	Familia	Nombre científico	Nombre común	Forma biológica	Estatus (NOM-059-SEMARNAT-2010)	CITES
1	CACTACEAE	*Coryphantha cornifera* (De Candolle) Lemaire	Biznaga de cuernos	Arbusto suculento		AP II
2		*Coryphantha poselgeriana* (Dietr.) Britt. & Rose	Biznaga partida de Poselger	Arbusto suculento	A endémica	AP II
3		*Coryphanta robustispina* (Schott ex Engelmann) Britton & Rose	Biznaga robusta	Arbusto suculento		AP II
4		*Cylindropuntia imbricata* (Haw.) F.M. Knuth	Cardenche	Arbusto suculento		AP II
5		*Cylindropuntia kleiniae* (DC.) F.M. Kunth	Tasajo	Arbusto suculento		AP II
6		*Echinocactus horizonthalonius* Lemaire	Biznaga meloncillo, manca mula, manca caballo	Arbusto suculento		AP II
7		*Echinocerus dasyacanthus* Engelmann	Biznaga arco iris, huevos de toro	Arbusto suculento		AP II
8		*Echinocereus pectinatus* (Scheidw.) Engelm.	Huevos de toro	Arbusto suculento		AP II
9		*Mammillaria heyderi* Muhlenpfordt	Biznaga, chilitos	Arbusto suculento		AP II
10		*Opuntia engelmannii* Salm-Dyck ex Engelmann	Nopal tuna morada	Arbusto suculento		AP II
11		*Opuntia macrocentra* Engelmann	Nopal violáceo	Arbusto suculento		AP II
12		*Opuntia phaeacantha* Engelm.	Nopal rastrero	Arbusto suculento		AP II
13		*Opuntia robusta* H.L. Wendl. ex Pfeiff.	Nopal tapón	Arbusto suculento		AP II

II.2.2.1.3 Rescate y reubicación de fauna silvestre.

Previo a cualquier actividad de desmonte se realizarán recorridos para hacer acciones de ahuyentamiento de fauna. Las actividades de ahuyentamiento deberán realizarse de 10 a 15 días previo al inicio de la construcción (este tiempo puede variar dependiendo de las especies y el área). Estas actividades son para especies de movilidad rápida, como aves y mamíferos, adicionalmente, las especies de lento desplazamiento como serpientes se rescatarán y reubicarán en las áreas de conservación propuesta. Las cuales contarán con los requerimientos de hábitat que la fauna necesita.

De las especies identificadas en el SAR se reconocieron 5 listadas en alguna categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 así como 8 en el Apéndice II de la CITES. En el Anexo VI.2 se presenta un programa detallado de manejo y rescate de fauna silvestre. Es importante mencionar que la actividad se mantiene constante durante toda la operación del proyecto, generando bitácoras de rescates e informando en los cumplimientos anuales.

Tabla II. 7. Especies de fauna silvestre de interés para manejo

No.	Clase	Familia	Nombre técnico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
1	Mamíferos	Mustelidae	*Taxidea taxus berlandieri Baird*	Tejón, tlacoyote	A	
2	Mamíferos	Felidae	*Lynx rufus* (Schreber)	Gato montés		Apéndice II
3	Mamíferos	Felidae	*Puma concolor* (Linnaeus)	Puma, león de la montaña		Apéndice II
4	Aves	Accipitridae	*Buteo jamaicensis* (J.F. Gmelin)	Gavilán cola roja		Apéndice II
5	Aves	Accipitridae	*Buteo swainsoni* Bonaparte	Halcón de pecho blanco, halcón chapulinero	Pr	Apéndice II
6	Aves	Falconidae	*Falco sparverius sparverius* Linnaeus	Cernícalo, gavilancillo		Apéndice II
7	Aves	Strigidae	*Asio flammeus* (Pontoppidan)	Búho de orejas cortas, short eared owl		Apéndice II
8	Aves	Strigidae	*Megascops kennicottii* (Elliot)	Tecolotillo gritón del oeste, tecolote occidental, western screech owl		Apéndice II
9	Aves	Tytonidae	*Tyto alba* (Scopoli)	Lechuza blanca, Lechuza de campanario, tito, barn owl		Apéndice II
10	Reptiles	Kinosternidae	*Kinosternon hirtipes murrayi* Glass y Hartweg	Tortuga casquito del Conchos, tortuga mexicana del fango, tortuga pedorra	Pr (Protección especial)	
11	Reptiles	Viperidae	*Crotalus atrox* Baird y Girard	Víbora de cascabel de diamantes	Pr (Protección especial)	
12	Reptiles	Viperidae	*Crotalus molossus* Baird y Girard	Víbora de cascabel de cola negra	Pr (Protección especial)	

II.2.2.1.4 Desmonte

La zona del proyecto no cuenta con pendientes pronunciadas que pudieran poner en riesgo maquinaria o trabajadores al momento del desmonte, razón por la cual el 100% de las zonas forestales serán desmontadas y trituradas previo a las labores de rescate. El personal operativo que realizará el desmonte, se encuentra capacitado y cuenta con la experiencia suficiente para llevar a cabo las siguientes actividades:

- Pláticas de inducción y capacitación al personal que estará presente en el predio, tales como operadores de maquinaria y ayudantes, etc. Para que sus actividades garanticen que no se dañen especímenes de fauna silvestre, además de respetar los límites del CUS.
- Señalización en el perímetro y dentro del predio donde se manifiesten restricciones de cacería, proteger la fauna en las inmediaciones del predio, límites en la velocidad de circulación entre otra información restrictiva, preventiva o informativa.
- Delimitación de la superficie a intervenir de conformidad a la poligonal que se autorice.
- Previo al ingreso de personal o maquinaria a realizar sus labores cotidianas, se enviará a una brigada para que realice actividades de ahuyentar la fauna que pudiera llegar a presentarse en el predio,

solamente desplazándose en la superficie generando ruido y favorecer el desplazamiento de la fauna, esta actividad se realizará al menos por el periodo de desmonte.

- El ingreso del personal para realizar el desmonte será de forma direccional y gradual, permitiendo el desplazamiento de los ejemplares de fauna silvestre que pudieran encontrarse en el predio.
- En caso de encontrarse ejemplares que no se ahuyentaron se realizará su captura y liberación fuera del sitio, esto por personal debidamente capacitado.
- El desmonte se realizará en áreas que requieren de la eliminación de la cubierta vegetal, consistente fundamentalmente en cortar la capa vegetal y retirar el material a las áreas de rescate de suelo fértil para proceder a su trituración y mezclado con el suelo rescatado.
- Derribo direccional, Se efectuará un derribo direccional de la vegetación, esta operación consiste en el derribo direccional de los arbustos y su elaboración en el lugar de caída en los productos requeridos conforme a sus dimensiones. Tanto las operaciones de derribo como el troceo, las herramientas utilizadas serán en primera instancia maquinaria pesada y en caso de requerirse se utilizarán motosierras, hachas, machetes, cuñas y herramientas requeridas para su mantenimiento (limatones, desarmadores, pinzas, etc.) con la finalidad de asegurar dimensiones de arbustos para ser triturados.

II.2.2.1.5 Despalme.

- Consiste en el retiro de la capa vegetal del suelo, hierbas y pastos. El despalme se realizará retirando la capa superficial de la cubierta de vegetal con maquinaria pesada en las áreas con vegetación, cortando el horizonte superficial del suelo con una profundidad a la que se encuentre ya que es variable según el sitio, en promedio de 20-30 cm para llegar a suelo rocoso.
- El material vegetal será triturado e integradas en el suelo rescatado.
- Utilización de caminos realizados para el desmonte, en la superficie previamente señalada.
- Remoción de la vegetación del estrato herbáceo, junto con el material de despalme (capa de suelo) hasta la exposición del macizo rocoso de aprovechamiento.
- Remoción direccional y gradual de lo anterior acamellonando este material y confinándolo en superficies donde se garantice su permanencia y conservación dentro del predio para su posterior reincorporación a los pisos definitivos de banco en la etapa de restauración y abandono productivo.

Se reitera que no habrá aprovechamiento de la vegetación forestal.

II.2.2.1.6 Rescate de suelo fértil.

Se realizará el rescate del suelo fértil en los sitios solicitados como almacenes de suelo, los cuales se considera cuentan con condiciones propicias para su resguardo, para después ser utilizado en la restauración en la etapa de cierre. Mediante medios mecánicos se retirará la capa superficial de 20 a 30 cm que representa la capa vegetal, amontonando en un extremo del frente de trabajo, para ser posteriormente cargado y transportado a las áreas destinadas para ello. Las áreas seleccionadas contarán con canales de desvió de agua de no contacto, así como obras de protección para evitar la pérdida del suelo en temporada de lluvias, una vez terminado el trabajo de recuperación de suelo y triturado de la vegetación forestal, se podrá hacer una siembra de semillas de pastos de la region con la finalidad de evitar perdida de suelo por viento y lograr disminuir la perdida por lluvias.

II.2.2.1.7 Rehabilitación y construcción de caminos de acceso e internos.

La rehabilitación son las actividades relacionadas con mejorar las condiciones físicas de la superficie de rodamiento, esto es emparejar y compactar el suelo para el fácil movimiento sobre este. Para la construcción se realizará el desmonte, despalme, nivelación y compactación del suelo. Se tomará en cuenta variables como topografía, hidrología, dimensiones de los camiones, entre otros. Se construirán los caminos con pendientes máximas de 3% con la finalidad de evitar estancamientos de agua que puedan dañar el camino, a los lados de los caminos se construirán canales de derivación de aguas. Para la construcción de los caminos será necesario utilizar tepetate para asegurar su optimo funcionamiento.

Las vías de acarreo para camiones de gran tonelaje deben ser construidas por capas con materiales adecuados cuya capacidad portante resista la máxima presión de la llanta del camión hacia la capa de rodadura, es importante mencionar que los caminos cuentan con superficie suficiente para que en ellos puedan instalarse tuberías o diversas instalaciones para el funcionamiento del proyecto.

II.2.2.1.8 Obras derivadoras de aguas de contacto y no contacto.

Estas obras son indispensables para el correcto funcionamiento del proyecto, en primera instancia las obras para el agua de no contacto son planeadas aguas arriba de las obras del proyecto con la finalidad de captar y derivar el agua de lluvia durante las etapas del proyecto, esta agua será dirigida a los cauces naturales aledaños al área del proyecto, en los cuales se tiene previsto construir obras de captación de suelo e infiltración de agua, en el caso de las obras derivadoras dentro del proyecto, estas tendrán la función especifica de dirigir el agua por medio de canales a las zonas de captación de agua del proyecto con la finalidad de evitar que estas aguas salgan al sistema natural, pudiendo ser aprovechadas en los procesos de la mina, esta red de distribución del agua será colocada en zonas como tepetateras, área de planta, presa de jales y algunas de las obras auxiliares.

II.2.2.1.9 Cercado y restricción de áreas.

Se colocará cercado en todo el perímetro del proyecto, con cerco ganadero de 3 hilos, con la finalidad de evitar el acceso de mamíferos mayores. Asimismo, se limitará el acceso con las casetas y las áreas como almacenes, laboratorio, tendrá también acceso restringido.

II.2.2.2 Construcción de obras mineras.

II.2.2.2.1 Tajo

Para el área del tajo se tiene destinada una superficie de 232.713 ha. Como se puede ver en la siguiente imagen, una parte del polígono (7.44%) presenta áreas que no son consideradas como vegetación forestal, las cuales corresponden a agricultura permanente y de temporal así como caminos.

Como en todas las obras, se llevarán a cabo todas las acciones de preparación del sitio, como lo son ahuyentamiento de fauna, rescate y reubicación de flora y fauna y desmonte paulatino para evitar que el suelo esté expuesto a procesos erosivos.

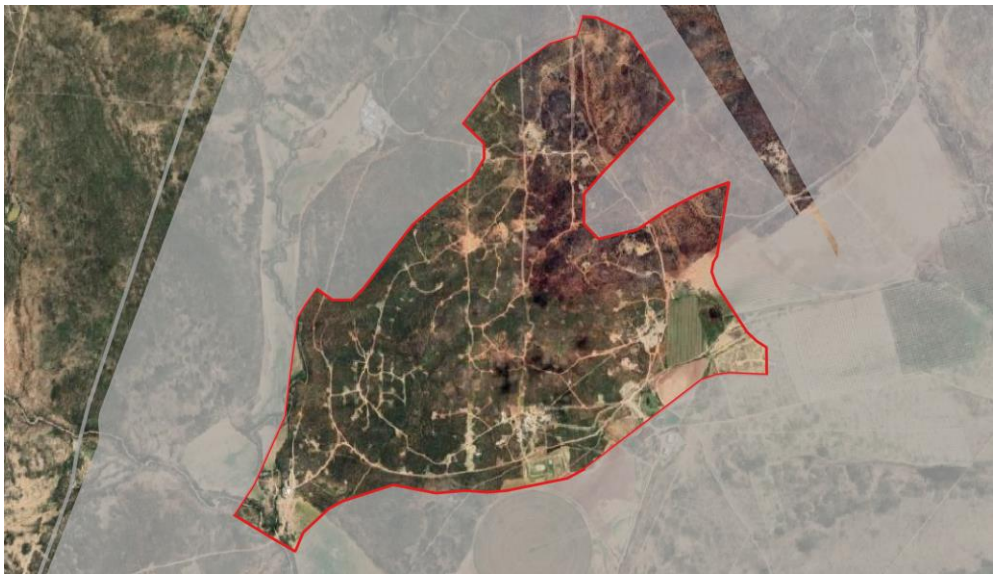


Figura II. 6. Polígono del tajo

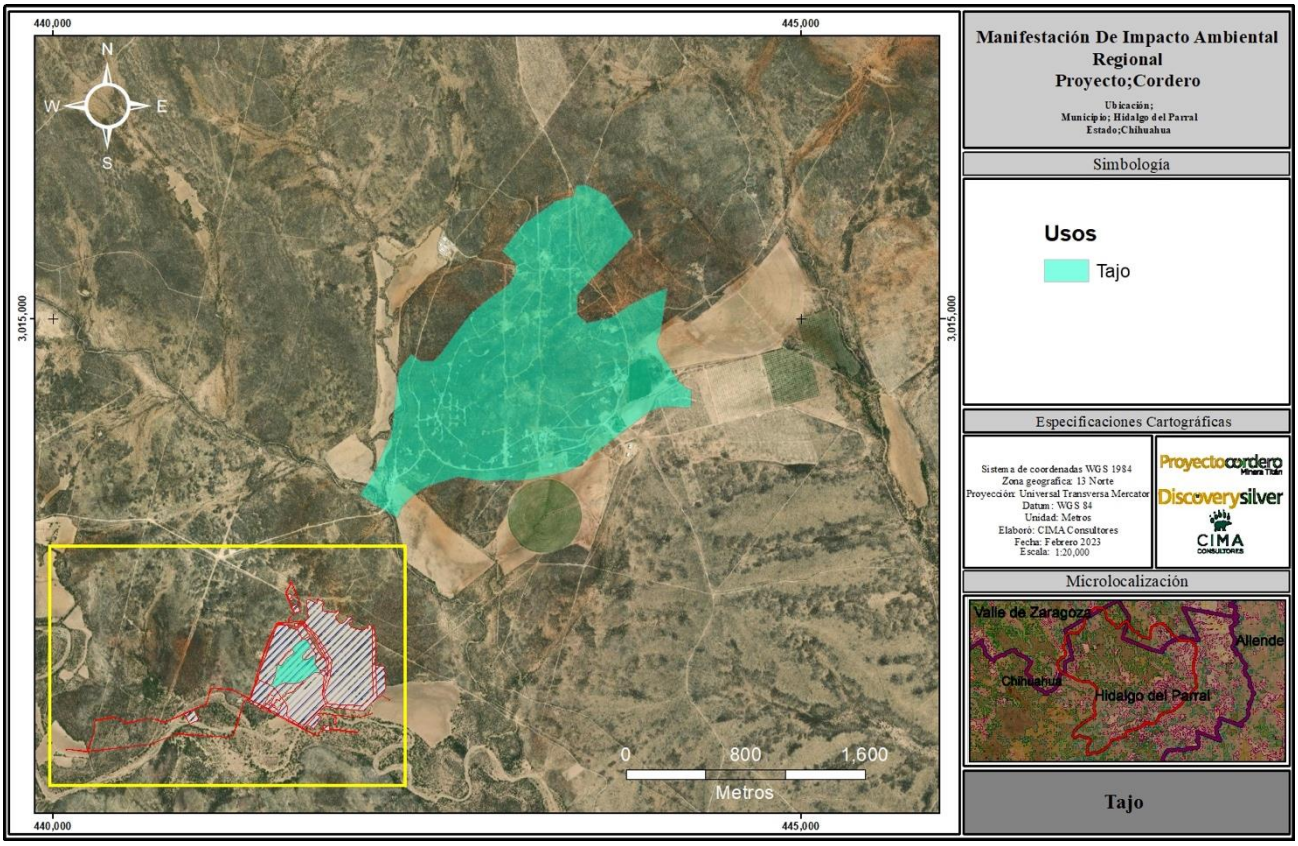


Figura II. 7. Polígono solicitado para Tajo

Los criterios de diseño del talud del tajo Cordero se desarrollaron a partir de datos geotécnicos específicos del sitio recopilados de programas de pruebas de campo y de laboratorio, modelos geológicos y estructurales, y de los resultados correspondientes de análisis de estabilidad cinemática y de límite de equilibrio.

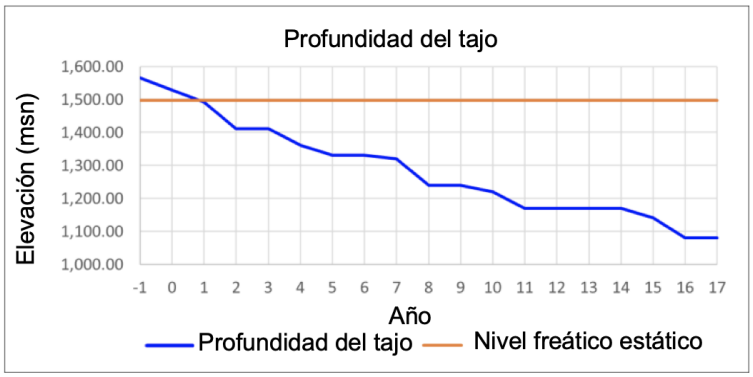
La topografía en el área del proyecto es generalmente plana con pendientes que van del 1% al 7% y en su mayoría entre el 1% y el 3% (IDEAS, 2022a). Las elevaciones de la superficie del suelo dentro de la extensión del tajo están alrededor de 1560 a 1600 msnm con un afloramiento de lecho rocoso a 1640 msnm cerca del centro del tajo.

A excepción de algunos arroyos pequeños, no existen grandes cuerpos de agua superficiales naturales dentro de las cuencas de captación de agua superficial que rodean el tajo, se prevé que los caudales en condiciones normales sean pequeños y estacionales, debido al clima relativamente seco.

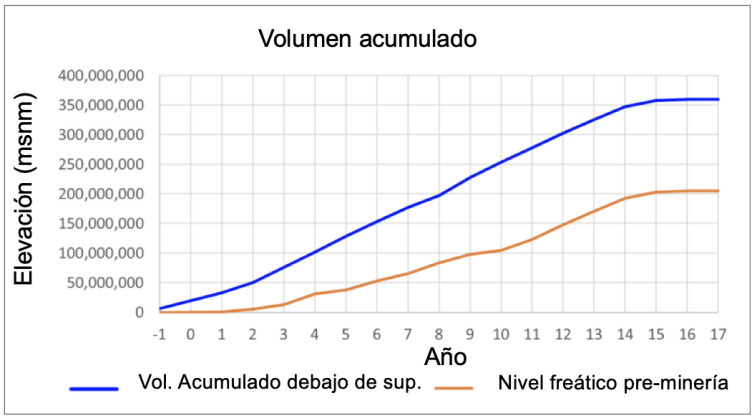
La información sugiere que se espera que la contribución de la precipitación y la escorrentía superficial al sistema de drenaje del tajo sea baja, y se espera que cualquier entrada al tajo provenga principalmente de aguas subterráneas.

Se midieron las elevaciones estáticas del agua subterránea y esto indicó que las elevaciones de agua subterránea parecen estables con pequeñas variaciones a lo largo del tiempo, lo que indica que el flujo de agua subterránea en el sistema acuífero se encuentra en un estado estable. El nivel promedio de agua subterránea a lo largo del tajo es de aproximadamente 1,497 msnm.

Las profundidades del tajo a lo largo de la mina en los años -1 a 17 versus el nivel freático estático previo a la explotación (1,497 msnm en promedio) así como los volúmenes acumulados del tajo debajo de la superficie topográfica previa a la explotación y el nivel previo a la explotación minera del nivel freático se muestran en las siguientes figuras.



Gráfica II. 1. Profundidad del Tajo vs nivel freático estático



Gráfica II. 2. Volumen acumulado

El proyecto está diseñado para tener una vida útil operativa de 18 años, pero el tajo se excavará con generación de tepetate desde el año operativo 1 hasta el año 17. En el año 18, solo el post procesamiento de minerales se llevarán a cabo ya sin realizar excavación.

El tajo final se secuenció para permitir el acceso temprano a las áreas mineralizadas, manteniendo un ancho mínimo de minado de 35 metros.

Con base en los resultados del trabajo de análisis de límites de minado, el minado del tajo abierto de Cordero se ha dividido en 7 fases: 1A, 1B, 2, 3A, 3B, 4 y 5.

El diseño final propuesto del tajo y las fases intermedias de minería se muestran en las siguientes figuras.

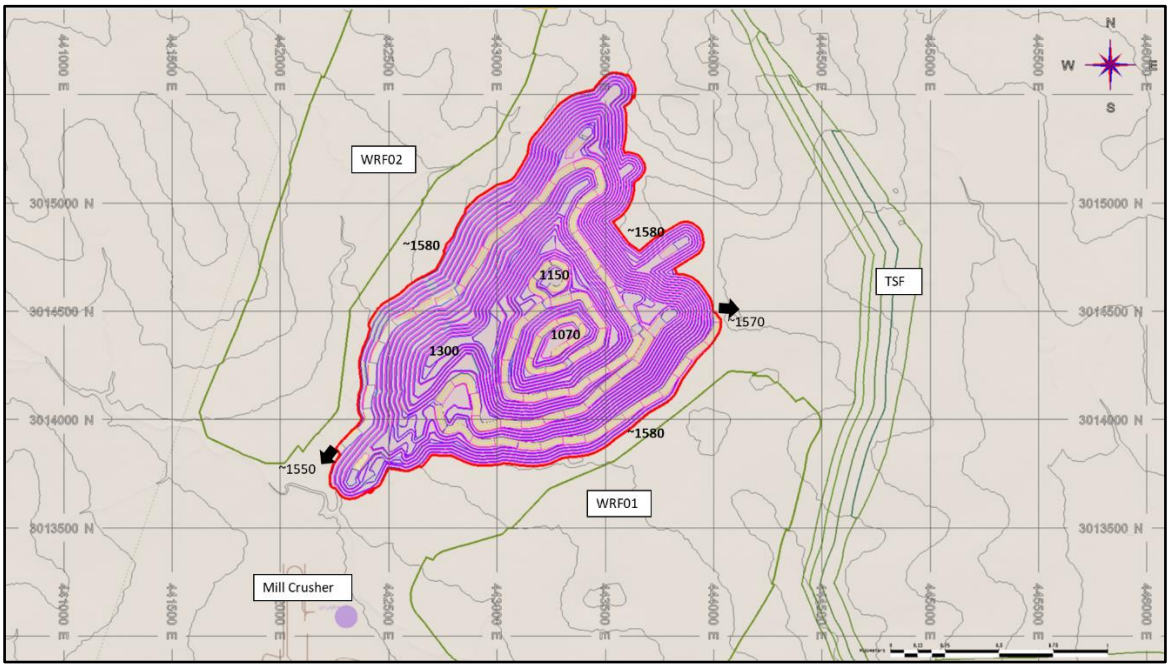


Figura II. 8. Límites del tajo Cordero

El banco inferior en la configuración final del tajo tiene una elevación de 1,070 msnm. La configuración final del tajo tiene dos salidas, una hacia el límite noroeste del tajo a una elevación aproximada de 1,550 msnm y una segunda en el borde sureste a una elevación aproximada de 1,570 msnm. La elevación superior de las paredes del tajo es en promedio de aproximadamente 1,580 msnm.

La superficie del tajo abierto es de aproximadamente 5 millones de metros cuadrados tiene una longitud máxima de aproximadamente 2,4 km.

Aproximadamente 6 millones de m2 de área están englobados dentro de los límites de diseños de instalaciones de tajo y tepetateras. Esta área debe ser despejada antes de que se inicien las actividades mineras en la zona. La estimación actual indica que se requieren aproximadamente 1,0 millón de m3 de capacidad de almacenamiento temporal para el material de la capa superior del suelo. Las reservas temporales de tierra vegetal (*topsoil*) se establecerán dentro del área de operación y se utilizarán en la etapa de cierre.

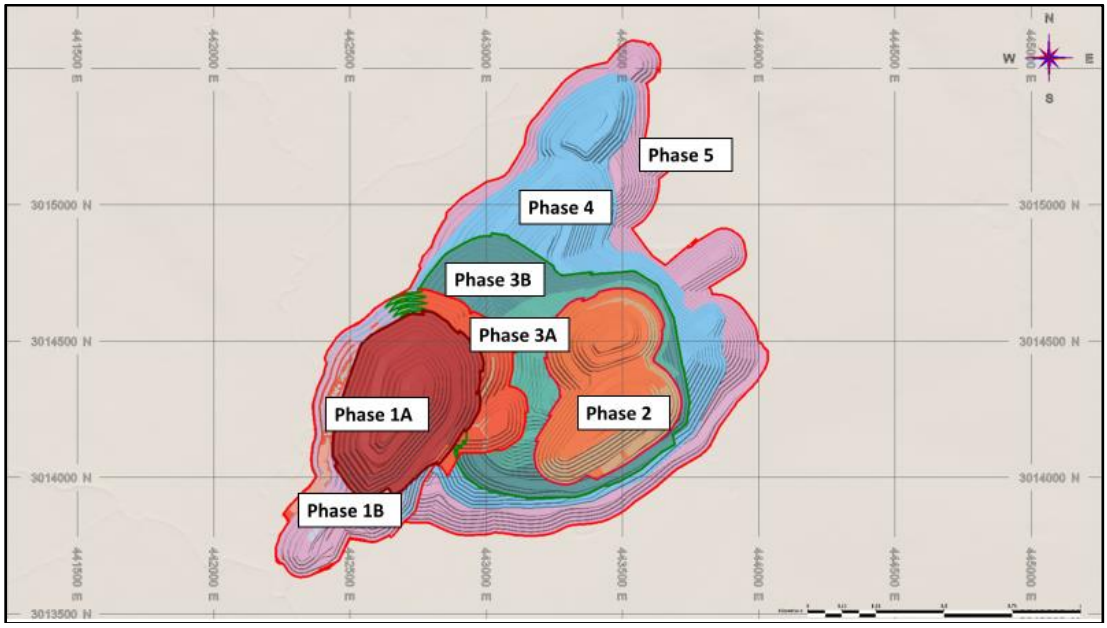


Figura II. 9. Fases del tajo Cordero (secuencia de minado)

Las toneladas y la ley para los diseños finales del tajo se informan en la Tabla siguiente usando las toneladas y leyes diluidas.

Tabla II. 8. Estimaciones de cantidad de material y leyes

Fase de pozo	Mineral (Tm)	zinc	Pb	Agricultura	Au	NSR	Residuos (Tm)	Total (Tm)	Relación W:O
P1A	21.7	0.51	0.59	40.27	0.23	36.74	30.6	52.4	1.41
P1B	30.3	0,46	0.48	34.43	0.19	30.82	48.6	78,9	1.60
P2	25.4	0,67	0.34	35.01	0.07	28.48	28,9	54.3	1.14
P3A	36,0	0,56	0.30	25.51	0.07	23.83	45,9	81,9	1.27
P3B	54.5	0,68	0.40	26.54	0.06	28.17	85.2	139.7	1.56
P4	92.4	0.80	0,46	25.02	0.06	31.07	163.9	256.3	1.77
P5	72.2	0,66	0.39	22.70	0.05	26.04	209.0	281.2	2.90
Total	332.5	0,66	0.42	27.44	0.08	28.87	612.1	944.6	1.84

Estos valores presentados en la tabla anterior corresponden a volumen extraído, pues el volumen que se procesa es de 302 millones de toneladas, pues cerca de 30 millones de toneladas de óxidos permanecen en las pilas como residuos pues solo se puede procesa el 10% de proporción cómo máxima de óxidos con sulfuros.

Fase 1

Las Fases 1 y 2 se enfocan en las áreas de mayor ley del depósito y están delineadas en base a la misma estructura del tajo, pero utilizando un camino de acceso diferente. Para permitir un acceso más rápido al mineral, la Fase 1 se divide en dos fases anidadas del tajo, la Fase 1A y la Fase 1B. La Fase 1A comprende 21,7 Mt de roca mineral con una relación de desmonte (SR) de 1,4:1 y sus bancos de minado oscilarán entre 1630 msnm y 1410 msnm, mientras que la Fase 1B sigue a la Fase 1A en la secuencia de minado, conteniendo 30,3 Mt de mineral con bancos que van desde los 1640 msnm hasta los 1350 msnm. Espacialmente, la Fase 1 está en el extremo oeste del tajo Cordero.

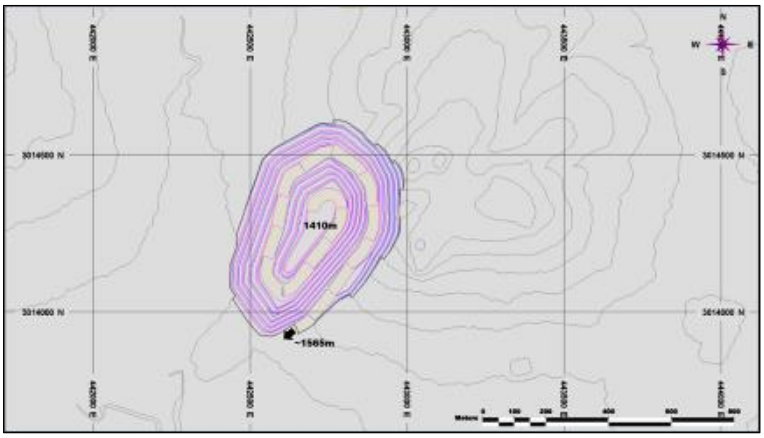


Figura II. 10. Fase 1 del Tajo

Fase 2

La Fase 2 apunta a áreas mineralizadas de alta ley ubicadas en el lado este del tajo de la Fase 1 con salidas de caminos en el sureste del tajo. Las elevaciones de los bancos de la Fase 2 variarán desde 1630 msnm hasta 1460 msnm.

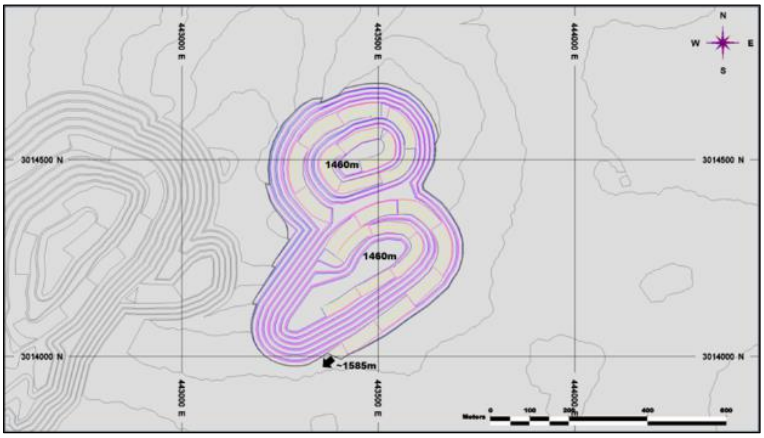


Figura II. 11. Fase 2 del Tajo

Fase 3

La Fase 3 extiende el área minera hacia el norte mientras apunta a bloques de mineral más profundos entre los tajos de la Fase 1 y la Fase 2. Se planea minar la Fase 3 en dos pasos, Fase 3A y Fase 3B, con fondos de pozo a 1330 msnm y 1240 msnm, respectivamente. La roca de la Fase 3A puede salir usando el sistema de rampa de la Fase 2 previamente establecido para recorridos de molienda más cortos para los bancos superiores, mientras se desarrolla una rampa para acceder a bloques de mineral más profundos que salen en los extremos noreste del área minera.

La Fase 3B fusiona las áreas mineras de la Fase 2 y la Fase 1 utilizando el sistema de rampa de la Fase 1 establecido para salir hacia el extremo suroeste del tajo para recorridos más cortos hasta el molino.

Las elevaciones de los bancos mineros van desde los 1640 msnm hasta los 1330 msnm en la Fase 3A, y desde los 1620 msnm hasta los 1240 msnm en la Fase 3B.

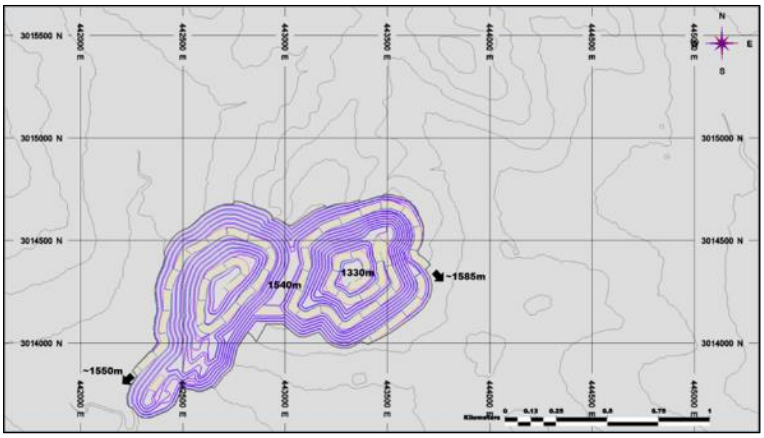


Figura II. 12. Fase 3A del Tajo

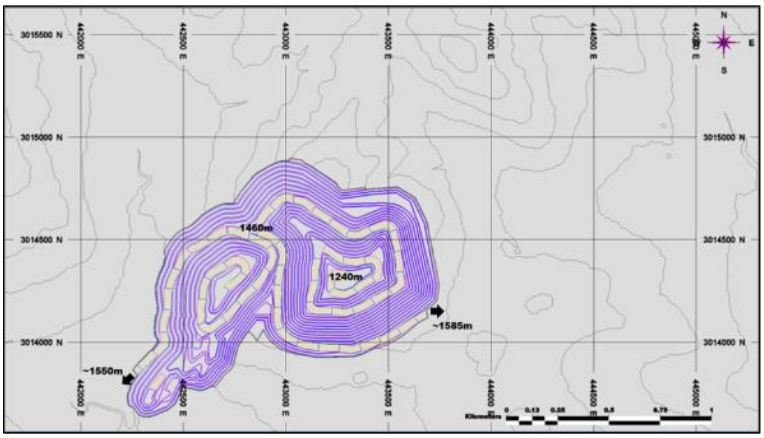
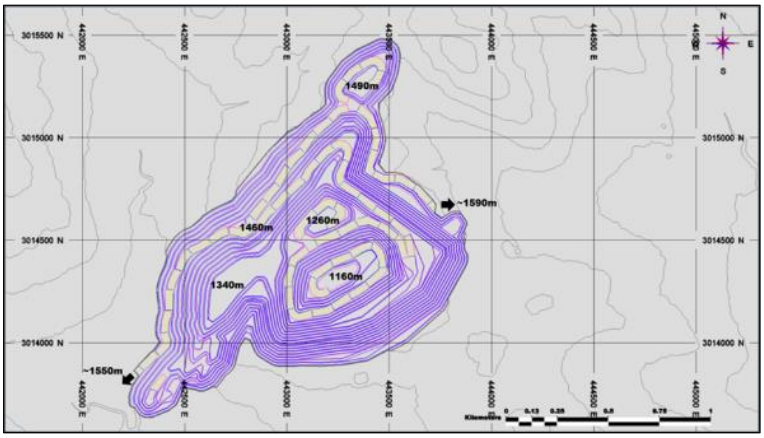


Figura II. 13. Fase 3B del Tajo

Fase 4

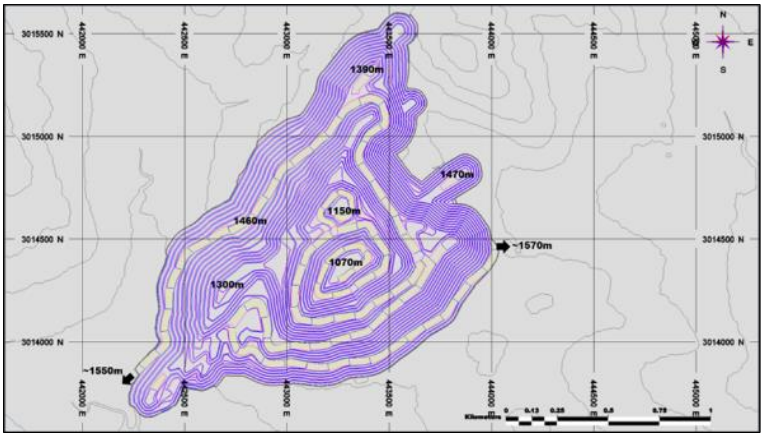
La Fase 4 extiende el área minera hacia el noreste mientras empuja el muro sur apuntando a bloques de mineral más profundos. La salida principal permanecerá en el extremo suroeste del tajo luego de que se coloque un segundo sistema de rampa en el muro noreste para permitir el desarrollo de los bancos superiores del área de extensión. Las elevaciones de los bancos de la Fase 4 variarán desde 1610 msnm hasta 1160 msnm



Fase 5

La fase 5 lleva el diseño hasta los límites finales del tajo. El tajo en los límites finales tiene dos salidas de tajo,

una en el extremo suroeste a 1550 msnm hacia la instalación de molienda, y una segunda salida de tajo situada al este del límite del tajo para un mejor acceso a la instalación de residuos. Las elevaciones del banco de la fase oscilarán entre 1600 msnm y 1070 msnm.



Criterios de diseño

Vías de acarreo

Las vías de acarreo se establecieron para acomodar camiones de transporte de clase CAT 789. Se utilizó un ancho de carrera de 3 veces el ancho operativo del camión de acarreo para el tráfico bidireccional con un total de 33,2 metros, lo que permite una zanja de drenaje (2,5 m) e instalar una berma de contención (3/4 de altura de neumático, equivalente a 7,7 m de ancho de base). El ancho operativo supuesto de los camiones de acarreo es de 7,7 metros. En el camino de boxes, las pendientes se establecen en 10% de pendiente. Para el tráfico a un solo carril, se requiere un ancho de carretera de 25,5 metros (2x ancho operativo).

Configuración de paredes del tajo

Los supuestos preliminares para taludes en las paredes del tajo se basan en la caracterización inicial del macizo rocoso y el análisis de estabilidad basado en los datos estructurales disponibles y los diseños de tajos de estudios previos.

Las paredes de tajo están diseñadas para un espacio entre bermas de 20 metros de altura. Los ángulos de cara varían dentro de 5 sectores definidos entre 65 a 80 grados, y los ángulos entre rampas (IRA) varían de 42 a 58 grados. La Tabla siguiente muestra los ángulos recomendados y utilizados para determinar la configuración final e intermedia de las paredes del tajo.

Tabla II. 9. Criterios recomendados de talud en fosas

Sector de diseño de tajo	Subsector	Unidad Geotécnica	Altura del banco	Ángulo de la cara del banco	Ancho del banco	Ángulo entre rampas
			(m)	(°)	(m)	(°)
Oeste	Superior	Siltstone	20	65	13	**42**
	Bajo	Riodacita	20	70	9	**51**
Norte		Riodacita	20	80	9	**58**
Este		Riodacita /Siltstone	20	75	9	**54**
Sur		Riodacita	20	75	9	**54**

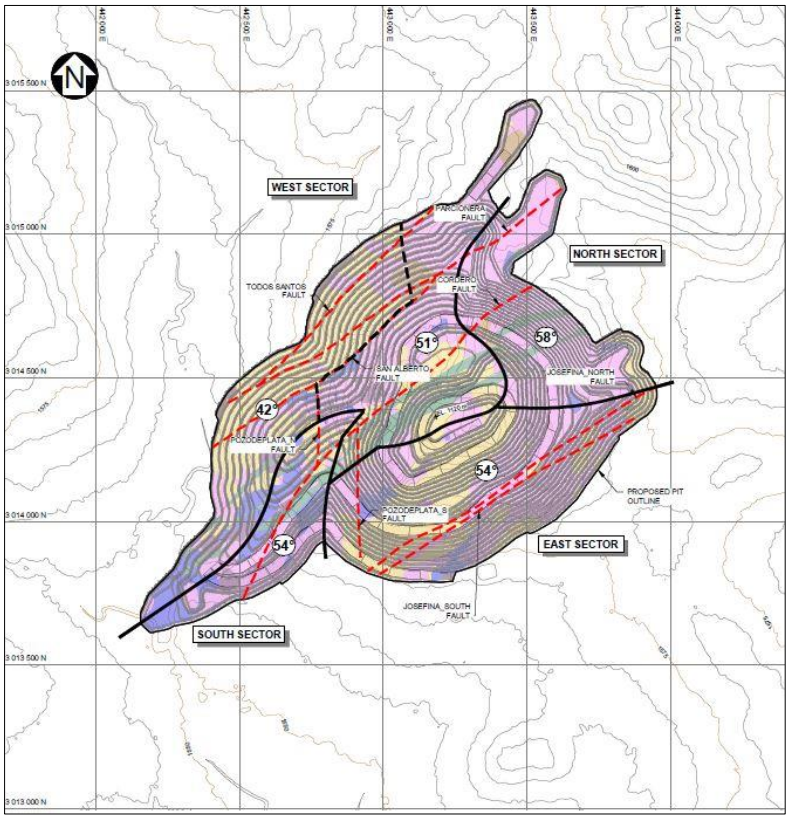


Figura II. 14. Ángulos entre rampas

La flotilla de equipos de la mina se ha dimensionado para alcanzar una tasa de producción anual de 65 Mtpa para proporcionar suficiente alimentación del molino una vez que la planta de procesos haya completado su expansión en el año 4. La flotilla minera será completamente diésel y consiste en perforadoras de martillo de fondo (DTH), excavadoras hidráulicas diésel, un cargador de ruedas de producción y una flota de camiones de 186 Mt. El equipo de apoyo también forma parte de la flotilla propuesta para mantener condiciones operativas seguras.

La flota está compuesta por los siguientes equipos en el punto máximo esperado en el año 10 del programa de producción de mina actual.

Tabla II. 10. Flotilla de equipos mineros – Año 10

Equipo minero principal	Unidad	Capacidad	Número de unidades
Perforadora de producción	milímetro	140	1
Perforadora de producción	milímetro	200	8
Cargador de producción	m3	23	1
Excavadora hidráulica	m3	29	4
Camión de acarreo	t	186	27
Cargador de alimentación en planta	m3	14.5	1
Tractor de orugas	kilovatio	455	5
Motoniveladora	kilovatio	163	2

Desagüe del tajo

El drenaje del tajo abierto utilizará entre 6 y 8 pozos perimetrales iniciales para interceptar el flujo en el área del tajo. A medida que la mina avanza y se expande, algunos de estos pozos se reubicarán para permitir la

operación del tajo. Se requerirán la instalación de 3 pozos adicionales en el año 8 y otros 3 en año 12 para mantener el tajo en estado despresurizado. Los estudios preliminares han indicado que cada pozo deberá bombear aproximadamente 60 litros / segundo.

Cronograma de minado

El cronograma de mina seleccionado considera una expansión del molino desde el año 4 en adelante con diferentes tasas de producción para condiciones de incremento y estado estacionario. La capacidad final del molino se establece en 51 mil tpd con un incremento de la capacidad de producción del molino que se muestra en la Tabla siguiente:

Tabla II. 11.Programa de minado

Periodo	Mtpa	Radio
Año 1	7.45	40%
Año 2	9.3	50%
Año 3	9.3	50%
Año 4	16.74	90%
Año 5	18.615	100%
LOM	18.615	100%

El nivel de minado se seleccionó en base a escenarios de planificación estratégica que demostraron que se lograría la capacidad de molino esperada. Los bancos de minado tienen 10 m de altura.

El plan minero sigue la estrategia general listada a continuación:

- Minimizar preproducción (año 1)
- El molino comienza en el año 1, con una expansión completada en el año 4
- Proceso de lixiviación sin óxidos
- Sin restricciones de pilas de almacenamiento (stock piles) temporal
- Capacidad de la mina máxima a 65Mtpa
- Sulfuros y óxidos a molienda; óxidos hasta un máximo del 10% del envío al molino.

En el Anexo II.3 se presenta documento detallado de plan de mina.

II.2.2.2.2 Presa de jales

La Presa de Jales (TSF por sus siglas en inglés – Tailings Storage Facility) contempla una superficie de 870.445 ha y 125.430 ha del bordo iniciador. La presa de jales requiere la remoción de vegetación en 816.74 ha mientras que el bordo en 112.929 ha.

La presa de jales se irá desarrollando por etapas, por lo que el cambio de uso de suelo forestal será de manera paulatina, conforme se vaya requiriendo de acuerdo con la operación.

Se tienen contemplados 6 pozos de monitoreo, 3 aguas arriba y 3 aguas debajo de la presa de jales para dar cumplimiento a la NOM-141-SEMARNAT-2003 (Numeral 5.8.1.1), con la finalidad de evaluar la caracterización física y química del agua subterránea.

Para los pozos se solicita una superficie de 0.369 ha de vegetación forestal.

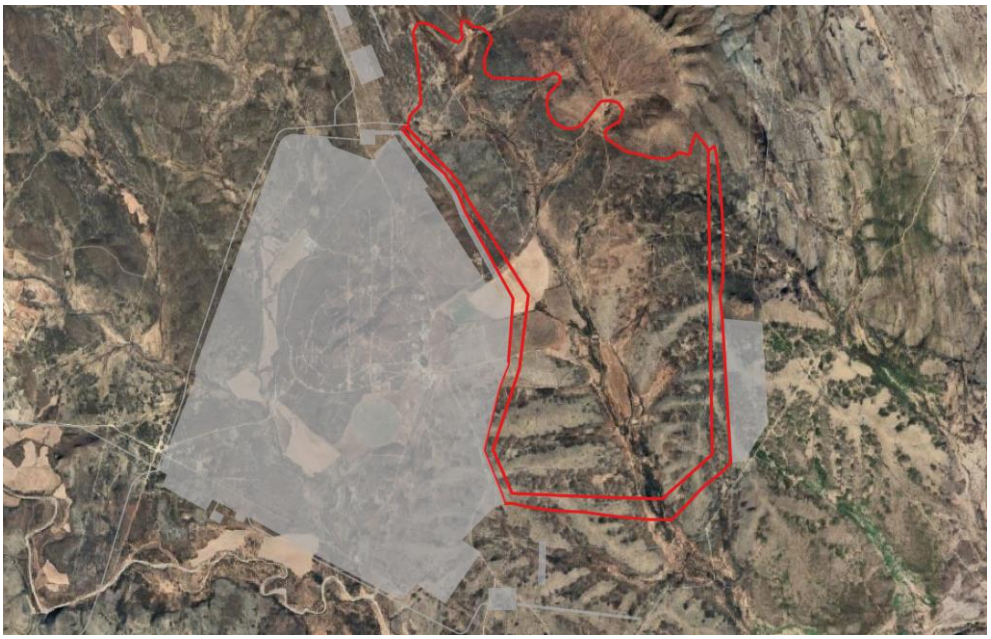


Figura II. 15. Polígono de la presa de jales y bordo iniciador

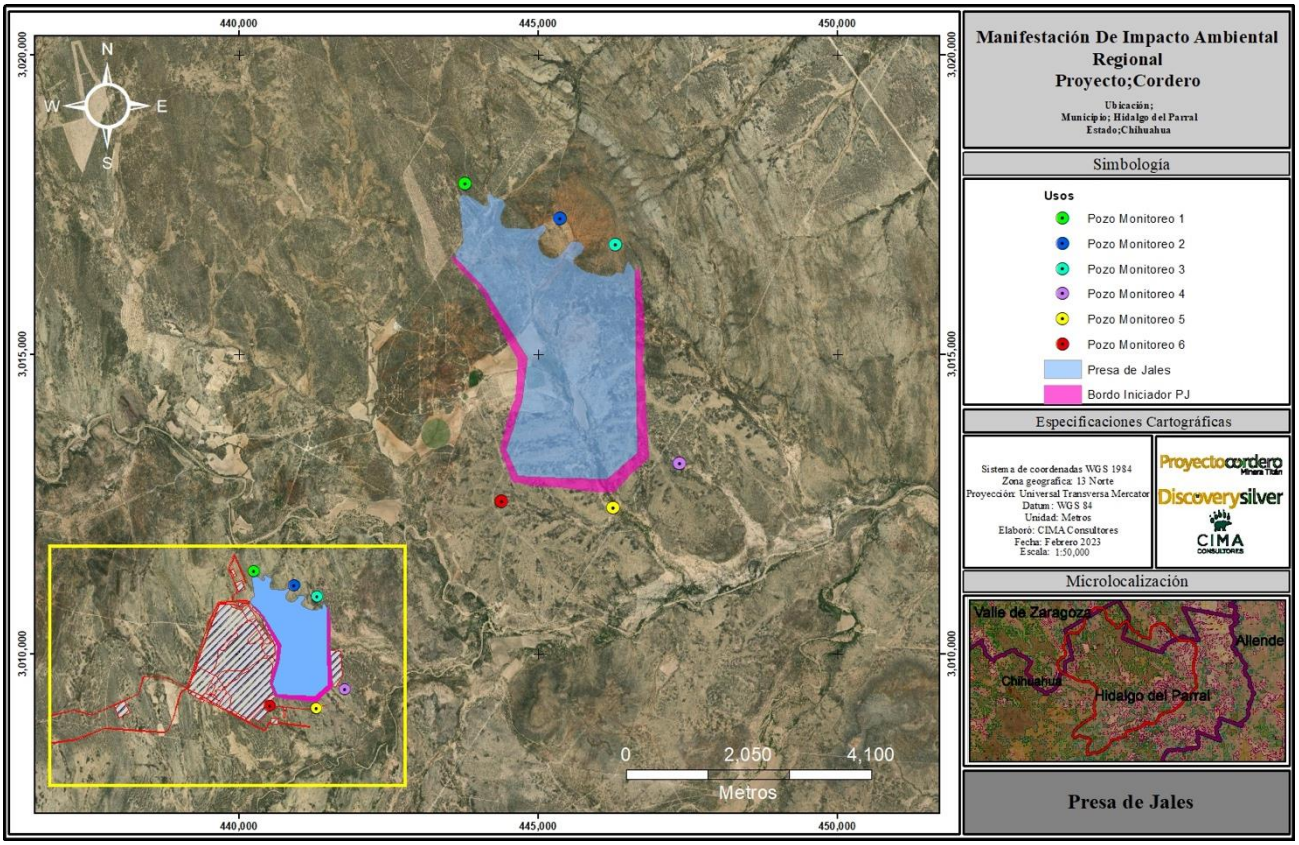


Figura II. 16. Polígono solicitado para la presa de jales, bordo iniciador y pozos de monitoreo

Criterios de diseño

Las bases de diseño y los criterios operativos para el TSF y el balance hídrico se basan en la información más reciente disponible del proyecto, el cronograma de producción de la mina y los estándares de diseño relevantes.

Los criterios de diseño se han desarrollado a lo largo del proceso de diseño con aportes de Discovery, AGP Mining Consultants (AGP) y Ausenco.

Los principales objetivos del diseño y operación de la presa de jales son proporcionar una contención permanente de todos los sólidos de jales y una contención temporal para agua de procesos. La presa también permitirá manejar el agua de escorrentía superficiales, incluidas las áreas de captación aguas arriba no perturbadas. Asimismo, la presa ha sido diseñado para permitir la recuperación efectiva de los jales del embalse y de las áreas disturbadas asociadas.

El diseño del depósito de jales ha considerado los siguientes requisitos:

- Confinamiento permanente, seguro y total de jales debidamente consolidados dentro de una instalación diseñada con parámetros de ingeniería.
- Control y Monitoreo de la estabilidad en el bordo iniciador y sus diferentes niveles durante toda la vida útil a través de instalación y mantenimiento de sistemas de medición como piezómetros y prismas para el uso con escáner.
- Inspecciones diarias para verificar la integridad de taludes, accesos, tuberías, playa, consolidación de jales, piletas de recuperación, bermas, sistemas de monitoreo y medición, bordo libre, control de acceso, señalización y canales de desvío de agua.
- Inspecciones anuales a través de un tercero para verificar cumplimiento operacional y legal de la instalación conforme a diseño, estándares de operación y análisis de riesgo.
- Plan de Emergencias relacionadas con el riesgo identificado.
- Control, recolección y recuperación de agua de jales desde dentro del embalse de jales para reciclar a la planta de proceso.
- Minimizar las pérdidas por filtración de la instalación y proporcionar sistemas de recolección de filtración para evitar impactos adversos en la calidad del agua pendiente abajo.
- Integración del embalse de jales en los requisitos generales de gestión del agua del Proyecto.
- Diseño para el cierre. El plan de cierre a largo plazo para la presa de jales se considera en todas las etapas del diseño.

El diseño del estudio de prefactibilidad de la presa de jales consideró la Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003, la cual "*establece el procedimiento para la caracterización de jales mineros, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y post operación de áreas de contención de jales mineros*."

Estos estándares se basan en la clasificación topográfica de la ubicación del Proyecto (Tierra Montañosa, Tierra en Pendiente, Tierra Plana), zonas de hidrología definidas (Ciclón, Zona Húmeda (lluvia), Zona Seca), zonas de sismicidad definidas (Sísmica, raramente afectada por sismos, Asísmica) y método de construcción para la presa de jales (talud aguas arriba, talud aguas abajo, jales filtrados) para determinar los esfuerzos de diseño requeridos para la instalación. Este estándar se consideró, junto con otras pautas internacionales, en todo el diseño del estudio de prefactibilidad.

Adicionales pautas, estándares y organizaciones internacionales se consideran fuentes relevantes de buenas prácticas de ingeniería y se mencionaron durante el desarrollo del diseño del Estudio de Prefactibilidad. La conformidad con las pautas y estándares internacionales no reemplaza los requisitos de leyes, reglamentos u otras directivas gubernamentales nacionales específicas. La guía internacional incluyó lo siguiente:

Global Tailings Review (GTR)

- La iniciativa GTR fue convocada por el Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y los Principios para la Inversión Responsable (PRI).
- El Estándar mundial de la industria para la gestión de jales (GISTM) fue desarrollado por GTR para establecer un estándar internacional para la gestión más segura de las instalaciones de almacenamiento de jales. El GISTM se preparó a través de un proceso independiente con aportes de un panel de expertos

multidisciplinario y un grupo asesor de múltiples partes interesadas. También se llevó a cabo una amplia consultoría pública durante la preparación del documento. La primera revisión del documento se emitió en agosto de 2020 (GTR, 2022).

Canadian Dam Association (CDA)

- La Asociación Canadiense de Represas (CDA) es una organización no reguladora de propietarios, operadores, reguladores y consultores de represas. La CDA publicó Pautas de seguridad de represas en 2013 (CDA, 2013) que describen los principios que se aplican a represas de todo tipo, incluidas las represas mineras. Posteriormente, la CDA publicó un boletín técnico complementario en 2019 titulado: Aplicación de las pautas de seguridad de presas a las presas mineras (CDA, 2019). En 2021, la CDA publicó un boletín técnico titulado: Análisis de ruptura de presas de jales (CDA, 2021), que describe el estado actual de la práctica en la industria minera para las evaluaciones de ruptura de presas de jales. El enfoque de los documentos de la CDA está en el contexto canadiense, pero los principios son generalmente aplicables a las represas mineras en cualquier jurisdicción.

British Columbia Mine code and Guidance Document

- El Código de Salud, Seguridad y Recuperación para Minas en British Columbia (Código de Minas de BC; EMLI, 2021) y el Documento de guía del Código de Salud, Seguridad y Recuperación (HSRC) (EMPR, 2016) se denominan colectivamente como las Regulaciones de BC. El Documento de guía del HSRC brinda orientación y contexto a los propietarios, ingenieros, reguladores, consultores y auditores sobre la aplicación del Código de Minas de BC a las instalaciones de jales. Los criterios de diseño de las Regulaciones BC se basan en un sistema de clasificación de consecuencias.

International Commision on Large Dams (ICOLD)

- La Comisión Internacional de Grandes Represas (ICOLD) es una organización profesional no gubernamental que proporciona estándares y pautas sugeridos para la construcción y operación de represas de manera segura, eficiente y económicamente sostenible. ICOLD publica recomendaciones y boletines técnicos para mejorar el análisis técnico y la tecnología de diseño actual. La orientación proporcionada por los diversos boletines de ICOLD cubre varios temas de diseño de represas, incluidos factores de seguridad, inundaciones de diseño y eventos sísmicos, control de filtraciones y escorrentía, análisis de riesgos y monitoreo del desempeño.

Clasificación de la presa

Las evaluaciones de clasificación de presas se llevan a cabo para determinar los eventos de terremoto e inundación de diseño apropiados para un TSF. La clasificación de presas y los criterios mínimos de diseño han sido evaluados utilizando CDA y GISTM, ya que la Norma Mexicana de Diseño (SEMARNAT) no proporciona información para determinar la clasificación de una presa.

En la Evaluación Económica Preliminar (PEA) de Cordero 2021 (Ausenco, 2021), la TSF de Cordero fue clasificada como 'Muy alta' según GISTM

No existen comunidades permanentes aguas abajo de la ubicación del bordo propuesto, y el tajo abierto está ubicado directamente al este de TSF. Para confirmar la clasificación de la presa para estudios futuros, se requiere una evaluación de rotura de presa con mapeo de inundación. Esta evaluación estudiaría los impactos potenciales de la rotura de una presa y, por lo general, incluye consultas con las comunidades locales y los grupos ambientalistas para identificar si hay áreas de valor cultural significativo ubicadas aguas debajo de la Presa de Jales. La clasificación de presas se basa en los criterios proporcionados por CDA y GISTM, que se presentan en las Tablas siguientes (II.12 y II.13).

Tabla II. 12. Clasificación de presa CDA

Clase de	Población	Pérdidas incrementales

Presa	en riesgo[1]	Pérdida de la vida[2]	Valores Ambientales y Culturales	Infraestructura y Economía
Bajo	Ninguno	0	Pérdida mínima a corto plazo. Sin pérdidas a largo plazo.	Bajas pérdidas económicas; El área contiene infraestructura o servicios limitados.
Significativo	Solo temporal	sin especificar	Ninguna pérdida significativa o deterioro del hábitat de peces o vida silvestre. Pérdida de hábitat marginal únicamente. Restauración en especie muy posible.	Pérdidas en instalaciones recreativas, lugares de trabajo estacionales y rutas de transporte utilizadas con poca frecuencia.
Alto	Permanente	10 o menos	Pérdida significativa o deterioro de hábitats *importantes* para peces o vida silvestre. Restauración o compensación en especie altamente posible.	Altas pérdidas económicas que afectan la infraestructura, el transporte público y las instalaciones comerciales
Muy alto	Permanente	100 o menos	Pérdida significativa o deterioro *crítico* del hábitat de peces o vida silvestre. Restauración o compensación en especie posible pero poco práctica.	Pérdidas económicas muy elevadas que afecten a infraestructuras o servicios (p. ej., carretera, instalación industrial, instalaciones de almacenamiento de sustancias peligrosas).
Extremo	Permanente	Mas que 100	Gran pérdida de hábitat *crítico* para peces o vida silvestre. Restauración o compensación imposible.	Pérdidas extremas que afectan a infraestructuras o servicios críticos (p. ej., hospitales, grandes complejos industriales, grandes instalaciones de almacenamiento de sustancias peligrosas).

Nota(s):

[1]. Definiciones de población en riesgo:
Ninguna – Sin población identificable en riesgo, sin posibilidad de pérdida de vidas que no sea por una desgracia imprevisible.
Temporal – Las personas solo se encuentran temporalmente en la zona de inundación de la ruptura de la represa (por ejemplo, uso estacional de cabañas, rutas de transporte, recreación).
Permanente – La población en riesgo normalmente se encuentra en la zona de inundación por ruptura de la represa (por ejemplo, residentes permanentes).

[2]. Implicaciones para la pérdida de la vida:
Sin especificar – El nivel apropiado de seguridad requerido en una represa donde las personas están temporalmente en riesgo depende de la cantidad de personas, el tiempo de exposición, la naturaleza de la actividad y otras condiciones. Las clases más altas podrían ser apropiadas dependiendo de los requisitos.

Tabla II. 13. Clasificación de la Presa GISTM

Clasificación de las consecuencias de falla de presas	Pérdidas Incrementales				
	Población potencial en riesgo	Pérdida potencial vida	Ambiental	Salud, Social y Cultura	Infraestructura y Economía
Bajo	Ninguna	Ninguna esperada	Pérdida o deterioro mínimo a corto plazo del hábitat o especies raras yen peligro de extinción.	Efectos mínimos e interrupción de los negocios ylos medios de subsistencia. Ningún efecto medible en la salud humana. Ninguna interrupción del patrimonio, la recreación, la comunidad o bienes culturales.	Pérdidas económicas bajas: el área contiene infraestructura o servicios limitados. <US$1 millón.

Significante	1-10	Sin especificar	Sin pérdida significativa o deterioro del hábitat. Contaminación potencial del suministro de agua para ganado/fauna sin efectos sobre la salud. Agua de proceso de baja toxicidad potencial. Los jales no son potencialmente generadores de ácido y tienen un bajo potencial de lixiviación neutral. Restauración possible dentro de 1 a 5 años	Interrupción significativa del negocio, servicio o dislocación social. Baja probabilidad de pérdida del patrimonio regional, la recreación, la comunidad o los bienes culturales. Baja probabilidad de efectos sobre la salud.	Pérdidas en instalaciones recreativas, lugares de trabajo estacionales y de uso poco frecuente rutas de transporte. <10 US$.
Alto	10-100	Posible (1-10)	Pérdida significativa o deterioro de hábitats críticos o especies raras yen peligro de extinción. Contaminación potencial del suministro de agua para ganado/fauna sin efectos sobre la salud. Agua de proceso moderadamente tóxica. Bajo potencial de drenaje de roca ácidao efectos de lixiviación de metales de los jales liberados. Área potencial de impacto 10 km2 – 20 km2. Restauración posible pero difícil y podría tomar > 5 años	500-1000 personas afectadas por la interrupción de negocios, servicios o dislocación social. Perturbación del patrimonio regional, la recreación, la comunidad o los bienes culturales. Potencial para los efectos a corto plazo en la salud humana.	Pérdidas económicas elevadasque afectan a la infraestructura, el transporte público y las instalaciones comerciales o el empleo. Reubicación moderada/compensación a comunidades <100 US$.
Muy alto	100-1,000	Probable (10 – 100)	Gran pérdida o deterioro de hábitats críticos o especies raras y en peligro de extinción. Agua de proceso altamente tóxica. Alto potencial de drenaje de roca ácida o efectos de lixiviación de metales de los jales liberados. Área potencial de impacto > 20 km2. Restauración o compensación posible pero muy difícil y requiere mucho tiempo (5 años a 20 años).	1000 personas afectadas por interrupción de negocios, servicios o dislocación social durante más de un año. Pérdida significativa del patrimonio nacional, comunitario o cultural. Potencial para importantes a largo plazo efectos sobre la salud humana.	Pérdidas económicas muy elevadas que afectan a infraestructuras o servicios importantes (p. ej., carreteras, instalaciones industriales, instalaciones de almacenamiento, para sustancias peligrosas) o al empleo. Alta reubicación/compensación a las comunidades. < US$1B.

Extremo	>1,000	Muchas (>100)	Pérdida catastrófica de hábitat crítico o especies raras y en peligro de extinción. Agua de proceso altamente tóxica. Muy alto potencialde drenaje ácido de rocas o efectos de lixiviación de metales de los jales liberados. Área potencial de impacto > 20 km2. Restauración o compensación en especie imposible o requiere mucho tiempo (> 20 años).	5000 personas afectadas por interrupción de negocios, servicios o dislocación social durante años. Patrimonio nacional significativo o instalaciones comunitarias o bienes culturales destruidos. Potencial de graves y/o efectos a largo plazo en la salud humana.	Pérdidas económicas extremas que afectan la infraestructura o los servicios críticos (p. ej., hospitales, grandes complejos industriales, grandes instalaciones de almacenamiento de sustancias peligrosas) o el empleo. Muy alta reubicación/compensación a las comunidades y muy altos costos de reajuste social. >US$1B.

Los criterios mínimos de diseño considerados para el diseño de prefactibilidad del TSF se determinaron utilizando la clasificación de la presa (Muy alta) y las pautas CDA y GISTM.

Los criterios de diseño varían para la clasificación de la presa durante las operaciones y el cierre, al comparar las pautas CDA y GISTM; sin embargo, los criterios de diseño de la CDA son más extremos y se seleccionaron como los criterios de diseño prevalentes.

El TSF no tiene un aliviadero de emergencia durante las operaciones y, por lo tanto, la instalación se dimensionará para proporcionar una contención total de la inundación de diseño de entrada (IDF) de 72 horas (EMPR, 2016). Se habilitará un aliviadero de emergencia para el inicio del cierre y conducirá cualquier exceso de flujo más allá de la capacidad de almacenamiento de TSF en cierre. Las IDF de operaciones y cierre para una clasificación Muy Alta son las siguientes:

- Operaciones: 2/3 entre el 1/1,000 y evento PMF (CDA, 2013)
- Cierre: evento PMF (CDA, 2019)

El PMF es un evento hidrológico extremo que no tiene una probabilidad de excedencia anual aplicable y excede los valores de evento de tormenta de 1/10,000 eventos. El PMF se calcula como el máximo de tres escenarios, como se indica a continuación (CDA, 2007):

1. Precipitación máxima probable (PMP) de primavera de 72 horas + capa de nieve de 100 años
2. El PMP anual de 72 horas
3. Precipitación primaveral de 72 horas en 100 años + capa de nieve máxima (10 000 años)

El área del Proyecto no está sujeta a acumulación de nieve, por lo tanto, el PMF se calcula a partir del PMP anual de 72 horas. El aumento estimado resultante en el volumen de agua embalsada a la TSF debido al evento IDF es de 10 Mm3 durante las operaciones y 13 Mm3 durante el cierre.

Los criterios de diseño de operaciones y cierre sísmico de clasificación Muy Alta son los siguientes:

- Operaciones: ½ entre 1/2,475 y 1/10,000 o MCE (CDA, 2013)
- Cierre: 1/10,000 o MCE (CDA, 2019)

Los criterios de diseño sísmico se simplificaron para considerar el evento de período de retorno de 1/10000 años tanto para las operaciones como para el cierre, que tiene un PGA de 0,21.

Para la descripción de la construcción, obras de drenaje, los pozos de monitoreo y en general las descripciones qu se realizan en el presente documento se refiere como "aguas arriba" a partir del bordo iniciador hacia la cara

interior de la presa y "aguas abajo" a partir del bordo hacia la cara exterior de la presa como se muestra en la siguiente figura:

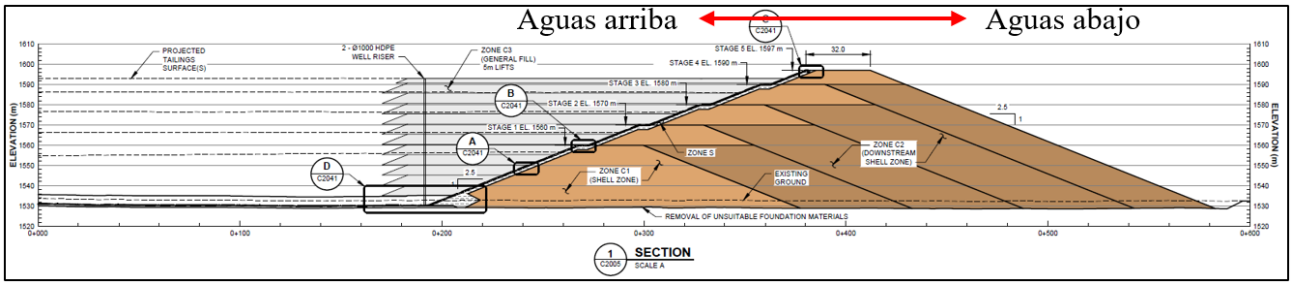


Figura II. 17. Identificación de las áreas de la Presa de Jales a partir del bordo iniciador

Propiedades de los jales

Los jales se depositarán en la Presa en una sola corriente de jales espesados con un contenido de sólidos en lodo aproximado de **63** % (por peso). Se proporcionó una muestra de jales representativa para evaluar las características geotécnicas de los materiales de jales y los resultados del programa de pruebas de laboratorio están documentados en el Informe resumido de pruebas de laboratorio de jales (KP, 2022b). El programa de laboratorio incluyó pruebas de índice (geotécnicas), así como pruebas de sedimentación de lodos, secado al aire, consolidación y permeabilidad para determinar las características de los jales después de la deposición y para una variedad de condiciones de campo esperadas.

A continuación, se proporciona un resumen de los resultados del programa de laboratorio:

Categoría	Clasificación de opciones ponderadas											
	Ubicación 1		Ubicación 2		Ubicación 3		Ubicación 4		Ubicación 7		Ubicación 8	
	PEA		Norte Central		Nor Oeste		Nor Este		Este		Sur Este	
	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	7A	7B	8A	8B
Ambiental	6.8	7.3	10.9	11.4	10.4	10.8	11.8	12.2	9.6	10.0	9.6	10.0
Técnico	7.9	8.9	9.1	9.7	8.9	9.7	9.3	9.7	9.1	10.0	8.8	10.0
Social	7.9	9.8	9.6	11.5	7.7	9.6	9.8	11.7	13.1	15.0	13.1	15.0
Económico	10.4	6.3	8.8	7.5	10.4	7.5	12.5	7.5	11.7	7.5	10.4	7.5
Puntuación MAA	33.1	32.2	38.4	40.1	37.4	37.6	43.3	41.1	43.5	42.6	41.9	42.6
Clasificación MAA	1.74	1.69	2.02	2.11	1.97	1.98	2.28	2.16	2.29	2.24	2.21	2.24
Clasificación	**11**	**12**	**8**	**7**	**10**	**9**	**2**	**6**	**1**	**3**	**5**	**3**

- La muestra de jales se clasifica como arena limosa (SM) con un 46 % del material que pasa el tamiz #200 y un D50 de aproximadamente 0,09 mm.
- La gravedad específica medida para los jales fue de 2.782.

Evaluación de alternativas

Se completó un estudio preliminar de Evaluación de alternativas de ubicación de la presa (KP, 2022a) en 2022 que identificó posibles ubicaciones de almacenamiento dentro de los 10 km del sitio de planta propuesto. La evaluación de alternativas consideró dos tecnologías alternativas, A) Lodos de jales pesados convencionales y B) Jales filtrados (pila seca), en todas las potenciales ubicaciones.

Se llevó a cabo un Análisis de Cuentas Múltiples (MAA) para doce opciones de presas preseleccionadas (seis espesadas, seis filtradas) en base a criterios de evaluación seleccionados. La MAA consideró la revisión

geológica regional, el balance hídrico de alto nivel y las estimaciones de costos comparativos para respaldar las ponderaciones de la MAA. Los criterios de evaluación ambiental, técnica, social y económicase consideraron en el MAA y a cada criterio se le asignó un peso relativo de acuerdo con su importancia en su categoría específica. Los pesos más altos indicaron una mayor importancia relativa y reflejan las condiciones del sitio y los problemas relacionados con el desarrollo propuesto. Las opciones se clasificaron y puntuaron para cada uno de los criterios de evaluación en base a una escala cualitativa "Preferida" (3), "Aceptable" (2) y "Menos preferida" (1). Las clasificaciones fueron subjetivas basadas en la comprensión de los criterios de evaluación con opciones relativas entre sí.

Tabla II. 14. Resultados de evaluación de alternativas (KP, 2022a)

Categoría	Clasificación de opciones ponderadas											
	Ubicación 1		Ubicación 2		Ubicación 3		Ubicación 4		Ubicación 7		Ubicación 8	
	PEA		Norte Central		Nor Oeste		Nor Este		Este		Sur Este	
	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	7A	7B	8A	8B
Ambiental	6.8	7.3	10.9	11.4	10.4	10.8	11.8	12.2	9.6	10.0	9.6	10.0
Técnico	7.9	8.9	9.1	9.7	8.9	9.7	9.3	9.7	9.1	10.0	8.8	10.0
Social	7.9	9.8	9.6	11.5	7.7	9.6	9.8	11.7	13.1	15.0	13.1	15.0
Económico	10.4	6.3	8.8	7.5	10.4	7.5	12.5	7.5	11.7	7.5	10.4	7.5
Puntuación MAA	33.1	32.2	38.4	40.1	37.4	37.6	43.3	41.1	43.5	42.6	41.9	42.6
Clasificación MAA	1.74	1.69	2.02	2.11	1.97	1.98	2.28	2.16	2.29	2.24	2.21	2.24
Clasificación	**11**	**12**	**8**	**7**	**10**	**9**	**2**	**6**	**1**	**3**	**5**	**3**

La evaluación de alternativas se completó a alto nivel para seleccionar una opción preferida para el PFS. En el futuro se requerirá una evaluación integral de alternativas, con aportes de las partes interesadas locales, y puede resultar en un cambio de la opción preferida de manejo de jales.

Los principales factores en la clasificación preferida para la Opción 7A son los siguientes:

Tecnología (Espesado):

- No se requieren procesos de molienda adicionales (filtrado).
- Hay un menor riesgo de problemas operativos y manejo de materiales de jales fuera de especificación.
- La construcción de una planta de jales filtrados tiene un alto costo de capital inicial.

Ubicación:

- El agua de proceso y de escorrentía está contenida dentro de la misma instalación. El agua recuperada proviene del estanque de sobrenadante (o aguas claras) en la presa
- La presa se encuentra en un subdrenaje separado que evita las operaciones mineras, y esto es un beneficio cuando se consideran escenarios potenciales de ruptura de la presa.

La presa está ubicada dentro de un único conjunto de tenencia de tierras privadas

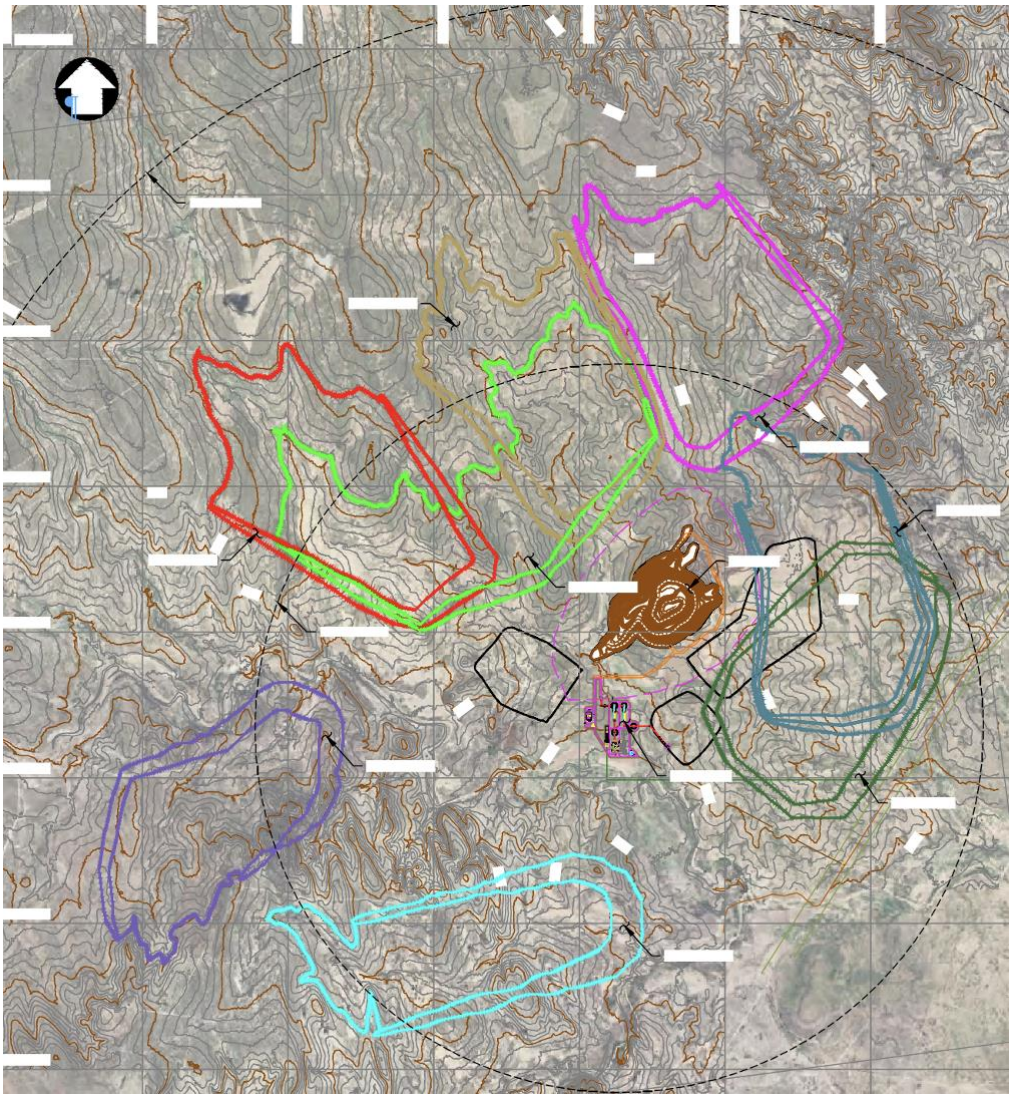


Figura II. 18. Alternativas de ubicación de la presa de jales

Caracterización geotécnica

Knight Piésold and Co. completó un programa de investigación geotécnica del sitio (SI) que consta de 37 pozos de prueba y 11 sondajes debajo del bordo TSF y dentro de la cuenca TSF para caracterizar las condiciones de la instalación. El programa SI se resume en un informe independiente (KPD, 2022a).

La sobrecarga es de origen aluvial y residual y típicamente tiene un espesor de 1 a 2 m, aumentando a aproximadamente 3 m en los canales de los arroyos. Esta unidad de sobrecarga predominante subyace a la mayor parte del bordo TSF. Se clasifica de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) como grava arcillosa con arena (GC), y normalmente contiene 35 a 45 % de grava, 25 a 45 % de arena, 5 a 20 % de limo y 5 a 15 % de arcilla. El límite líquido (LL) osciló entre 26 y 36 %, el índice de plasticidad (PI) osciló entre 10 y 21 % y el contenido de humedad natural osciló entre 3 y 5 %. Tiene un peso unitario seco de 19 kN/m3. La permeabilidad probada varía de 2E-8 m/s en confinamiento bajo (300 a 600 kPa) y disminuye a 4E-9 m/s en confinamiento más alto (1200 kPa).

En los cauces de los arroyos, la sobrecarga se clasifica como Arcilla pobre con arena (CL). Es de 0 a 10% de grava, de 10 a 30 % de arena, de 30 a 40 % de limo y de 30 a 60 % de arcilla. El LL varió de 36 a 53%, PI de 21 a 38% y contenido de humedad natural de 8 a 14%. Tiene un peso unitario seco de 18 kN/m3 y tiene una

conductividad hidráulica de 1E-10 m/s.

Tres unidades de rocas fueron identificadas en las cercanías del TSF. La unidad principal que subyace a la mayor parte del bordo TSF es el Conglomerado Polimíctico. Este se extiende sobre 145 m de profundidad en la parte sur de la instalación y disminuye de espesor hacia el norte. Se superpone a la Formación Mezcalera Marrón Claro, que se interpreta como un subcultivo aproximadamente 500 m al sur de la extensión norte de los bordos TSF. Subyacente a la Formación Mezcalera Marrón Claro se encuentra la Formación Mezcalera Gris.

El proyecto propuesto tiene una vida de la mina de 18 años, seguida de actividades de cierre. La producción total de la mina es de aproximadamente 300 Mt de mineral, procesado en dos fases. La fase 1 considera un rendimiento de 25 500 t/d en los años 1 a 4, antes de la expansión del rendimiento para la fase 2 a 51 000 t/d para el resto de las operaciones de la mina.

El programa actual de producción de la mina también produce aproximadamente 610 Mt de residuos durante la vida útil de la mina. Las pruebas geoquímicas y el modelado del tepetate y jales de Cordero están actualmente en curso para estimar el comportamiento de generación de ácido a largo plazo de los materiales que contienen sulfuro. Los resultados preliminares de las pruebas de celdas de humedad (HCT) indican que el material de los jales tiene potencial para producir lixiviados con concentraciones elevadas de aluminio, antimonio, arsénico y manganeso. Se consideró este potencial de generación de drenaje ácido para el diseño de la presa.

Potencial de filtración

Se desarrolló un modelo de filtración transitoria unidimensional (1D) para representar el primer año de depósito de jales en la parte sin revestimiento de la instalación, utilizando el software de modelado numérico Seep/W (Versión 2021.4; Seequent Limited, 2021). Se agregaron jales en elevaciones de 0,35 m durante cada período de estrés del modelo, de acuerdo con la tasa de aumento mensual esperada durante el primer año de operaciones.

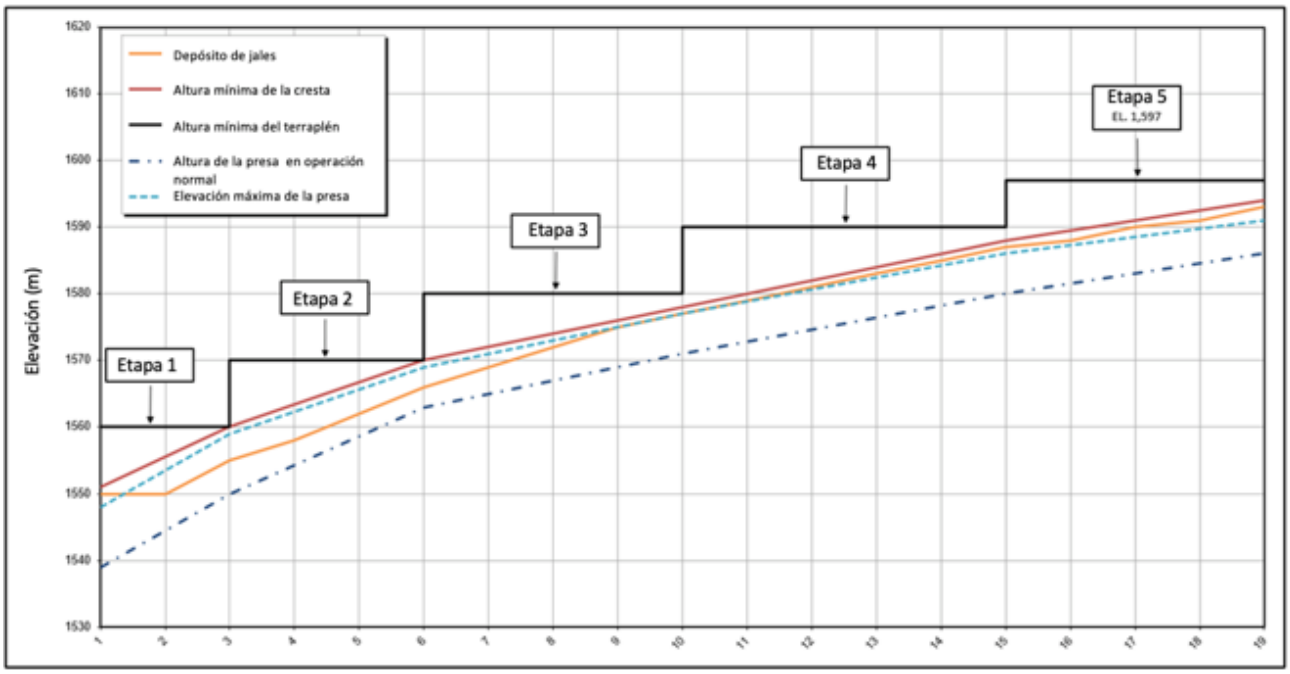
El potencial de filtración durante las primeras operaciones estará limitado por la gran cantidad de agua que se evaporará de la instalación. El alto grado de evaporación da como resultado la saturación parcial de los jales y los materiales de cimentación y una disminución en la conductividad hidráulica de los jales, lo que restringe la ocurrencia de filtraciones desde la instalación.

La tasa de filtración del caso base 1D pronosticada es de aproximadamente 0,01 L/s y se produce a partir de jales depositados en más de 100 000 m2. Se realizó un análisis de sensibilidad para evaluar la incertidumbre en las propiedades del material y las condiciones climáticas. El análisis de sensibilidad de filtración de límite superior sugiere que la tasa de filtración podría ser casi 20 veces mayor dependiendo de la conductividad hidráulica de los jales; sin embargo, aún se espera que la tasa de filtración límite superior estimada de la instalación sea baja debido a la evaporación.

Se realizó un cálculo simplificado de fugas en el revestimiento para estimar las fugas por defectos en el revestimiento de HDPE, el cual alberga el agua de arranque del molino. La fuga en el revestimiento se estimó siguiendo el método de Giroud y Bonaparte (1989) para defectos en las uniones. Durante la puesta en marcha de la mina, se estima que la fuga a través del revestimiento es de aproximadamente 2 a 4 L/s. Una vez que se depositan los jales, actúan como una barrera de menor permeabilidad y la filtración del revestimiento debajo de los jales se considera insignificante.

Calendario de llenado

El bordo de la presa está diseñado para ser construido en cinco etapas durante la vida útil de la mina. La presa de jales final está dimensionada para almacenar 300 Mt de jales junto con el flujo entrante de diseño, y 3 m de borde libre. El Bordo inicial de la presa (Etapa 1) almacenará dos años de desechos mineros. Luego de terminar la construcción, se completarán las expansiones posteriores aguas abajo para respaldar las operaciones en curso.



Gráfica II. 3. Elevación del bordo contenedor de la presa por año

La presa de jales se ha diseñado teniendo en cuenta el almacenamiento de agua recuperada equivalente a aproximadamente tres meses de los requerimientos totales de agua del molino en cada fase de proceso (~1 Mm 3 en la Fase 1, ~2,5 Mm 3 en la Fase 2) para brindar flexibilidad para operar durante los períodos de flujo bajo. El tamaño de la presa también considera el almacenamiento adicional de escorrentía del flujo de inundación por encima del volumen máximo operativo del estanque. Se espera que se desarrolle un vaso operativo limitado en la superficie de los jales y que la recuperación de agua al molino para su uso en el procesamiento se realice a través de un sistema de bomba flotante.

Configuración y construcción

El bordo TSF es un terraplén zonificado de material de relleno/enrocamiento construido principalmente con roca estéril obtenida de tajo abierto. Para la construcción de bordos también se pueden utilizar materiales adecuados de las actividades de excavación y modelado de cuencas. La preparación de la la cimentación para el bordo incluye la remoción y almacenamiento de material orgánico y todos los materiales inadecuados de la huella. Los materiales orgánicos se almacenarán para su uso durante la recuperación de TSF al cierre.

El bordo está diseñado con pendientes de 2,5 horizontal a 1 vertical (2,5H:1V) en ambos lados. El talud aguas arriba incluye un banco de 5 m en cada etapa para el acceso a la tubería de jales. La altura máxima del bordo TSF, medida desde la cresta de la Etapa 5 hasta la elevación más baja del talud aguas abajo, es de aproximadamente 65 m.

La construcción del bordo debe completarse bajo la supervisión de un ingeniero calificado que informe al Ingeniero de registro (EOR). Esto asegurará que la construcción se complete según los planos de diseño y que la construcción cumpla con los requisitos de las especificaciones técnicas y el programa de aseguramiento de calidad.

Se desarrollará un manual detallado de Operación, Mantenimiento y Vigilancia (OMS en inglés) para utilizarlo como documento guía en la operación segura de la presa de jales. Este manual incluirá la información esencial relacionada con el DR y las instalaciones auxiliares. El Manual OMS permitirá:

- Identificar al personal clave con funciones y responsabilidades.
- Proporcionar una descripción general de la mina, la presa de jales y las instalaciones auxiliares, el enfoque y clasificación del diseño, y otra información relevante.

- Describir los objetivos medibles de rendimiento cuantificables (QPOs en inglés) para la presa de jales en función de la instrumentación instalada.
- Describir los procedimientos de operación, mantenimiento y vigilancia para la presa de jales y las instalaciones auxiliares.

El diseño de la presa de jales considera la construcción de 6 pozos de monitoreo de aguas subterráneas, 3 aguas arriba y 3 aguas abajo del bordo iniciador. La distancia de ubicación considera lo especificado en la NOM-141-SEMARNAT-2003. Se incluirá un programa de monitoreo ambiental del agua subterránea interno y externo a través de un laboratorio acreditado y aprobado para tal fin.

La construcción del bordo incluirá la colocación de materiales específicos en capas horizontales, con cada capa descargada, esparcida y compactada en su espesor específico, según el tipo de material, para cumplir con las especificaciones de densidad compactada.

El ancho de la cresta del bordo TSF es tres veces el ancho de un CAT 789 más bermas (diseñado para el tráfico CAT 789 de dos vías), para ser consistente con el equipo de la flota minera planificada que entregará los materiales del tajo abierto. Esto equivale a 32 m y se aplica a todas las etapas.

Se construirá en 5 etapas, como se muestra a continuación:

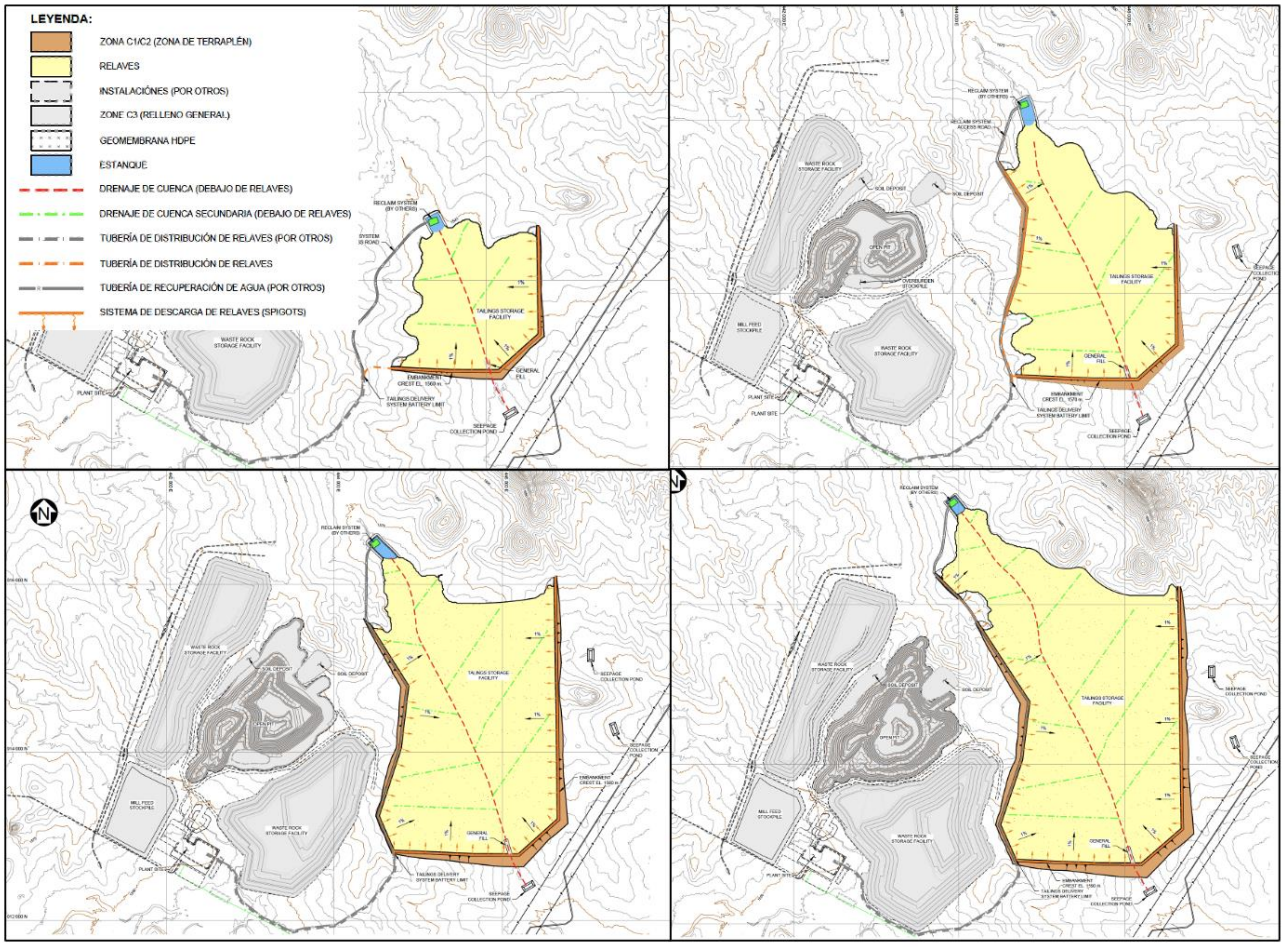


Figura II. 19. Diseño de presa de jales y bordo en etapa 1 a la 4

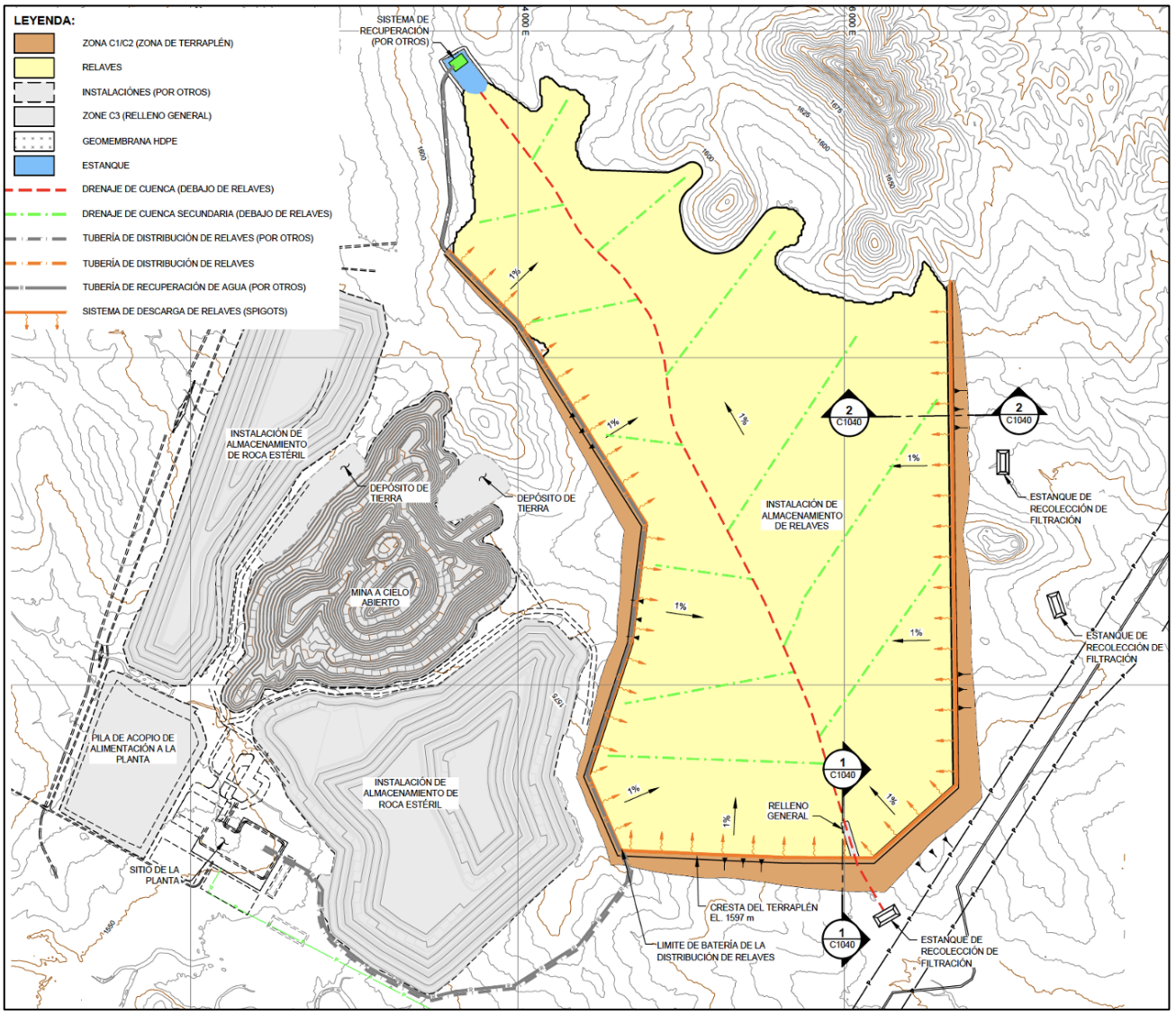


Figura II. 20. Diseño final de la presa de jales y bordo

Controles de filtración

El diseño de TSF incluye un revestimiento de geomembrana en la cara aguas arriba del bordo. El revestimiento de geomembrana se extiende hacia el área inferior de la cuenca TSF donde se desarrollará inicialmente el estanque sobrenadante. El área revestida se extenderá hasta el centro de la cuenca TSF donde se manejará el estanque de sobrenadante a medida que la instalación se llene mediante la deposición controlada de jales. Las áreas revestidas requerirán limpieza, excavación y modelado para proporcionar una base adecuada para la geomembrana.

El diseño de TSF también incluye un drenaje de cimentación debajo del revestimiento de geomembrana que se extiende a lo largo del punto bajo de la pileta inicial. El drenaje de cimentación, que consta de grava de drenaje,

dos tuberías perforadas cubiertas con geotextil, recolecta y transporta las filtraciones y los flujos de agua debajo del revestimiento y debajo del bordo TSF. El drenaje de cimentación desemboca en un estanque de recolección de filtraciones ubicado aguas abajo del bordo final.

Se incluye una red de drenaje sobre el revestimiento de geomembrana para recolectar la infiltración de jales y ayudar en la consolidación a largo plazo de los mismos. El drenaje principal igualmente consta de grava con dos tuberías perforadas cubiertas con geotextil. Los drenajes secundarios de la cuenca se extenderán desde el drenaje primario en un patrón de espiga. La red de drenaje se conectará a un sumidero aguas arriba del bordo inicial con un sistema de bomba de recuperación que devuelva el agua recolectada a la planta para su procesamiento.

Tipos de materiales

En la siguiente tabla se resumen las zonas y materiales del bordo.

Zona	Ubicación	Material	Requerimientos de los Materiales	Colocación y Compactación
S	Zona de baja permeabilidad	Grava Arcillosa con Arena	Sobrecarga (material fino) de áreas de préstamo o excavaciones dentro de la cuenca TSF, desmonte a cielo abierto u otra fuente adecuada. Puede requerir una evaluación.	Transporte, colocación, distribución, compactación en elevaciones de 300 mm (máx.).
B	Cama de Revestimiento	Arena	Arena seleccionada o procesada de Tajo abierto, cuenca del TSF u otra fuente adecuada. Puede requerir trituración, tamizado.	Transporte, colocación, distribución, compactación en elevaciones de 300 mm (máx.).
C1	Zona de carapazón	Roca Estéril	Seleccionar enrocado del tajo abierto. Puede requerir evaluación	Transporte, coloque, distribuya, compacte con un rodillo de tambor liso en elevaciones de 1000 mm.
C2	Zona de carapazón aguas abajo	Roca Estéril	Seleccionar enrocado del tajo abierto.	Acarreo, colocación, esparcimiento en elevaciones de 5000 mm, compactado por el tráfico de tractores y topadoras.
C3	Relleno general	Roca Estéril	Seleccionar enrocado del tajo abierto.	Acarreo, colocación, esparcimiento en elevaciones de 5000 mm, compactado por el tráfico de tractores y topadoras.
D	Drenaje	Roca	Grava gruesa seleccionada o procesada del tajo abierto u otra fuente adecuada. Puede requerir trituración, cribado	Acarreo, Colocación, Extensión con compactación nominal en elevaciones de 500 mm (máx.).
P	Drenaje	Tapa protectora de drenaje	Seleccionar enrocado del tajo abierto. Puede requerir evaluación	Acarreo, Colocación, Extensión con compactación nominal en elevaciones de 500 mm (máx.).

Análisis de estabilidad

Se realizaron análisis de estabilidad de equilibrio límite bidimensional utilizando SLOPE/W, un paquete de software comercial (GEOSLOPE, 2022), para evaluar el factor de seguridad estimado contra los modos de falla rotacional. Se evaluó la estabilidad del bordo para la sección crítica del diseño propuesto, ubicada aguas abajo. Se excavarán y secimentará el bordo sobre roca madre en su sección máxima. Se evaluó la estabilidad de la

presa de la etapa 1 (inicio) y la etapa 5 (final). La sección de análisis de estabilidad se muestra en la Figura siguiente:

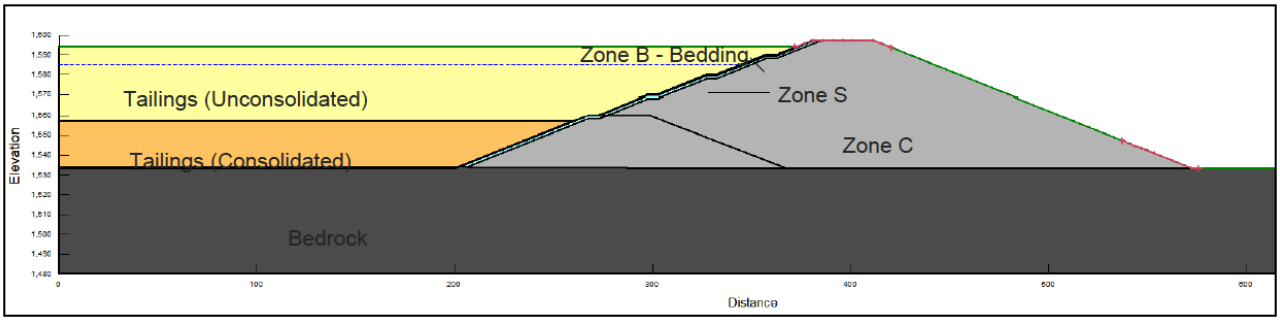


Figura II. 21. Sección de análisis de estabilidad

Los parámetros del material utilizados para el análisis de estabilidad se desarrollaron a partir del Informe de caracterización del sitio (KPD, 2022b) y utilizando valores típicos para el material de construcción propuesto. Para los análisis pseudoestáticos y post sísmicos, se aplica una reducción de resistencia del 20 % a los materiales consolidados para tener en cuenta la posible pérdida de tensión cíclica. Se asume que los jales se espesan y una relación de resistencia post-sísmica (sur/σ'v) se asume conservadoramente como 0,05, que es un valor residual no consolidados de límite inferior para los materiales de jales.

Todos los escenarios de análisis cumplen con los requisitos mínimos del factor de seguridad y se presentan en la siguiente tabla:

Escenario	Presa inicial		Presa Final		Factor de seguridad objetivo
	Talud aguas abajo	Talud aguas abajo	Talud aguas abajo	Talud aguas abajo	
Estático – No estanque	-	2.7	-	-	1.5
Estático – Condiciones de operaciones normales	2.7	1.8	2.5	1.7	1.5
Estático – Condiciones de operaciones de emergencia	2.5	-	2.0	-	1.5
Pseudo-Estático	1.7	-	1.6	-	1.0
Post-Sísmico	2.2	-	2.0	-	1.2

Instrumentación y Monitoreo

La instrumentación geotécnica se instalará en el TSF y en las fundaciones subyacentes que se monitoreará durante la vida útil de la mina y el cierre. Los datos de instrumentación se utilizarán para evaluar el rendimiento de la instalación y para identificar cualquier condición que difiera de las supuestas durante el diseño. Las enmiendas a los diseños en curso, las estrategias operativas y/o el trabajo de remediación se pueden implementar según sea necesario, para responder a las condiciones cambiantes.

Se instalarán los siguientes tipos de instrumentación:

- Piezómetros de cuerda vibrante para monitorear las presiones de agua intersticial dentro del bordo TSF, jales y la cimentación.
- Levantamiento de monumentos para identificar y monitorear los desplazamientos superficiales (movimientos laterales y asentamientos) de los bordos TSF, en caso de que estos ocurran.
- Inclinómetros de pendiente para identificar y monitorear el movimiento potencial de los bordos y la cimentación de TSF, en caso de que ocurran.

- Se incorporará instrumentación a través de un sistema de monitoreo remoto, para que todas las partes (Ingeniero de registro, Ingeniero del propietario, etc.) puedan acceder y revisar los datos de forma remota y para facilitar las notificaciones activadas automáticamente en caso de que se excedan los niveles de activación. Hay muchos proveedores de sistemas de monitoreo remoto disponibles (hardware y software), a una variedad de precios según las capacidades deseadas del sistema y las restricciones específicas del sitio. El diseño detallado de la red de instrumentación y el sistema de monitoreo remoto se completará en una etapa posterior del proyecto.

Balance y Manejo de aguas

Se completó un modelo de balance de agua para el Proyecto a fin de evaluar las condiciones requeridas para mantener suficiente suministro de agua de proceso para respaldar las operaciones de la mina y para mantener la operación de la TSF dentro de parámetros de diseño. La descripción detallada de las fuentes de agua se describe en el punto de balance de agua general para el proyecto (II.2.3.3.1), mientras en este apartado se describe únicamente lo referente a la presa de jales. Los resultados del modelo de balance hídrico indican que la Presa de Jales necesita para su operación 726,000 m^3 por mes, este volumen se depositará en la pileta inicial ubicada dentro de la presa y provendrá de la planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Parral. Este volumen inicial será depositado en el segundo año de la etapa de preparación del sitio y construcción.

Será necesaria la reposición de 209,000 m3 por mes que se pierde por evaporación debido a las condiciones climáticas de la zona. Una cantidad de agua estará "atrapada" en los vacíos de los jales. El agua de proceso formará un estanque de agua clara en la superficie de los jales y dicha agua acumulada se recuperará y devolverá a la planta para su uso en el procesamiento a través de un sistema de bombas flotantes. Se considera un monitoreo cuidadoso del balance de agua en todo el proyecto para evitar cantidades innecesarias de agua expuestas a la evaporación y la consolidación apropiada de los jales para aumentar el nivel de estabilidad de la presa de jales.

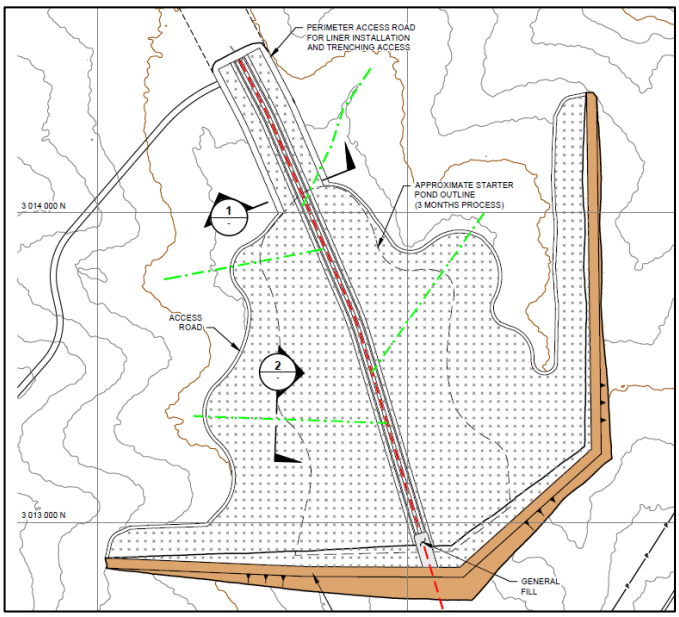


Figura II. 22. Área de la Presa de Jales donde se colocará geomembrana

El diseño de la presa incluye un revestimiento de geomembrana en la cara interior aguas arriba del bordo principal. El revestimiento con geomembrana se extiende hacia el área inferior de la presa donde se desarrollará inicialmente la pileta principal para el agua de stock. El área revestida se extenderá hasta el centro de presa, donde se ubicará el estanque de decantación. El revestimiento de geomembrana, junto con los sistemas de drenaje de cimientos y cuencas y el bajo potencial de filtración de la cuenca natural de la presa, reducirá el potencial de filtración. Las áreas revestidas requerirán limpieza, excavación, modelado, así como compactación en las áreas que así lo requieran, para proporcionar una base adecuada para la geomembrana. En la figura se anterior observa el área donde será colocada la geomembrana.

El diseño de la presa incluye un drenaje de cimentación debajo del revestimiento de geomembrana que se extiende a lo largo del punto bajo de la cuenca. El drenaje de la presa, que consta de grava de drenaje, dos tuberías perforadas y una envoltura de geotextil, recolecta y transporta las filtraciones y los flujos de agua subterránea debajo del revestimiento y debajo del bordo. El drenaje desemboca en una pileta de recolección de filtraciones ubicado aguas abajo del bordo final.

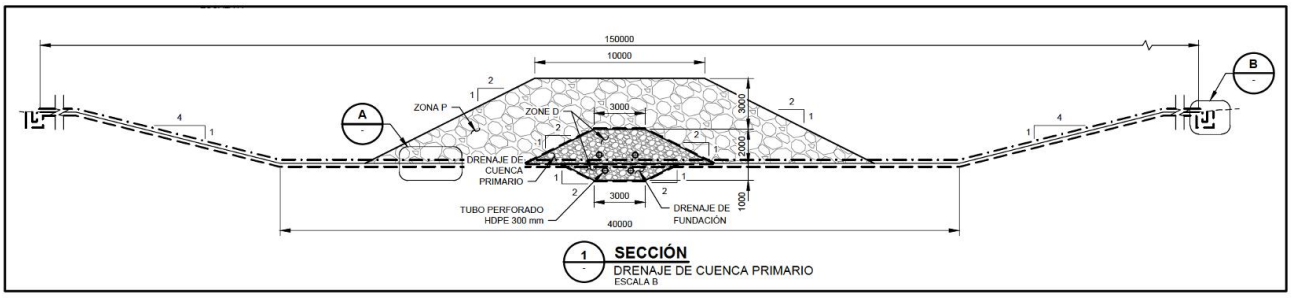


Figura II. 23. Diseño de drenaje de la presa de jales

Se incluye una red de drenaje de cuenca sobre el revestimiento de geomembrana para recolectar la infiltración de los jales y ayudar en la -consolidación a largo plazo. El drenaje de la cuenca principal consta de drenaje de grava con dos tubos perforados (tubería ranurada) y una envoltura de geotextil. Los drenajes de la cuenca secundaria se extenderán desde el drenaje de la cuenca primaria en un patrón de espiga dentro de la cuenca. La red de drenaje se conectará a un sumidero en el pie aguas arriba del bordo de inicio con un sistema de bomba de recuperación para devolver el agua recolectada a la planta para su reúso en el beneficio de minerales.

El diseño de la presa incluye un drenaje de cimentación debajo del revestimiento de geomembrana que se extiende a lo largo del punto bajo de la cuenca. El drenaje de la presa, que consta de grava de drenaje, dos tuberías perforadas y una envoltura de geotextil, recolecta y transporta las filtraciones y los flujos de agua subterránea debajo del revestimiento y debajo del bordo. El drenaje desemboca en una pileta de recolección de filtraciones ubicado aguas abajo del bordo final.

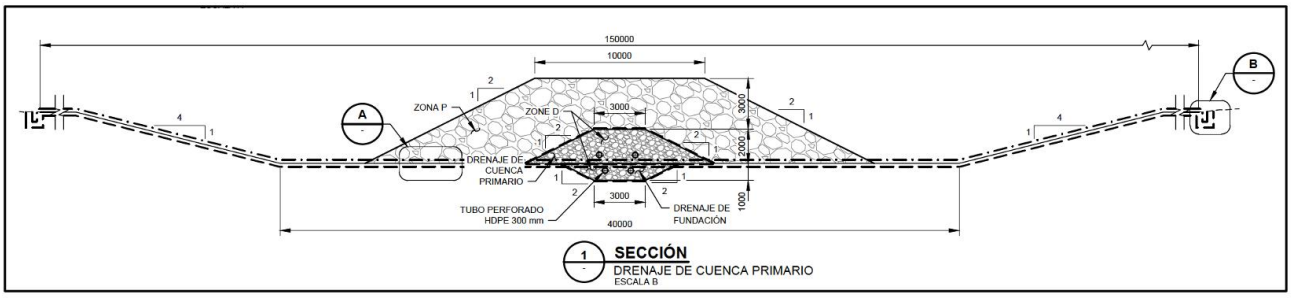


Figura II. 24. Diseño de drenaje de la presa de jales

Se incluye una red de drenaje de cuenca sobre el revestimiento de geomembrana para recolectar la infiltración de los jales y ayudar en la -consolidación a largo plazo. El drenaje de la cuenca principal consta de drenaje de grava con dos tubos perforados (tubería ranurada) y una envoltura de geotextil. Los drenajes de la cuenca secundaria se extenderán desde el drenaje de la cuenca primaria en un patrón de espiga dentro de la cuenca. La red de drenaje se conectará a un sumidero en el pie aguas arriba del bordo de inicio con un sistema de bomba de recuperación para devolver el agua recolectada a la planta para su reúso en el beneficio de minerales.

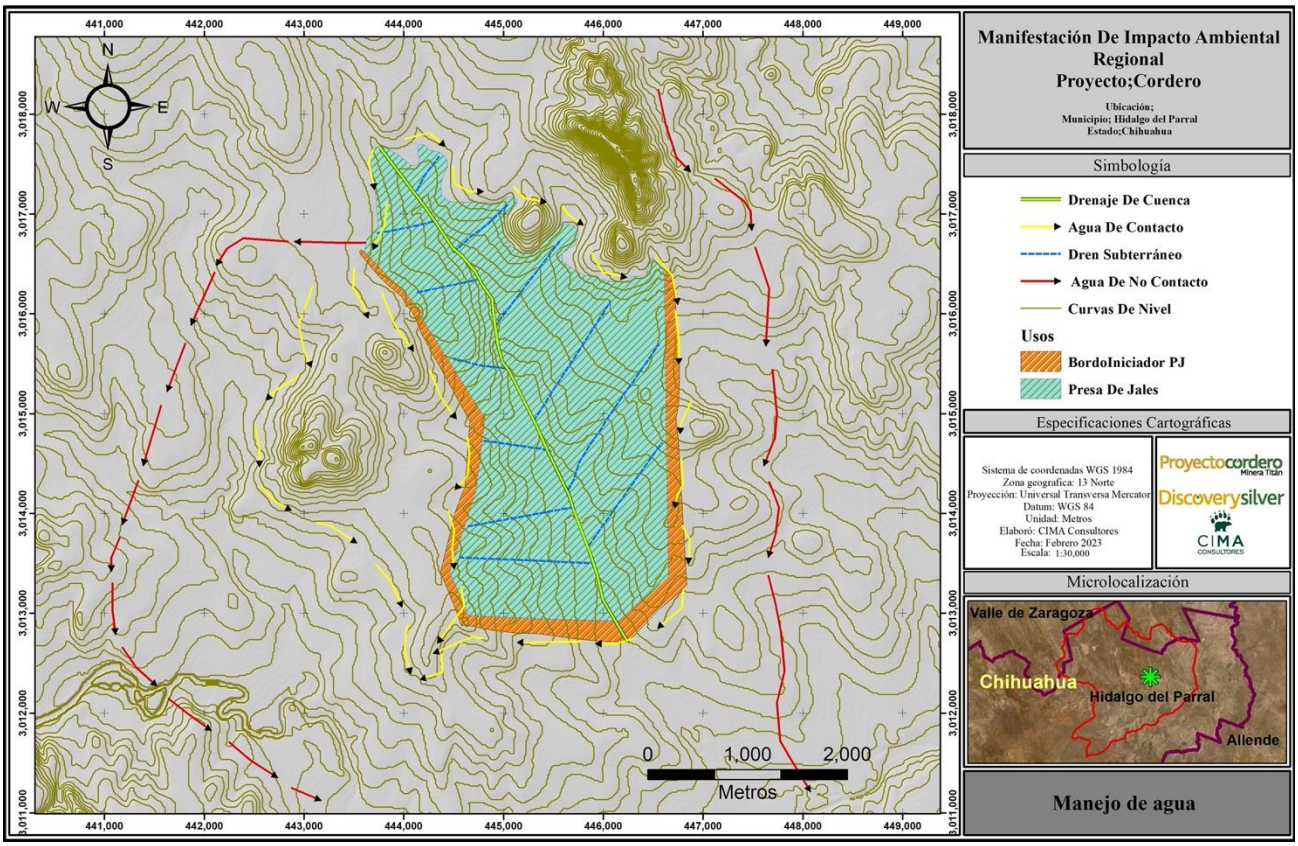


Figura II. 25. Sistema drenaje de la presa de jales

Operación

Sistema de depósito de jales

El Sistema de depósito de jales de la Etapa 1 consistirá en una sola tubería de aproximadamente 1500 metros de longitud, que transportará los jales desde la tubería de distribución del espesador de jales hasta el lugar de descarga en la esquina sur (primera) de la cresta del bordo. Esta tubería se instalará durante la pre-producción y está construida con tubería de HDPE DR9 de DN 500 mm. La tubería única transportará la corriente de jales de la Fase 1 (25,500 tpd).

El sistema de depósito de jales se ampliará en el Año 4 para la Fase 2 cuando la producción de la Planta aumente a 51,000 tpd. Se requerirán dos tuberías de depósito de jales para llegar a las extensiones del bordo Este y Oeste de la Etapa 2. Las dos líneas de jales utilizan tuberías de HDPE de ND 700 mm y juntas transportan la corriente de jales. La longitud de la tubería de entrega requerida variará a lo largo de la vida útil de la mina según la etapa de construcción del bordo. Las longitudes máximas de tubería de distribución son requeridas para el bordo de la Etapa 5, con una longitud de aproximadamente 5 300 metros en el bordo Este y 3 500 metros en el bordo Oeste. Se instalarán grifos de descarga de jales, que constan de 2 válvulas, 1 T de tubería de acero, carrete de tubería de 20 m (ND 500 mm y 700 mm para las Etapas 1 y 2, respectivamente), alrededor de la instalación según sea necesario para formar la playa de jales y limitar los puntos bajos a lo largo del bordo.

La carga dinámica total (TDH) requerida para entregar los jales en el TSF también variará con la preparación del bordo y las elevaciones de la cresta. El TDH requerido para transportar los jales desde el límite de la batería aguas arriba de KP hasta el TSF es el más bajo durante la Etapa 1 a 12 m, y el más alto durante la Etapa 5 a 94 m. Tener en cuenta que el diseño del sistema de bombeo de jales también debe considerar el TDH de la sección de la tubería aguas arriba del punto de enlace.

Cierre

El concepto de cierre de la presa de jales consideró la estabilidad física y química de los jales y el bordo a largo plazo, es decir después de que las operaciones mineras se detengan y cierren. Los datos hidrometeorológicos del sitio de la mina indican que la instalación operará con un déficit anual durante el cierre. Los eventos de lluvia intensa pueden dar como resultados el desarrollo temporal de una laguna en la superficie de la pesa de jales, que se espera que se evapore o se infiltre en el material de jales. Las principales actividades de cierre incluyen lo siguiente:

- Dar forma a la superficie de los jales para promover el drenaje hacia el vertedero de cierre. La descarga selectiva de jales ocurrirá en los últimos años de operaciones para nivelar la superficie de la presa en la máxima medida posible.
- También se puede implementar la ubicación seleccionada de materiales de enrocamiento si es necesario para lograr las leyes finales objetivo a lo largo de la superficie de los jales.
- Construcción de vertedero de cierre de la presa
- Construcción de una cubierta de cierre de ingeniería y revegetación de la superficie de jales reformada.
- Recorte final, nivelación, recuperación y revegetación de los terraplenes TSF.
- Recuperación progresiva y desmantelamiento de instalaciones no esenciales, caminos de acceso, zanjas y otras estructuras cuando ya no se necesiten.

Se realizará un seguimiento a largo plazo de la presa de jales para demostrar que se están logrando los objetivos de restauración y protección ambiental, incluida la estabilidad de las estructuras.

Diseño de la etapa de cierre

La capa que recubre la superficie de la presa de jales y tepetateras sea una cubierta de ingeniería, compuesta por materiales de origen local, como roca estéril no generadora de drenaje ácido, y suelo fértil recuperado durante la etapa de preparación del sitio, que actuará como medio de crecimiento para facilitar los trabajos de revegetación.

El objetivo primordial de las actividades de cierre y restauración será devolver al sitio a la condición que presenta actualmente. La presa de jales restaurada deberá mantener la estabilidad química, biológica y física a largo plazo, proteger el medio ambiente aguas abajo y evacuar las aguas superficiales sin mantener ningún estanque en la presa.

El diseño final de la cubierta de cierre de la TSF dependerá de las observaciones y ensayos que se realicen durante las operaciones, de las densidades finales de los jales, de las pruebas y estudios geoquímicos de laboratorio adicionales y de las elevaciones finales de la cresta de la TSF y la configuración del vertedero. Los materiales utilizados en el cierre, los volúmenes de material requeridos, los espesores de capa dentro de la cubierta, el grado final de la cubierta, etc., se optimizarán y revisarán durante futuras fases de diseño. En todo momento se utilizarán especies nativas para asegurar su sobrevivencia y éxito.

Manejo de aguas superficiales y escurrimientos

El manejo de las aguas superficiales en forma de escorrentía es un aspecto importante del cierre de la TSF en caso de que se produzcan precipitaciones elevadas en la zona. El depósito de los jales durante el último año de explotación hará que los jales salgan por los lados oeste, este y sur de la instalación para dar forma a la superficie final de la presa. La cubierta de jales también puede incluir la colocación de materiales de enrocamiento seleccionados, si es necesario para lograr la superficie final deseada. La intención del diseño de la capa de jales es que la escorrentía superficial fluya por encima y drene preferentemente desde el oeste, este y sur hacia el vertedero de cierre.

La escorrentía superficial se manejará mediante la implementación de medidas de drenaje (canales, contornos/reclasificación) en el área dentro del terraplén (aguas arriba de las crestas de los terraplenes) de modo que la escorrentía se dirija hacia el vertedero de cierre. La capa que recubre la cresta del terraplén y el envolvente aguas abajo será diseñado y nivelado para arrojar generalmente la escorrentía aguas abajo del TSF.

La precipitación que se infiltre en la presa de jales o en los materiales del terraplén se manejará en la red de drenaje de la cuenca y la instalación de la TSF y en los sistemas de recolección de filtraciones, de manera similar a los procedimientos de manejo durante las operaciones. Las filtraciones del TSF continuarán siendo capturadas en los estanques de recolección de filtraciones aguas abajo del TSF hasta que el monitoreo de la calidad del agua indique que la filtración es aceptable para su descarga directa al medio ambiente. Se espera que las filtraciones recolectadas durante el período de cierre activo (durante la consolidación de jales, la reclasificación, la construcción de cubiertas, etc.) se manejen en el sitio a través del tratamiento de agua activo y no se recircularán de regreso a la TSF.

Estabilidad geoquímica

La cubierta de cierre se diseñará teniendo en cuenta que se logre la estabilidad geoquímica a largo plazo de la presa. Las pruebas recientes realizadas indican que los jales tienen potencial para generar drenaje ácido. Sujeto a pruebas geoquímicas confirmatorias, uno de los objetivos de la cubierta de cierre será evitar la oxidación a largo plazo del enrocamiento subyacente.

El diseño detallado del sistema de cobertura considerará la oxidación a largo plazo del enrocamiento y los jales. También considerará factores específicos del sitio, como el clima, la geología y los materiales disponibles, y la topografía de la superficie para lograr la estabilidad geoquímica a largo plazo mientras actúa como un medio de crecimiento.

Secuencia de construcción del cierre

1. Las instalaciones se retirarán por etapas y la restauración completa de la presa se iniciará una vez que hayan cesado las operaciones de la mina. La secuencia de restauración de la presade jales conceptualmente la siguiente:
2. Descarga selectiva de los jales y colocación de enrocamiento alrededor de la instalación antes del cierre para establecer una playa final de jales que se inclinará hacia el lugar donde se construirá el vertedero de cierre.
3. Construcción de un vertedero de cierre de la TSF en el lado noroeste de la TSF que desemboca en el tajo abierto clausurado.
4. Desmantelamiento y recuperación y de todas las tuberías, estructuras y equipos que no sean necesarios después del cierre de la mina. Desmantelamiento y retirada de los sistemas de conducción de jales y de recuperación, así como de todas las tuberías, estructuras y equipos que no sean necesarios tras el cierre de la mina.
5. Colocación de un sistema de cobertura que ayude a manejar la escorrentía superficial de la TSF tras el cierre.
6. Eliminación y nivelación de todos los caminos de acceso, estanques, zanjas y áreas de préstamo que no se requieren más allá cierre de mina.
7. Estabilización a largo plazo y revegetación.

El estanque de recuperación se evaporará con el tiempo y no tendrá un efecto significativo en la secuencia de construcción durante el cierre; sin embargo, la consolidación de los jales afectará la duración y la secuencia de la construcción de la cubierta del cierre.

La cubierta se construirá empujando el material desde los terraplenes y el área de relleno hacia la superficie de los jales para mejorar la transitabilidad en la superficie a medida que la cubierta avanza a través de la superficie.

En el plano siguiente se incluyen detalles típicos de las tuberías para las bocas de descarga de residuos y las tuberías a lo largo de la cresta del dique, incluidos los cruces de carreteras, las válvulas de escape de aire, las

bocas de descarga y la conexión de la brida de HDPE.

En el Anexo II.4 se presenta un documento detallado del diseño de la presa de jales, donde además de incluyen pruebas geoquímicas, resultados de pruebas ABA para establecer el potencial generador de drenaje ácido, cálculos de datos de humedad de las celdas y capacidades por año de la presa.

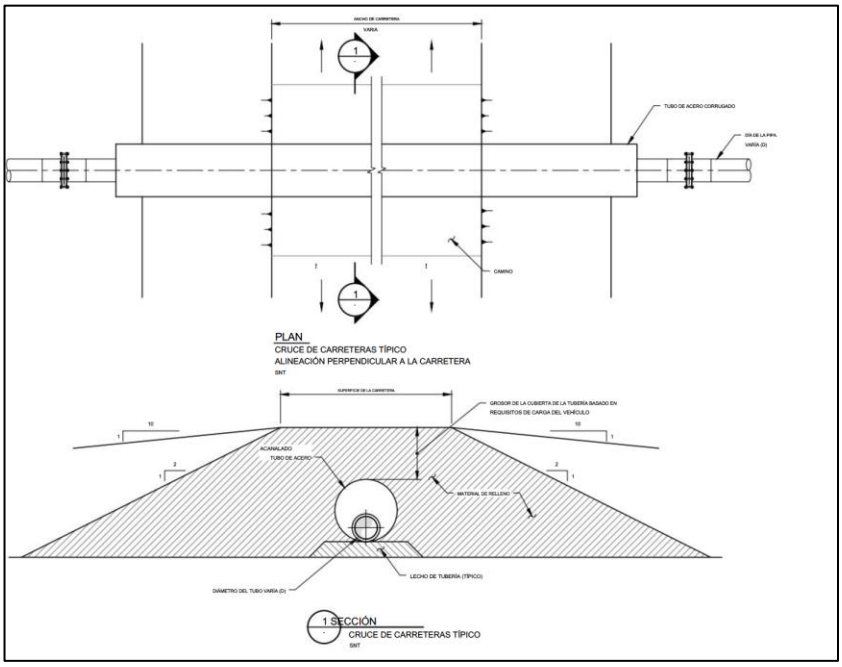


Figura II. 26. Detalles típicos de tubería

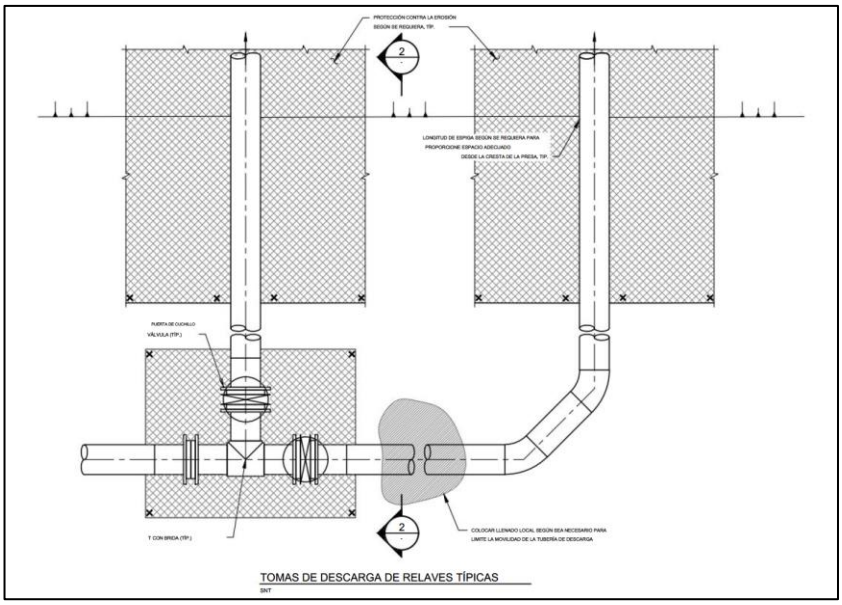


Figura II. 27. Diseño de tomas de descarga de jales

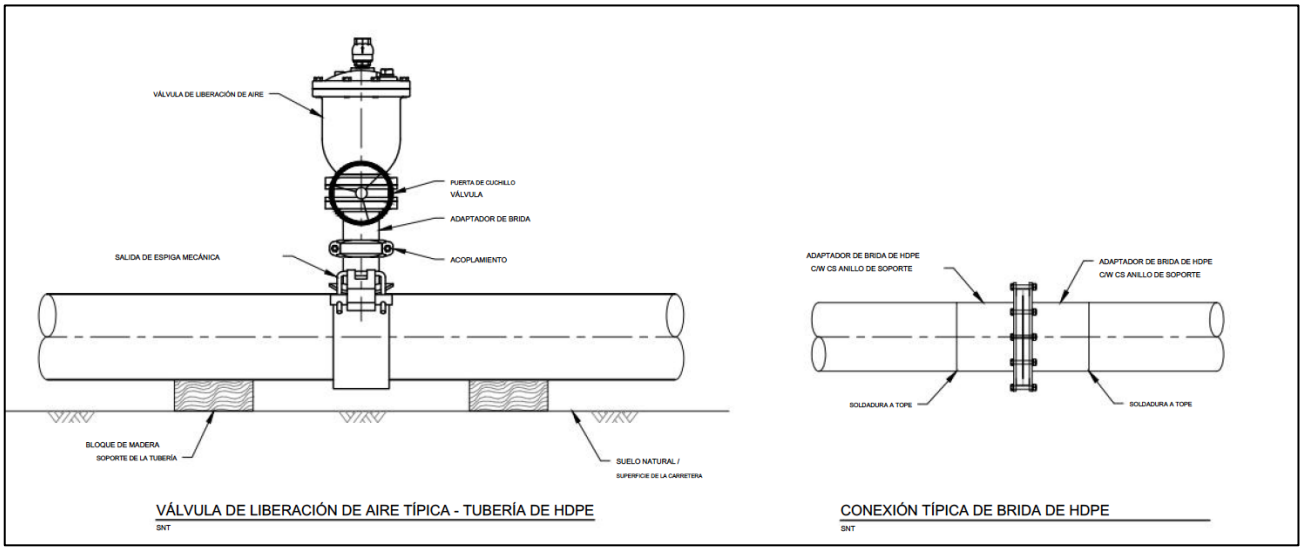


Figura II. 28. Diseño de válvulas y bridas en tubería HDPE

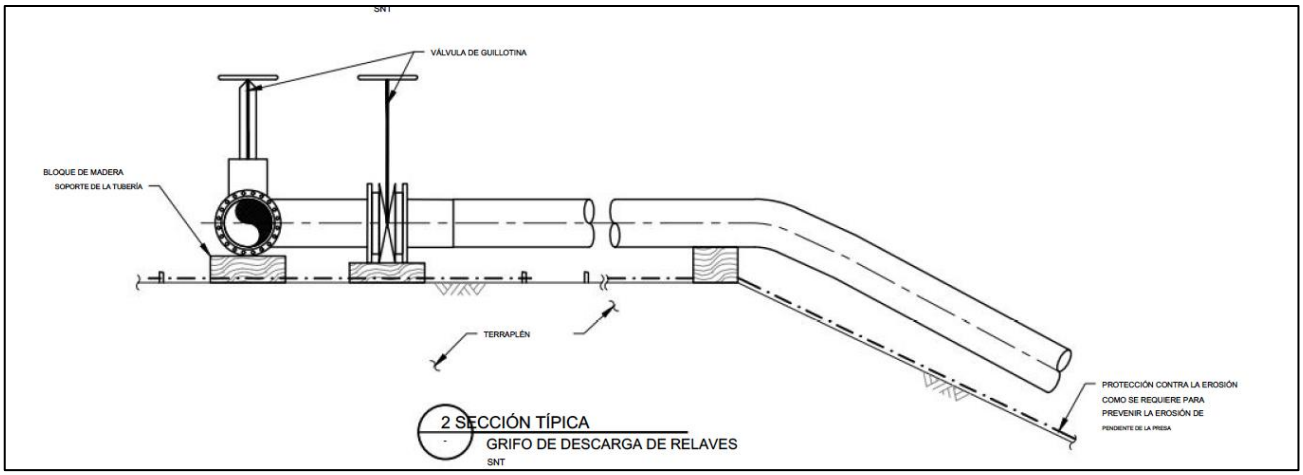


Figura II. 29. Sección típica de la llave de descarga de jales.

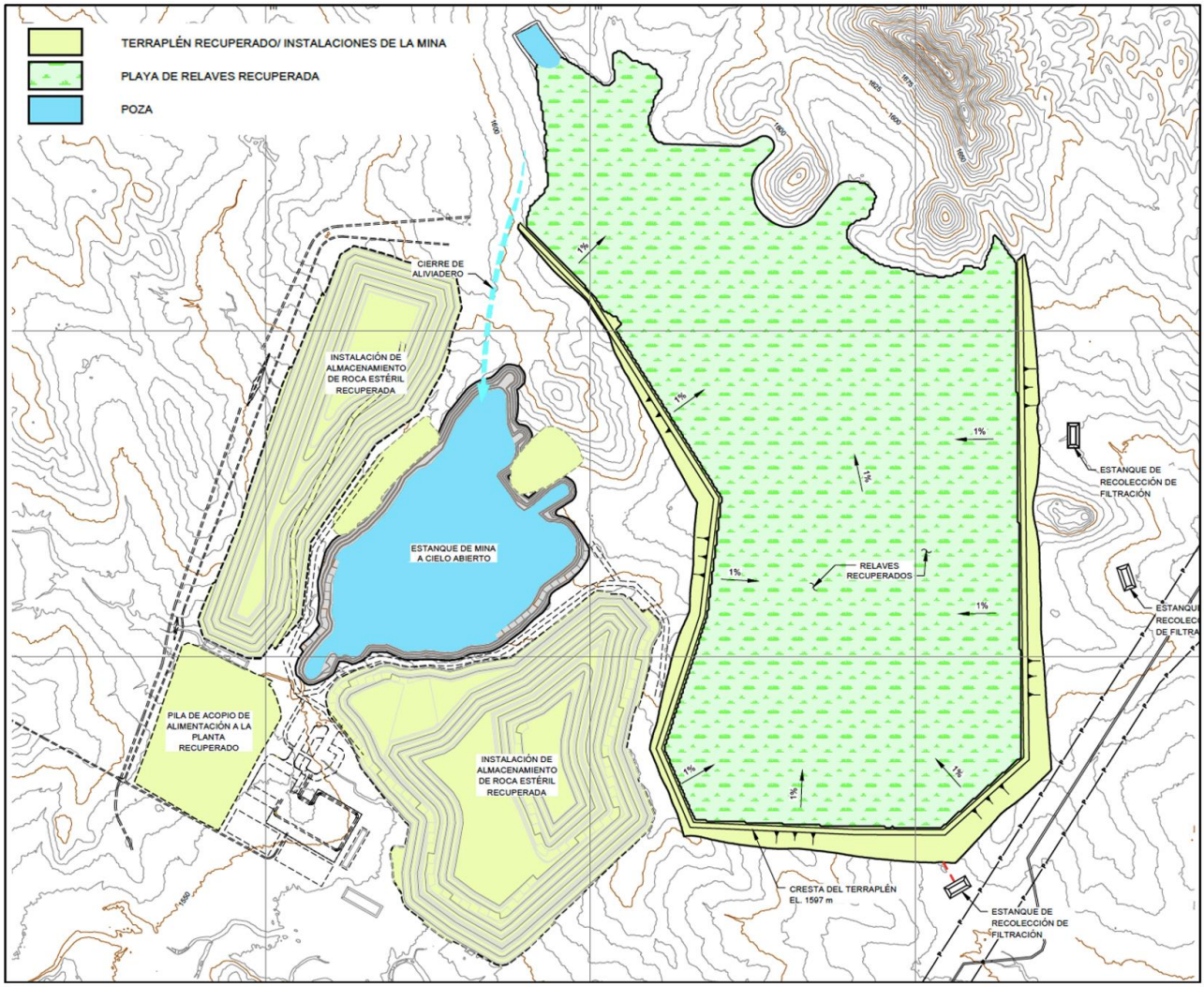


Figura II. 30. Arreglo general clausura y recuperación

II.2.2.2.3 Tepetateras

Para el depósito del tepetate se contempla la construcción de dos tepetateras, la Norte y la Sur.

La tepetatera Norte cuenta con una superficie de 230.970 ha, siendo 201.036 ha que cuentan con vegetación forestal.

Por su parte, la tepetatera Sur presenta una superficie de 271.838 ha de las cuales 235.146 cuentan con vegetación forestal.

Las instalaciones de tepetate se definieron para aprovechar la topografía del sitio minimizando el área a perturbar, el costo operativo, el efecto sobre el medio ambiente y consideraciones de seguridad. Se estableció una distancia mínima de 100 metros entre los dos depósitos de tepetate y las vías de acceso e instalaciones principales, como la presa de jales y las instalaciones de la planta de procesos. Los caminos de acarreo en las tepetateras se establecen en 33,2 metros de ancho y 8% de pendiente. Las configuraciones de taludes para la construcción de las tepetateras y en posición de reclamación final se enumeran en la Tabla siguiente.

Tabla II. 15. Parámetros de diseño de las tepetateras

Componentes de diseño	Unidades	Construcción	Cierre
Ángulo de pendiente	Grados	26.5	18.4

Componentes de diseño	Unidades	Construcción	Cierre
Altura del banco	m	20.0	20.0
Ángulo de la cara	Grados	35.5	21.8
Ancho del banco	m	12.0	10.1
Altura Final Tepetatera Norte (WRF2)	m	160	160
Altura Final Tepetatera Sur (WRF1)	m	280	280

Para las operaciones del Proyecto Cordero, se seleccionaron dos ubicaciones para el almacenamiento de tepetate, una al sur de los límites finales del tajo (tepetatera sur) y una segunda en el lado noroeste del tajo (tepetatera norte). Aproximadamente 85Mt del tepetate serán destinadas a la construcción de la presa de jales ubicada al oeste del tajo.

Para las estimaciones de elevación de las tepetateras y la capacidad requerida de estas instalaciones, se asume una densidad promedio de 2.0 t / m3. La Tabla muestra la distribución de material de tepetate para los diferentes destinos.

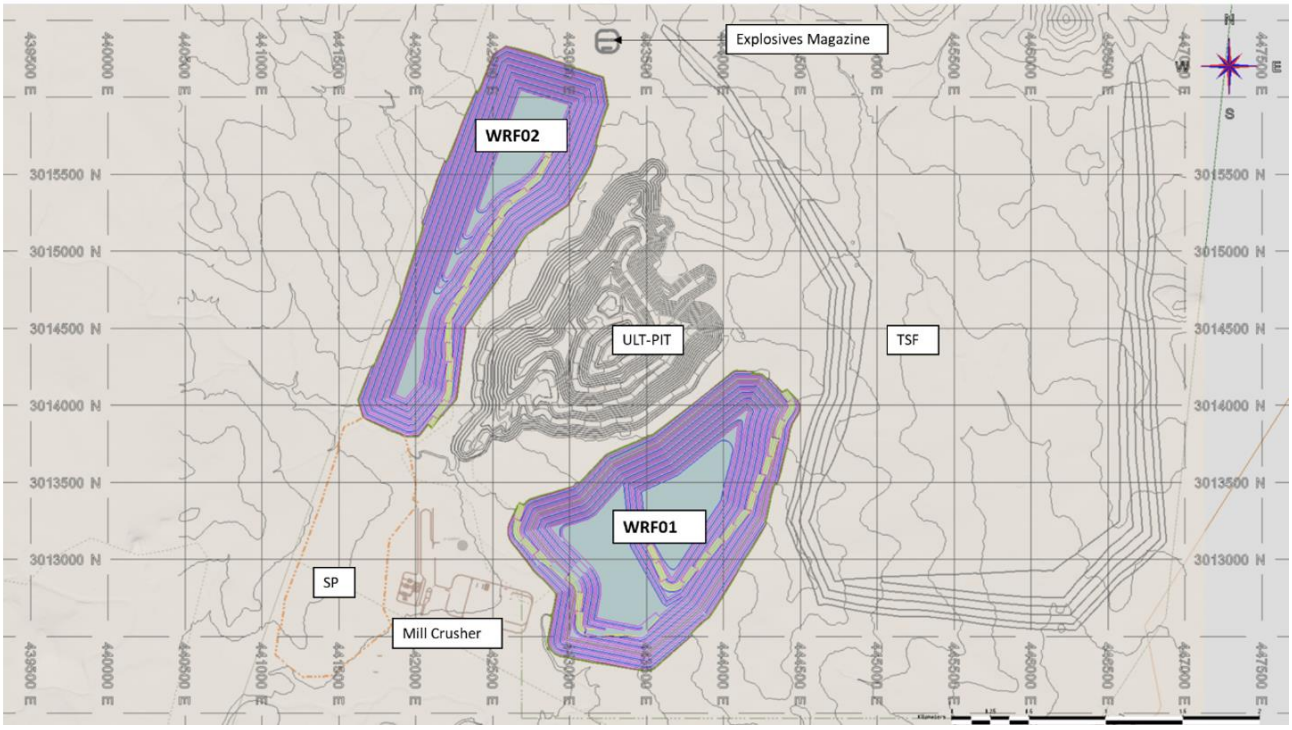


Figura II. 31. Tepetateras propuestas

Tabla II. 16. Volumen de tepetate a generar

Instalación	Óxidos (millones de toneladas)	Sulfuros (millones de toneladas)	Total (millones de toneladas)
Tepetatera 1	55.1	324.8	379.9
Tepetatera 2	16.0	131.8	147.8
Presa de jales	36.0	48.5	84.5
Tepetate total	**107.1**	**505.0**	**612.2**

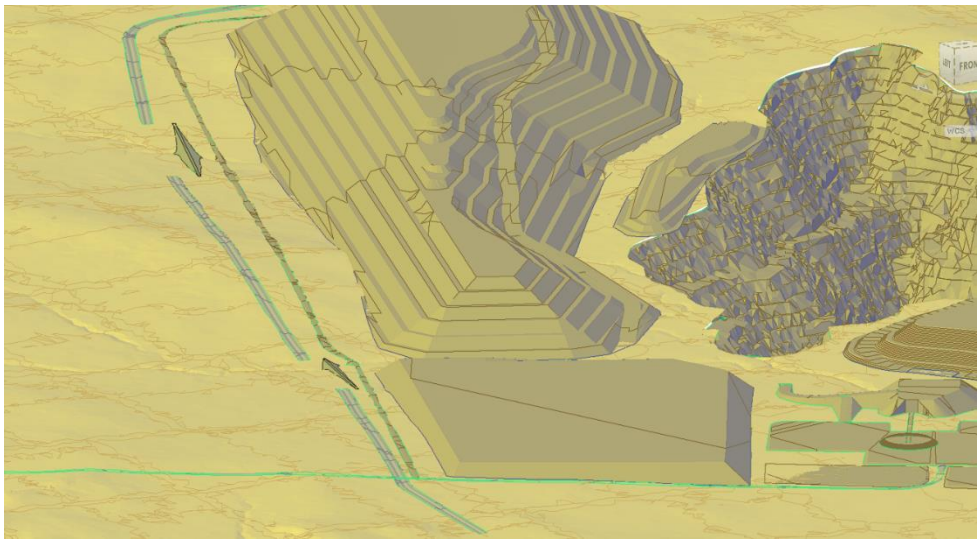


Figura II. 32. Taludes de la tepetatera

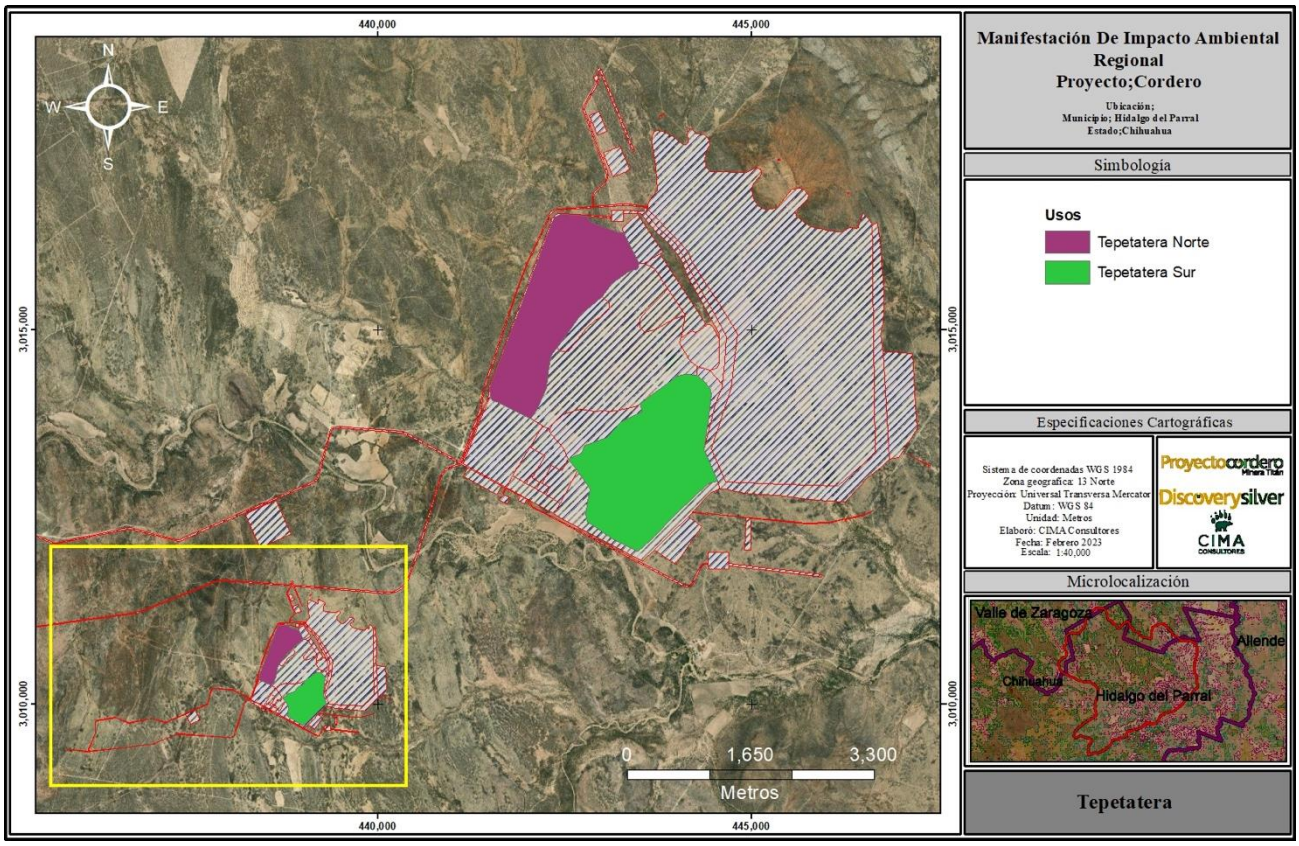


Figura II. 33. Polígonos solicitados para tepetateras

II.2.2.2.4 Planta de procesos

La planta de proceso se instalará en una superficie de 14.259 ha, de las cuales 13.748 corresponden a vegetación forestal y 0.510 ha a agricultura de temporal.

La planta de flotación de plomo y zinc se localiza enseguida del área de molienda en una zona plana, lo que facilita las labores de preparación del sitio.

El diseño de la planta de procesamiento incluye un proceso de ampliación por etapas que permite aumentar la producción y dar cabida al aumento de ley de la alimentación a lo largo de la vida útil de la mina. El diagrama de flujo incluye un circuito de trituración de una sola fase que envía el producto triturado a la pila de mineral triturado. El mineral se devuelve al circuito de molienda Semi-Autógena de Bolas (SAB), que consta de un molino Semi-Autógeno (SAG) y un molino de bolas que funcionan en circuito cerrado con hidrociclones. El material clasificado se envía a etapas sucesivas de flotación Primaria (Rougher), en las que los concentrados de plomo y zinc se separan de la ganga. Los concentrados gruesos de plomo y zinc se envían a molinos de trituración secundaria para una mayor reducción de tamaño antes de la flotación (Cleaner o limpieza). Los circuitos de limpieza aumentan las leyes de los concentrados para producir concentrados de la calidad requerida. Posteriormente, los concentrados pasan a los circuitos de deshidratación que incluyen espesadores de alta capacidad y filtros prensa de placas y bastidores verticales. Las tortas de filtración producidas se manipulan con un cargador frontal para ser apilados y posteriormente transportados para su venta. Los jales del proceso se espesan en un espesador de alta capacidad y se bombean a la presa de jales.

A continuación se presenta un resumen de los criterios de diseño del proceso

Tabla II. 17. Resumen de los criterios de diseño del proceso

Criterios	Unidad	Valor
Producción anual, Año 1-3	t/a	9,307,500
Producción anual, año 4+	t/a	18,615,000
Disponibilidad operativa - Trituración Primaria	h/a	6,570
Disponibilidad operativa - Molienda y Flotación	h/a	7,998
Disponibilidad operativa - Manejo de Concentrados y Jales	h/a	7,198
Tamaño de Alimentación de Trituración, 100% de paso	mm	900
Tamaño de Producto de Trituración, 80 % de paso	mm	85
Tamaño de Producto de Molienda, 80% de paso	µm	200
Carga Circulante del Molino de Bolas - Diseño	%	350
Índice de Trabajo Bond de Molino de Bolas - Diseño	kWh/t	20.9
Índice de Abrasión Bond - Diseño	g	0.447
Ley de Cabeza ROM, Plomo – Diseño, Año 1 a 3	%	0.82
Ley de Cabeza ROM, Zinc – Diseño, Año 1 a 3	%	1.03
Ley de Cabeza ROM, Oro – Diseño, Año 1 a 3	g/t	0.27
Ley de Cabeza ROM, Plata – Diseño, Año 1 a 3	g/t	51.6
Ley de Cabeza ROM, Plomo – Diseño, Año 4 a 6	%	0.60
Ley de Cabeza ROM, Zinc – Diseño, Año 4 a 6	%	0.72
Ley de Cabeza ROM, Oro – Diseño, Año 4 a 6	g/t	0.22
Ley de Cabeza ROM, Plata – Diseño, Año 4 a 6	g/t	37.4
Ley de Cabeza ROM, Plomo – Diseño, Año 7+	%	0.61
Ley de Cabeza ROM, Zinc – Diseño, Año 7+	%	1.09
Ley de Cabeza ROM, Oro – Diseño, Año 7+	g/t	0.08
Ley de Cabeza ROM, Plata – Diseño, Año 7+	g/t	30.1
Rougher de Plata-Plomo, Porcentaje de solidos extraídos para limpieza por etapa (Mass Pull)	%	4.2 - 4.7
Tamaño de Partículas de Remolienda de Plata-Plomo, P80	µm	30
Cleaner Plata-Plomo, Porcentaje de solidos extraídos para limpieza (Mass Pull)	%	0.7 – 1.3
Rougher de Zinc, Porcentaje de solidos extraídos para limpieza por etapa (Mass Pull)	%	8.8 – 14.4
Tamaño de Partículas de Remolienda de Zinc, P80	µm	45

Criterios	Unidad	Valor
Cleaner de Zinc, Total de Porcentaje de solidos extraídos para limpieza (Mass Pull)	%	1.2 – 2.4
Espesador de Concentrado de Plata-Plomo – Índice de sedimentación en unidad de Área - Diseño	$t/m^2/h$	0.25
Espesador de Concentrado Plata-Plomo – Densidad de Bajo Flujo de Diseño	% sólidos (w/w)	65
Espesador de Concentrado de Zinc – Tasa de Asentamiento del Área Unitaria -Densidad de Bajo Flujo	$t/m^2/h$	0.25
Espesador de concentrado de Zinc – Densidad de Bajo Flujo	% sólidos (w/w)	65
Espesador de Jales – Índice de Sedimentación de unidad de Área – Diseño de Densidad de Bajo Flujo	$t/m^2/h$	0.8
Espesador de Jales – Densidad de Bajo Flujo	% sólidos (w/w)	63
Filtro de Plata-Plomo, Índice de Filtración	$kg/m^2/h$	271
Contenido de Humedad del Concentrado de Plata-Plomo	%	8
Filtro de Zinc, Índice de Filtración	$kg/m^2/h$	190
Contenido de Humedad del Concentrado de Zinc	%	9
Recuperación de Plata a Concentrado de Plata-Plomo	%	65 – 75
Recuperación de Plomo a Concentrado de Plata-Plomo	%	84 – 89
Ley de Concentrado de Plata-Plomo, Plomo	% Pb	49 – 60
Ley de Concentrado de Plata-Plomo, Plata	g/t	2,544 – 3941
Recuperación de Zinc a Concentrado de Zinc	%	85 – 90
Recuperación de Plata a Concentrado de Zinc	%	14 – 23
Ley de Concentrado Zinc, Zinc	% Zn	51 – 54
Ley de Concentrado Zinc, Plata	g/t	441 – 598

La planta de procesos ocupará una superficie de 14.25857 ha. En los siguientes planos se presenta el arreglo general de la planta, estos planos para su mejor visualización se presentan en el Anexo II.5.

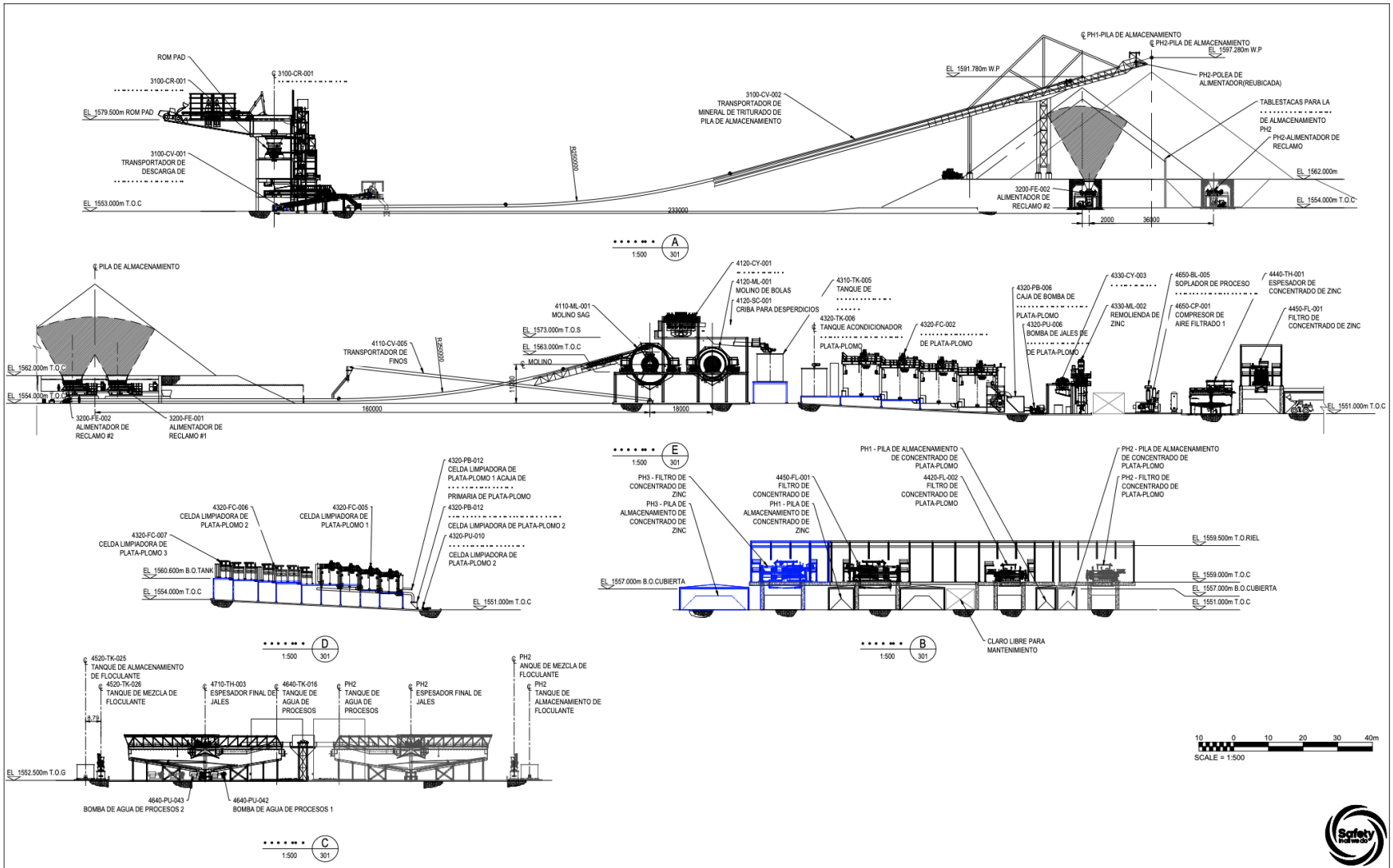


Figura II. 34. Arreglo general de la planta de proceso

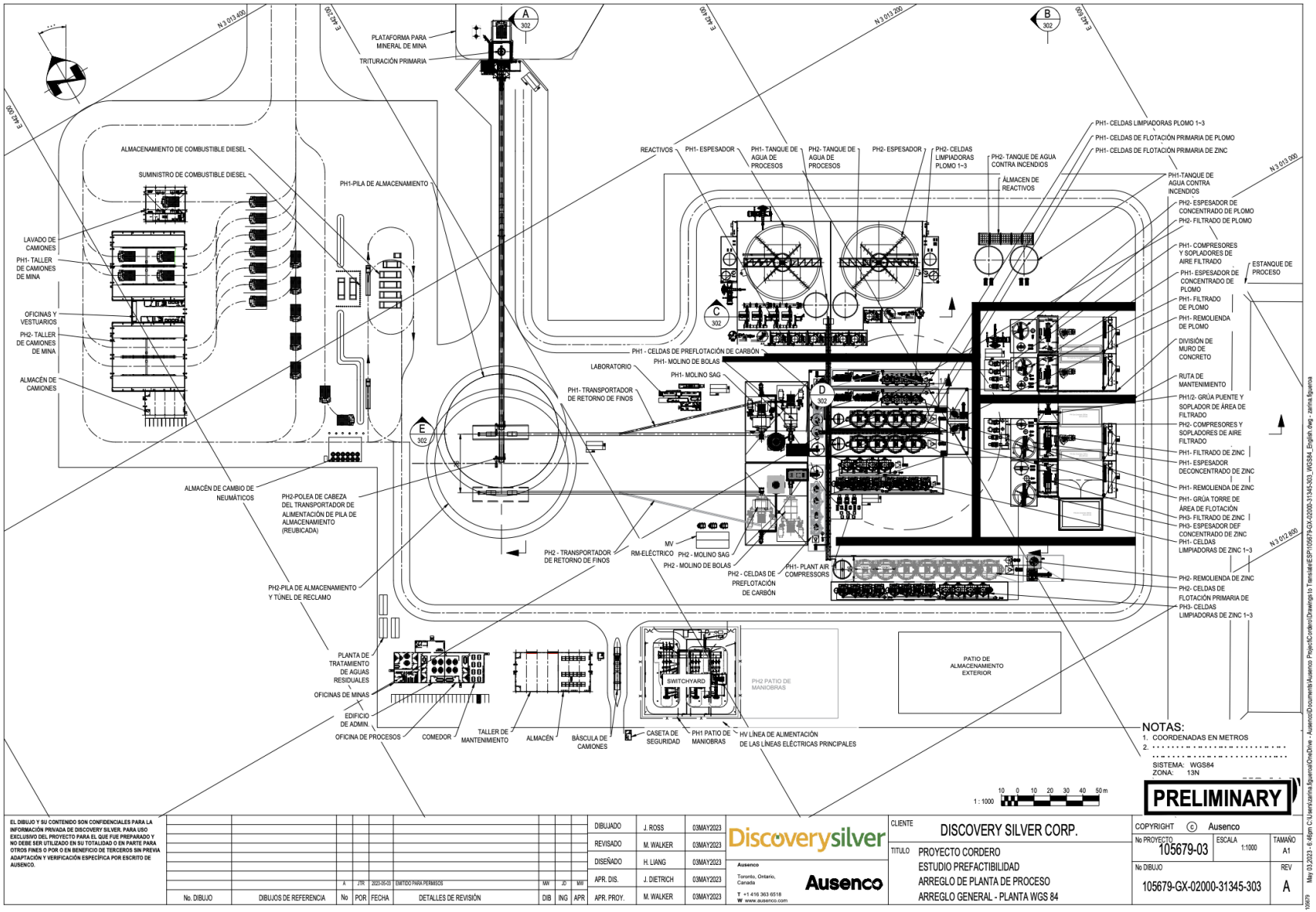


Figura II. 35. Arreglo general de la planta de proceso

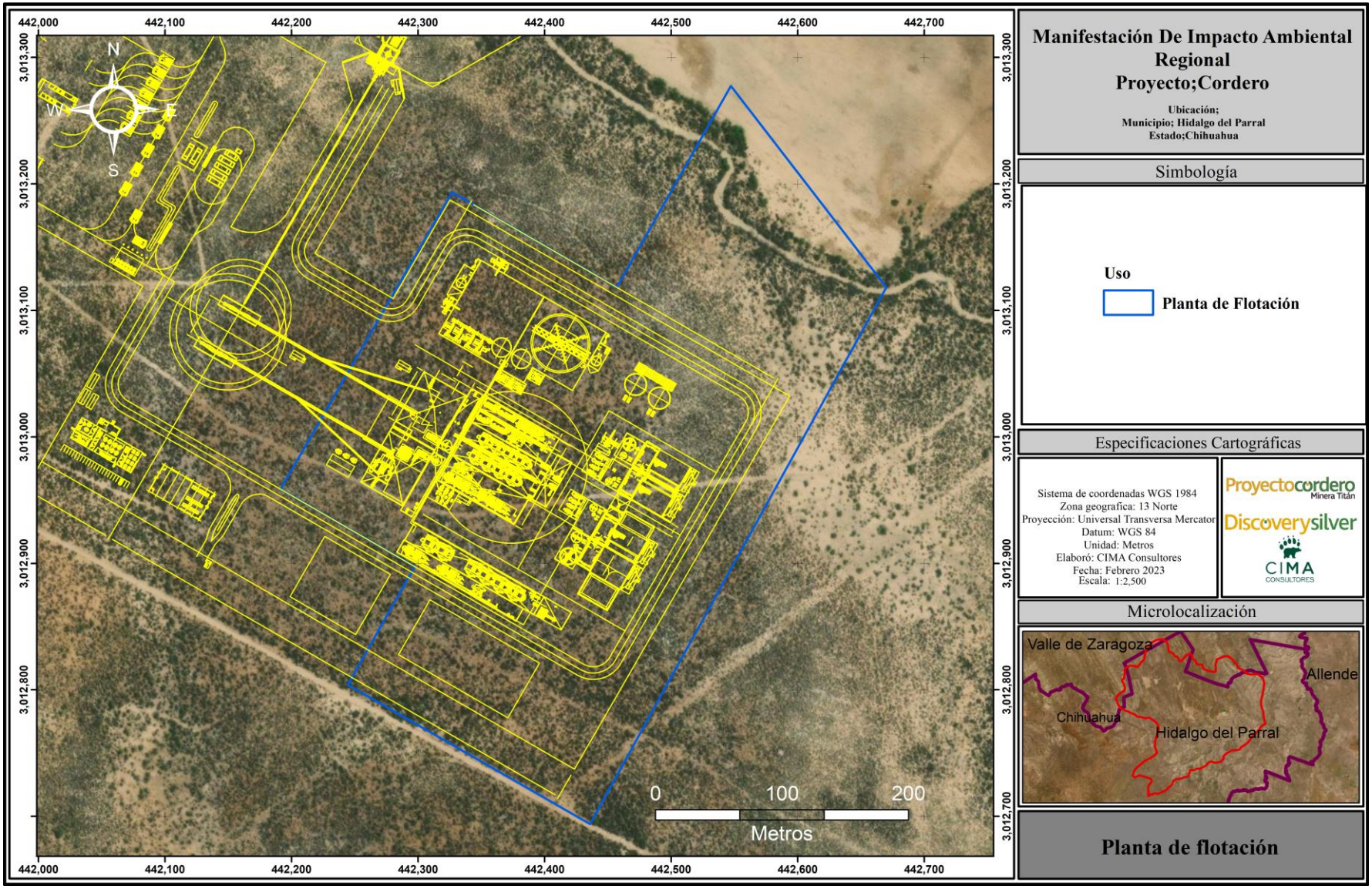


Figura II. 36. Polígono solicitado para instalación de la planta de procesos

II.2.2.3 Obras asociadas o provisionales.

II.2.2.3.1 Caminos

Se contará con una red de caminos de acceso al proyecto, el cual comunica desde una vía principal pavimentada, tanto al proyecto como al campamento. Se tendrá acceso directo al proyecto a través de este camino. También comunica las áreas operativas con el campamento.

Los caminos serán de 15 m de ancho y ocupa una superficie total de 45.334 ha. Donde 41.903 ha corresponden a zonas con vegetación forestal.

Adicionalmente a estos caminos descritos previamente, se tienen 4 caminos de acceso que conectan a los pozos de monitoreo de la presa de jales. En total ocupan una superficie de 1.396 ha, de las cuales 1.392 ha cuentan con vegetación forestal.

Estos caminos se utilizarán para el transporte de materiales y equipos en la etapa de construcción y operación para vehículos ligeros.

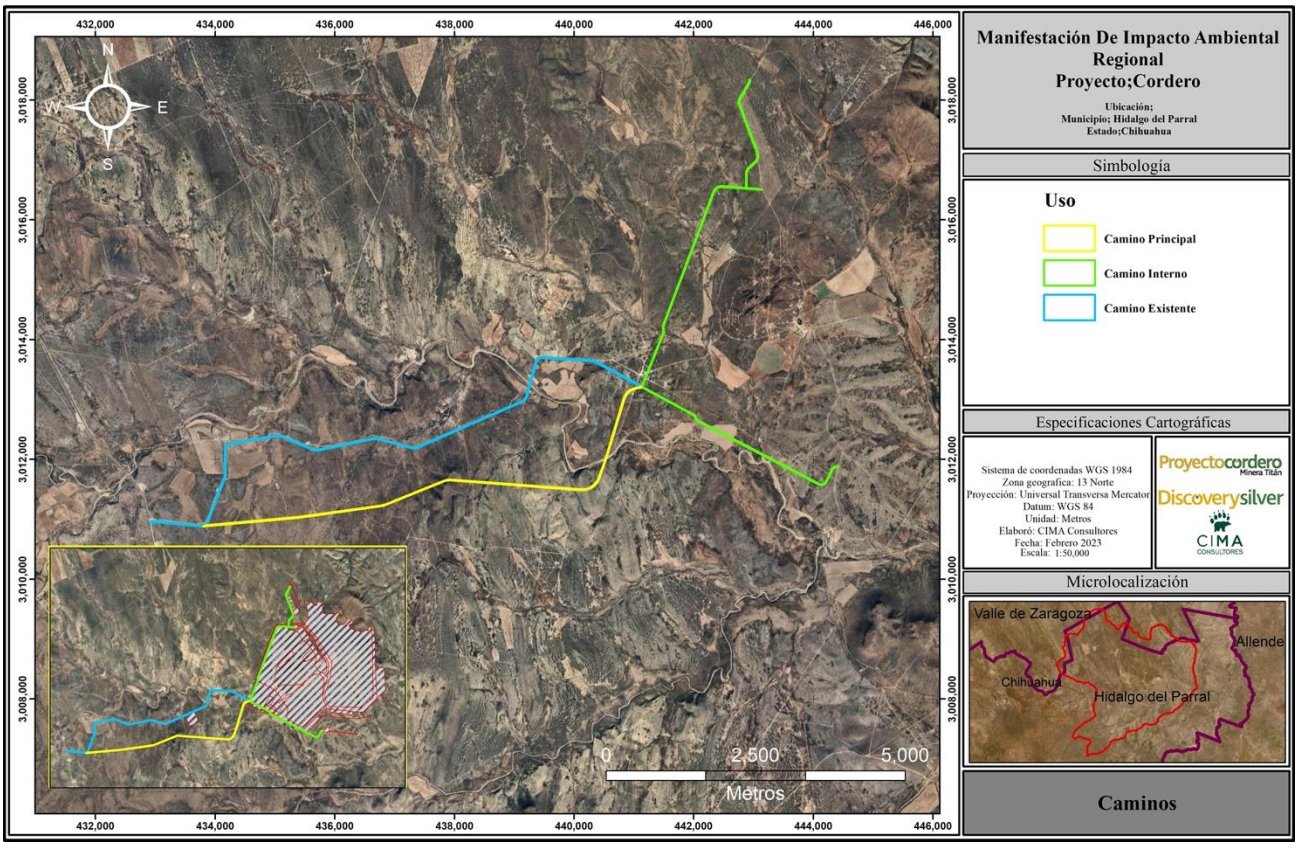


Figura II. 37. Ubicación de los caminos

Los caminos de acarreo estarán conectados con la planta de procesos, la instalación de almacenamiento de mineral, la pila de mineral de alimentación del molino y la presa de jales. Los caminos se construirán con las siguientes especificaciones:

- Los caminos de acarreo se diseñaron para acomodar camiones de acarreo de clase de 186-190 toneladas (el ancho operativo asumido de los camiones de acarreo es de 7,7 m).
- Se asignó un ancho de carretera de 33,2 m para el tráfico de dos vías (ancho de carretera de 3,0 veces el ancho operativo de los camiones de acarreo con margen para una zanja de drenaje (2,5 m) y para asignar una berma (3/4 de altura de llanta, equivalente a 7,7 m de ancho de base).
- Se asignó un ancho de circulación de 25,5 m para el tráfico de un solo carril (ancho de circulación de

2,0 veces el ancho operativo con una asignación para una zanja de drenaje y berma).

- Se diseñó una pendiente máxima del 10%.
- Los bancos de trabajo fueron diseñados para un ancho mínimo de minado de 35 m en pushbacks.

Estos caminos son internos, se localizarán dentro de las otras obras.

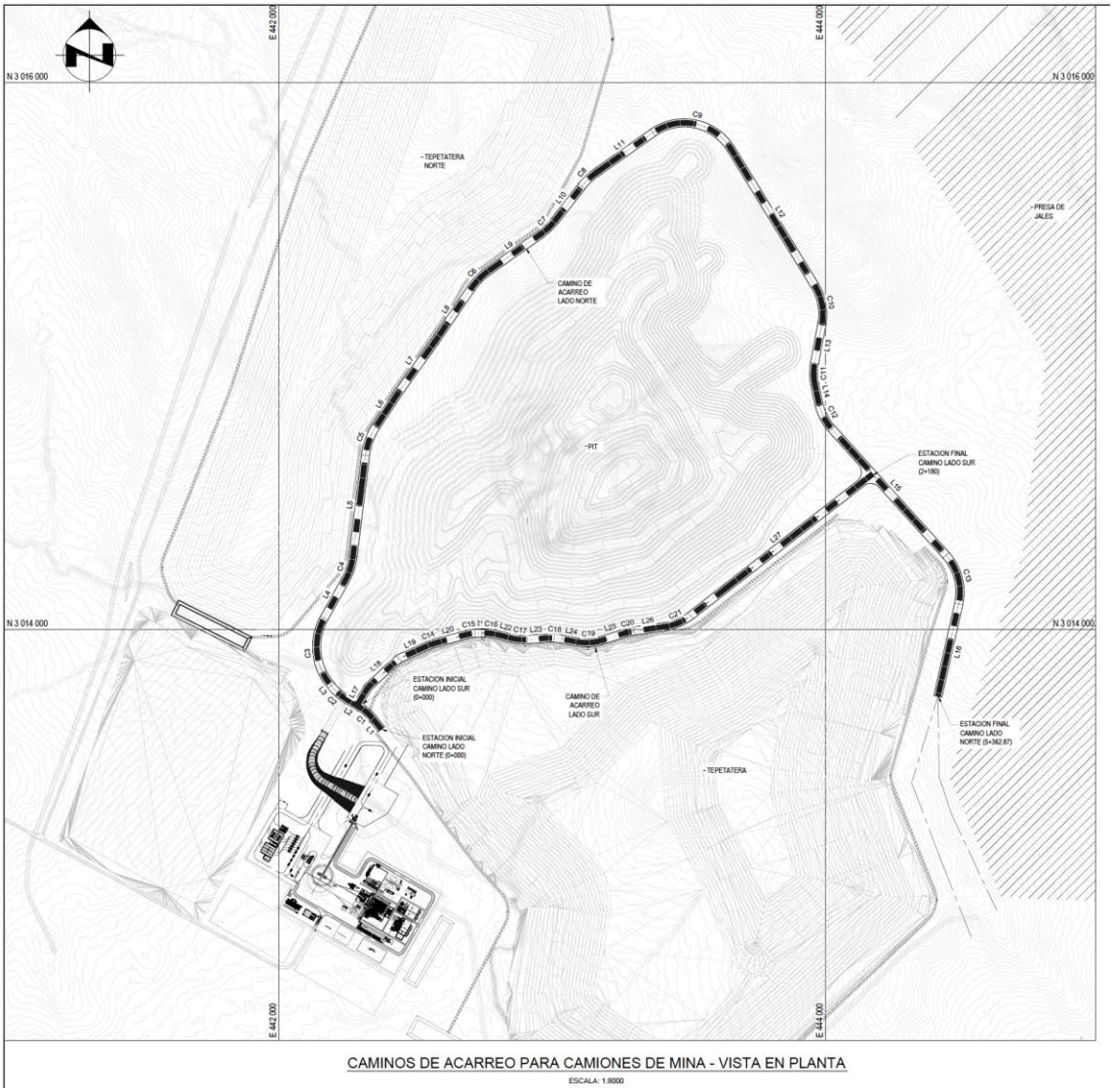


Figura II. 38. Caminos de acarreo

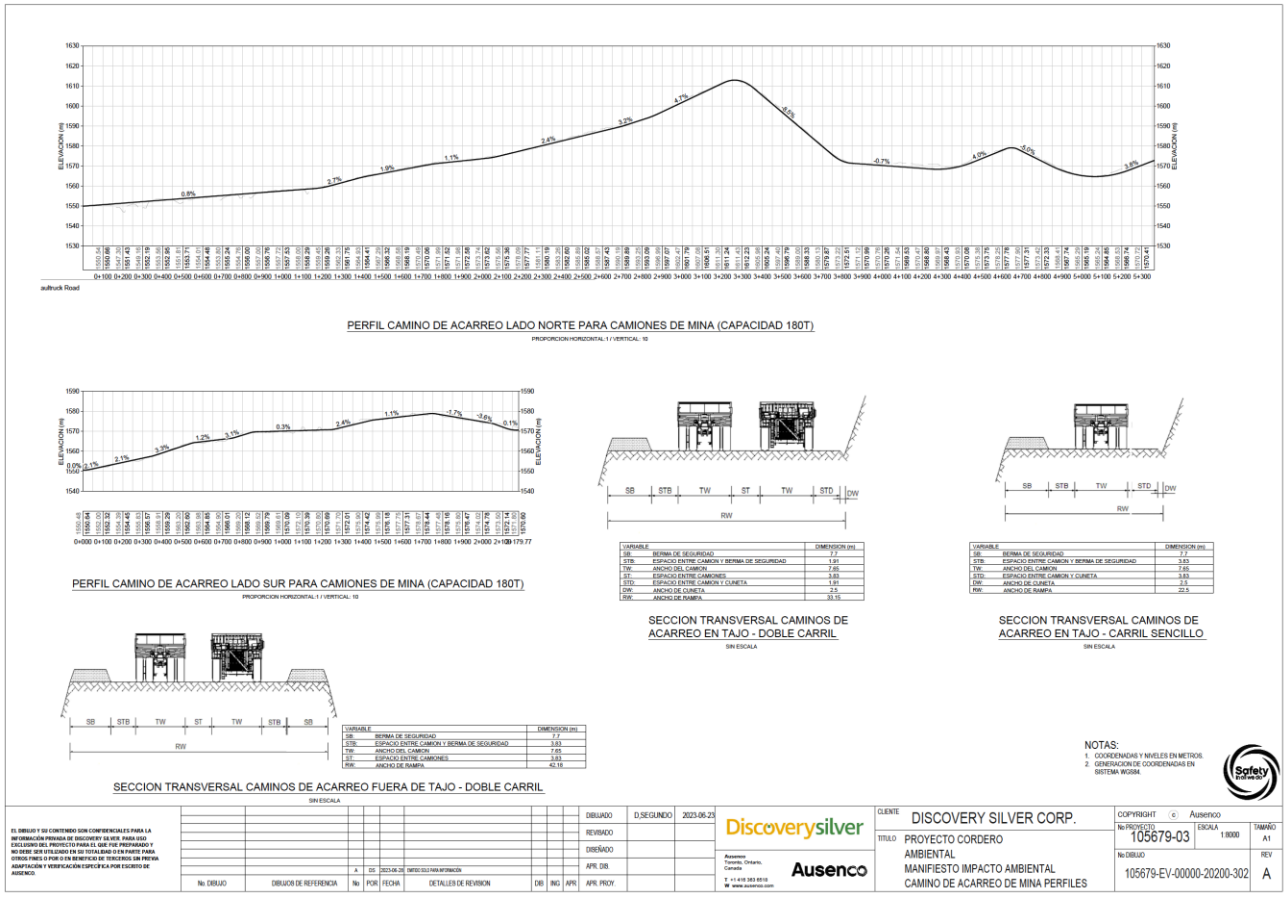


Figura II. 39. Perfil y sección transversal de caminos de acarreo

II.2.2.3.2 Canal de desvío para agua de no contacto

El canal de desvío para agua pluvial de no contacto se localiza al oeste del proyecto; cuenta con una superficie de 8.726 ha de las cuales 8.093 ha requieren remoción de vegetación.

La función principal del canal de desvío, es dirigir los escurrimientos pluviales fuera del área del proyecto para que esta no tenga contacto con la infraestructura minera y así evitar que pueda cambiar al calidad. El agua se desviará hacia un cauce natural.

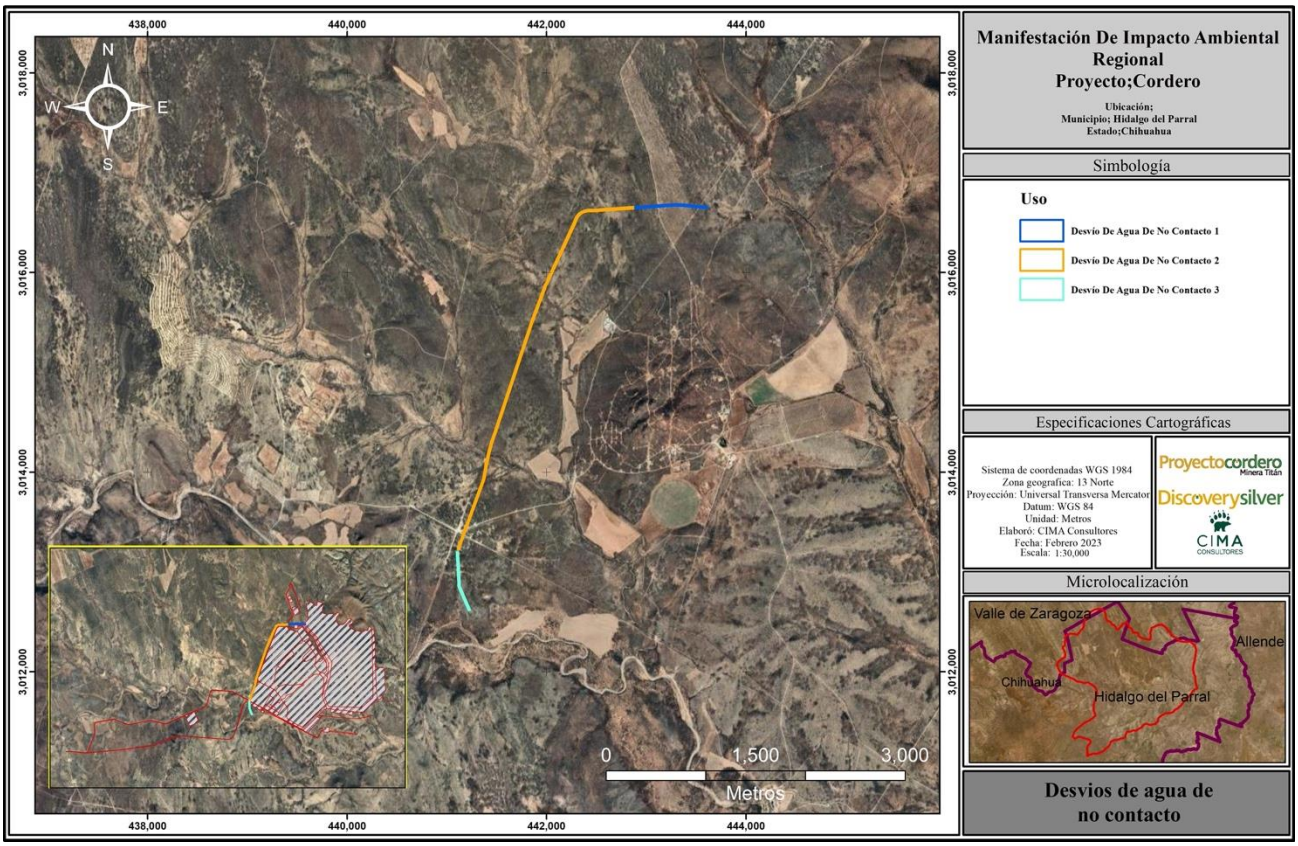


Figura II. 40. Canal de desvío de agua de no contacto

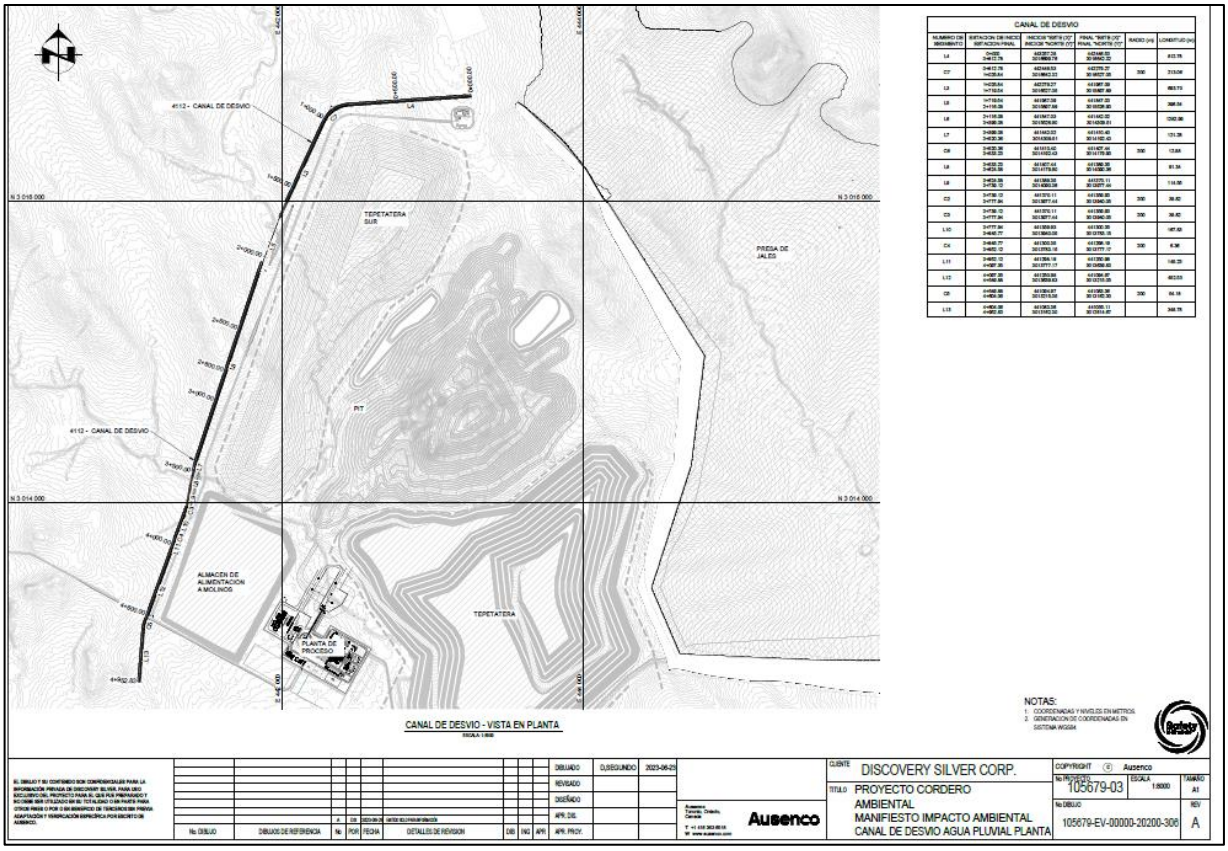


Figura II. 41. Canal de desvío de agua pluvial-vista en planta

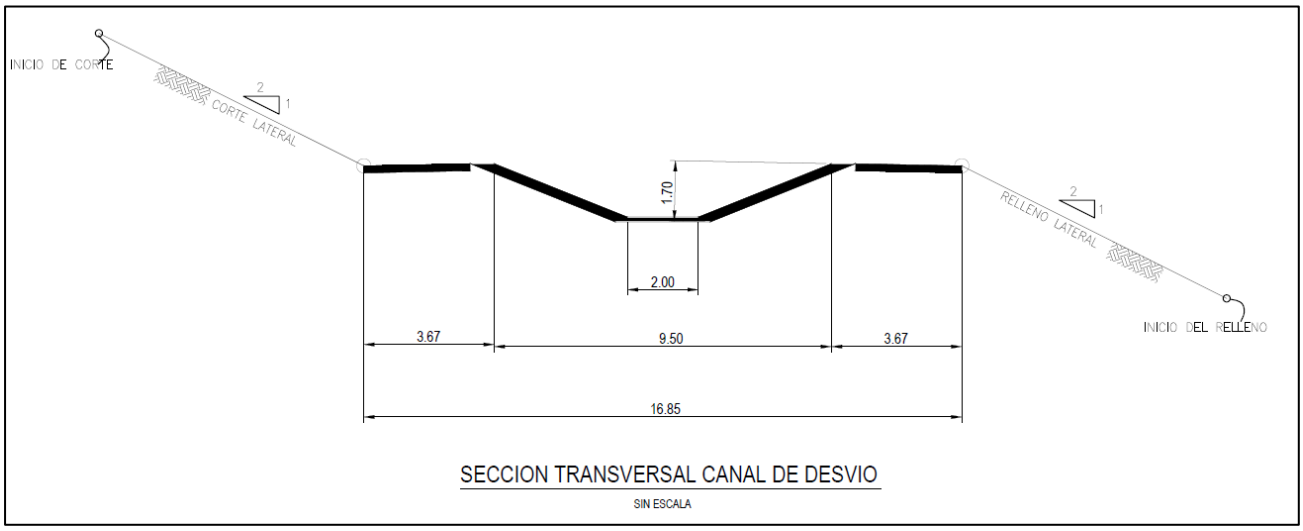


Figura II. 42. Sección transversal canal de desvío

II.2.2.3.3 Almacenamiento de explosivos

El área donde se almacenarán los explosivos se ubica al norte y cuenta con una superficie de 2.311 ha de las cuales únicamente 0.061 ha cuentan con vegetación, el resto es ocupado por agricultura de temporal en mayor medida.

Para llegar al polvorín se cuenta con un acceso que sirve también para la presa de jales. Dicho acceso ocupa una superficie de 20.106 ha, el cual requiere remoción de vegetación en solo 11.773 ha.

El polvorín será suministrado por el proveedor de explosivos como parte del contrato de suministro y estará ubicado aproximadamente a 3,4 km al noreste de las instalaciones de la planta y a 700 m al norte del tajo Cordero. Un camino brinda acceso a la instalación de almacenamiento de explosivos desde el camino principal al sitio. Los explosivos y accesorios serán transportados a los tajos de la mina según sea necesario.

Es importante mencionar que una vez que se obtenga la autorización de impacto ambiental motivo del presente documento, la promovente realizará la obtención del permiso correspondiente ante la secretaría de Defensa Nacional (SEDENA) para la compra, almacenamiento y consumo de material explosivo en la industria minera de manera anual.

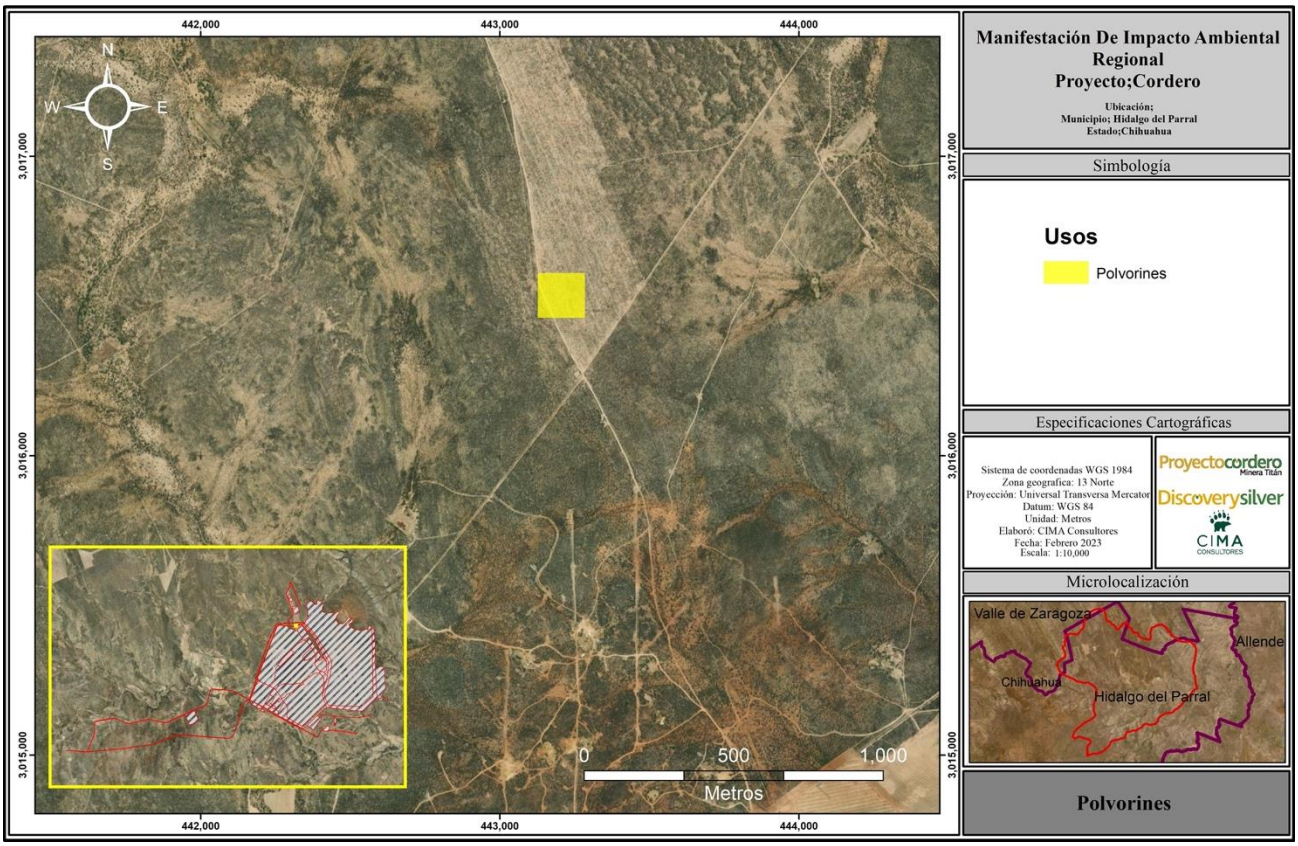


Figura II. 43. Ubicación de los polvorines

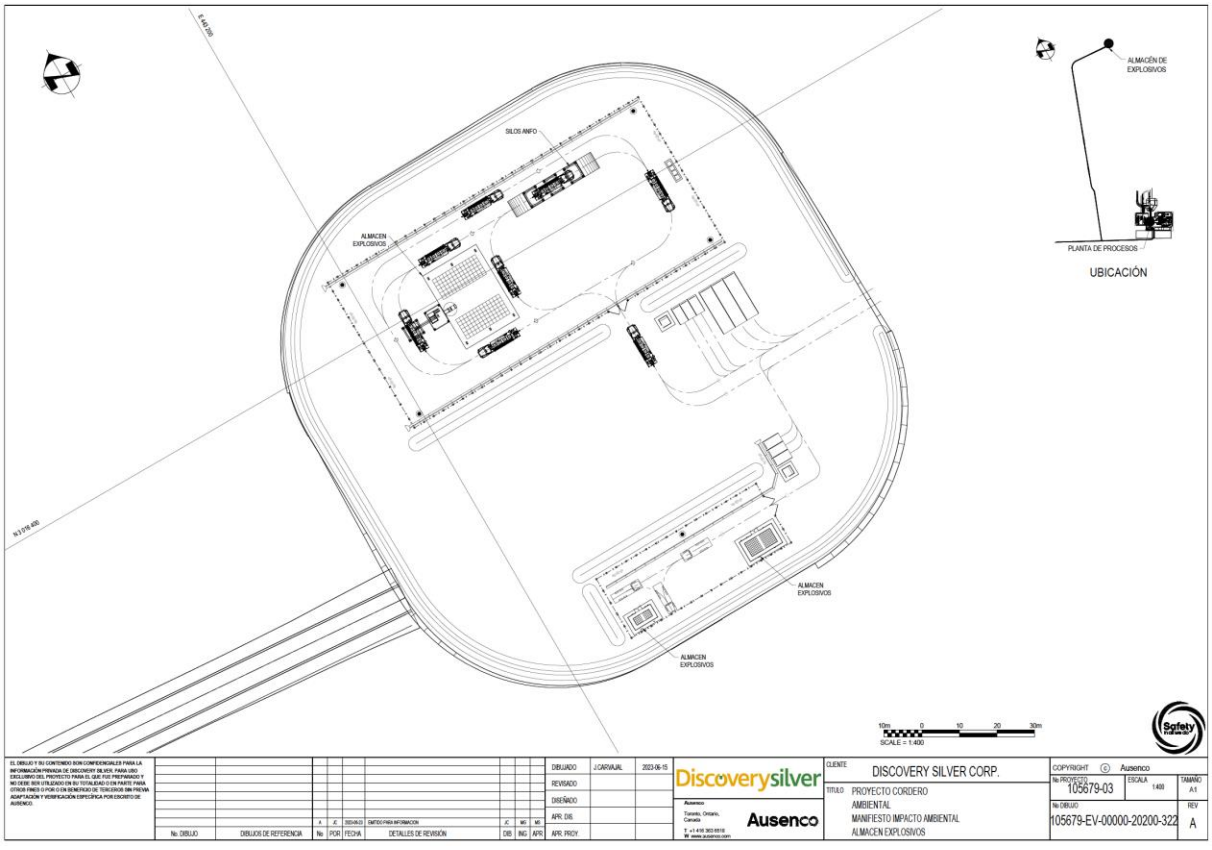


Figura II. 44. Detalle del almacén de explosivos

II.2.2.3.4 Taller de mantenimiento

El área de mantenimiento se colocará sobre una superficie de 10.253 ha de vegetación forestal. El polígono se encuentra enseguida del cono de molienda.

Las instalaciones del taller se construirán por etapas para que coincida con las fases de la planta de proceso. Los edificios del taller de camiones de la Fase 1 y la Fase 2 se ubicarán cerca del área de trituración y se utilizarán para mantener los camiones de acarreo y para el almacenamiento de partes de repuestos. Cada edificio se construirá sobre zapatas convencionales con piso de grava y tendrá un diseño de 45 m x 43 m x 18 m de altura.

El área de lavado de camiones estará junto al edificio del taller de mantenimiento en la plataforma de camiones. El edificio se utilizará para el lavado de camiones de acarreo y se apoyará sobre una base de hormigón reforzado

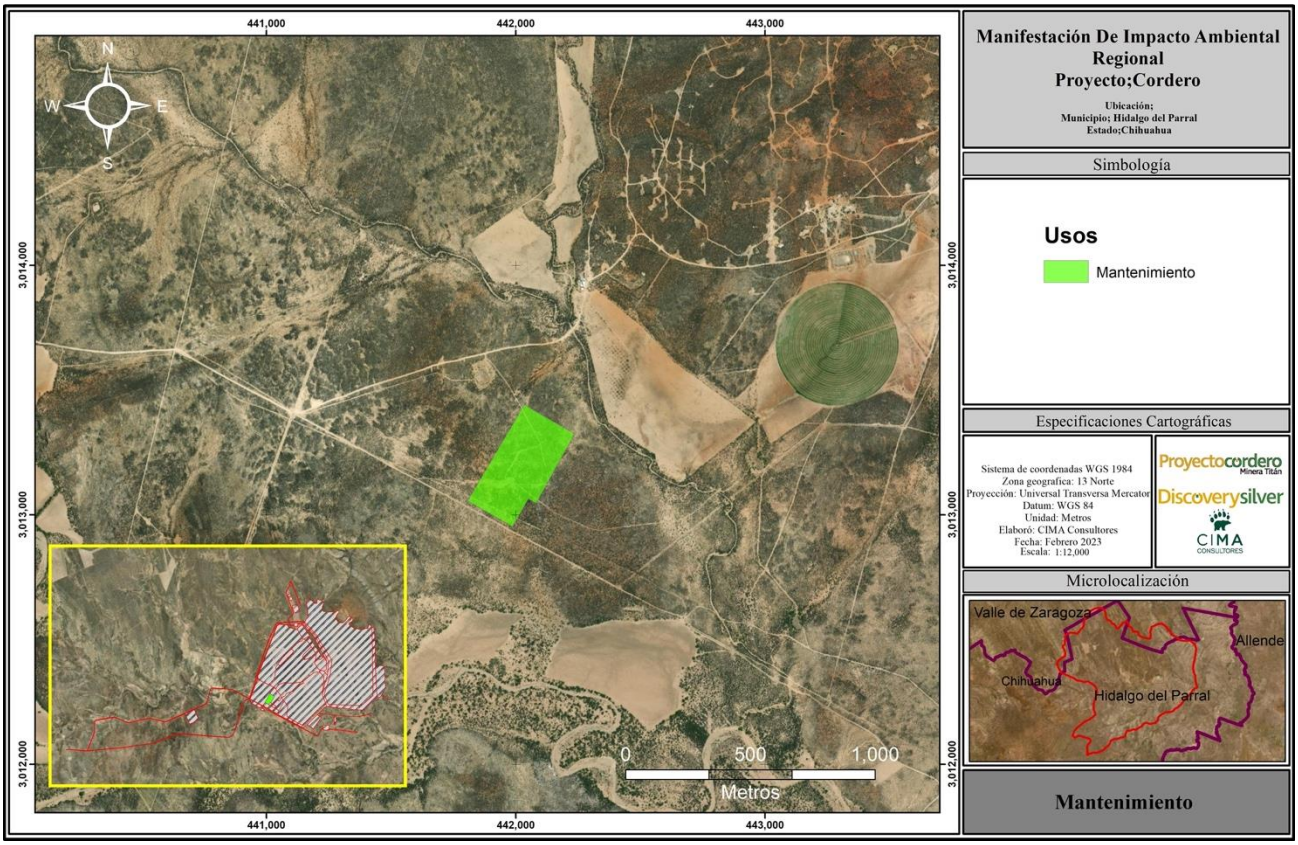


Figura II. 45. Ubicación del taller de mantenimiento

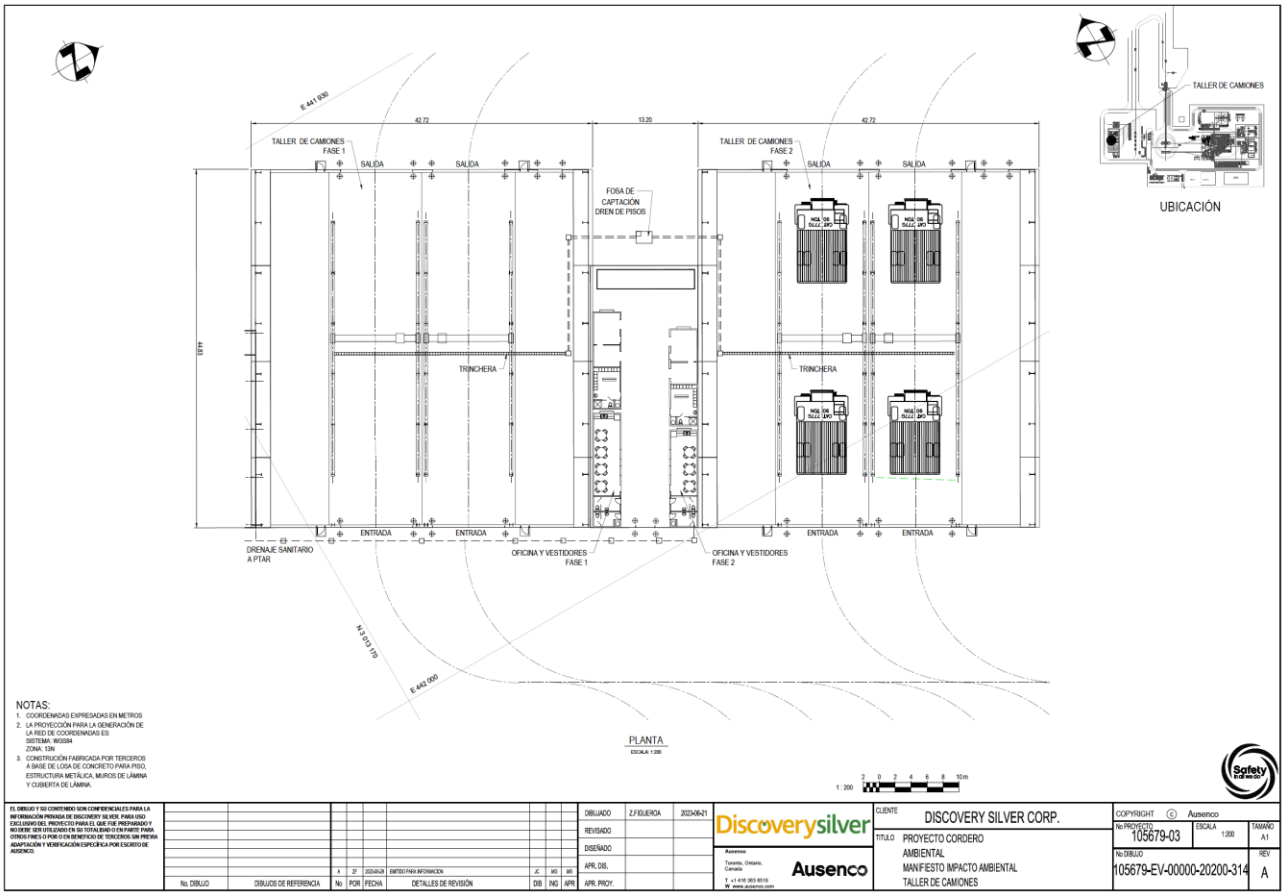


Figura II. 46. Detalle constructivo del área de taller de camiones

II.2.2.3.5 Almacenes.

El almacén se ubicará al sur de la áreas operativas, ocupará una superficie de 12.24 ha en total, de las cuales 11.89 requieren remoción de vegetación.

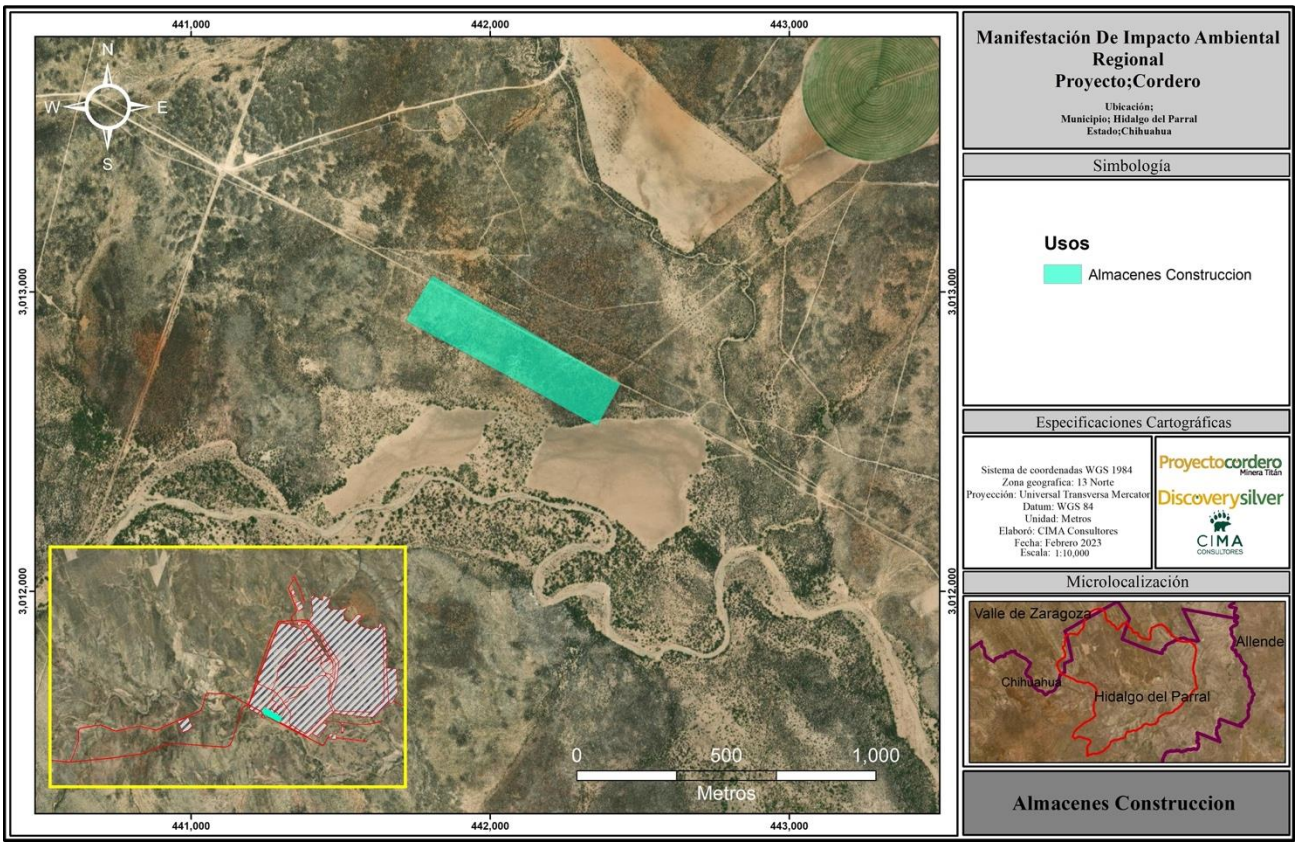


Figura II. 47. Ubicación de almacenes

II.2.2.3.6 Área administrativa y servicios

Este edificio albergará al personal de administración de la mina y comedor. El personal de administración contará con entornos de oficina abiertos y privados del tamaño adecuado para cumplir con los requisitos de salud laboral prevista para el personal. Esta área tendrá salas de recepción, salas de conferencias, salas para descanso (pausas), así como para almacenamiento de archivos e informática. El comedor incluirá baños para hombres y mujeres. El área de la cocina proporcionará almacenamiento de alimentos secos, fríos y congelados; áreas de preparación separadas según corresponda y una línea de servicio. Será tramitado el permiso ante la COFEPRIS y COESPRIS correspondiente.

Para albergar lo anteriormente descrito se requiere de una superficie de 1.719 ha de vegetación forestal.

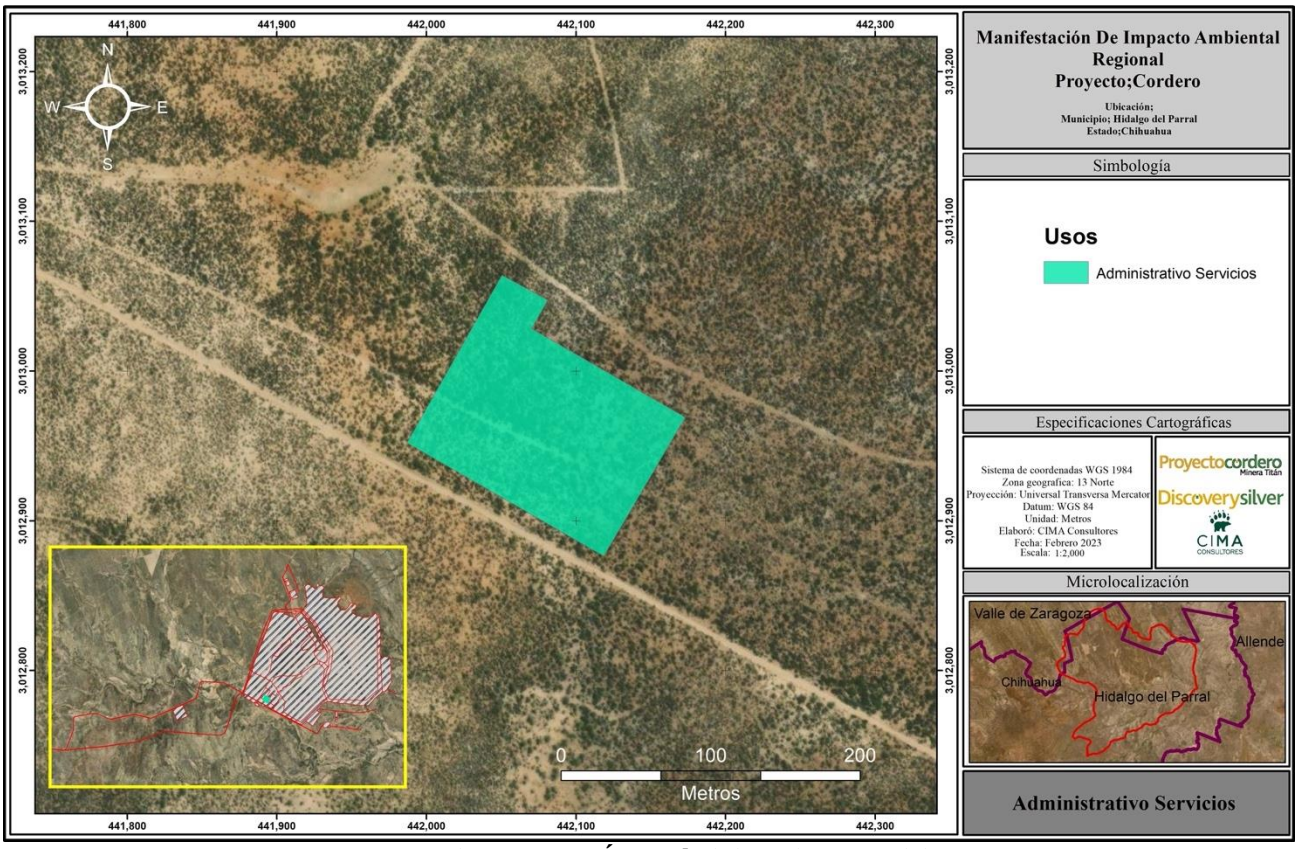


Figura II. 48. Área administrativa y servicios

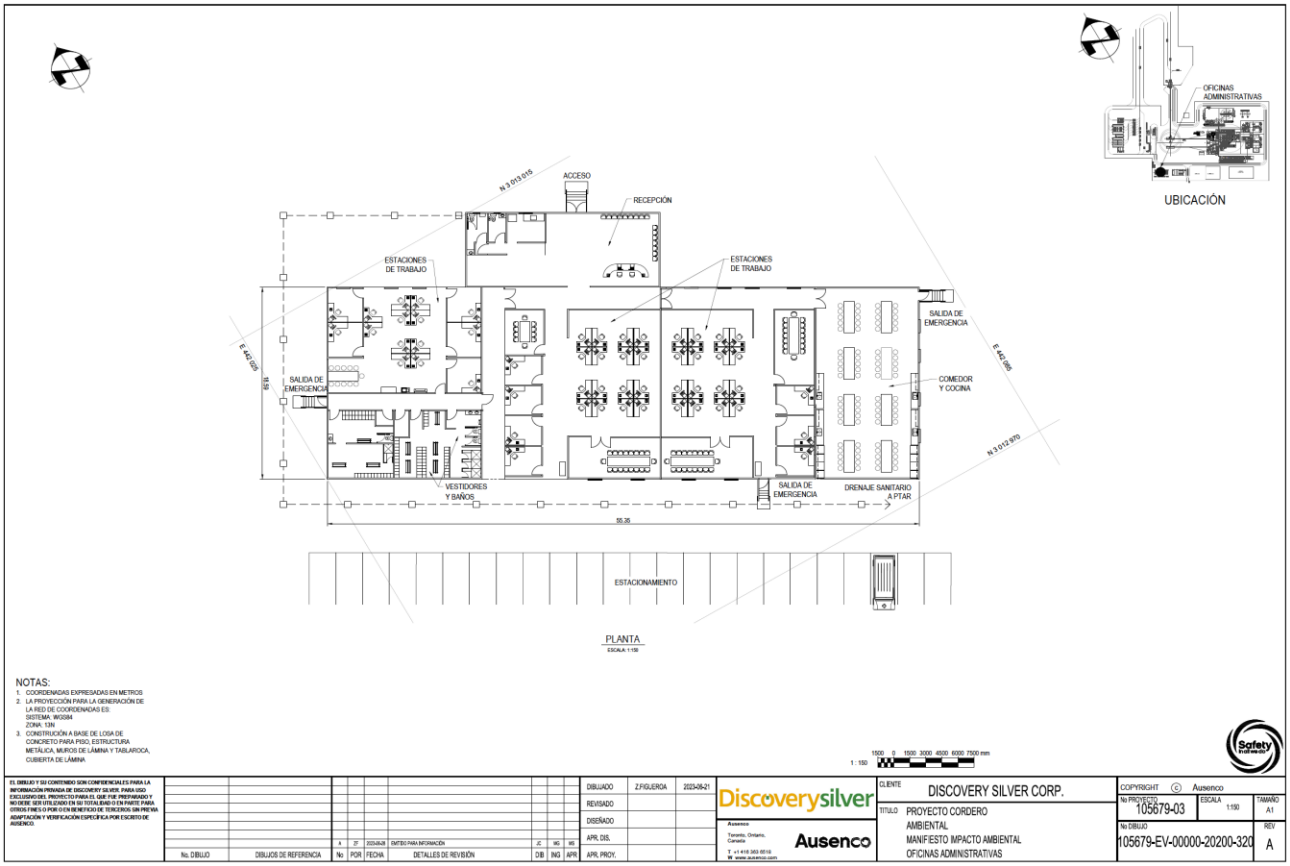


Figura II. 49. Detalle arquitectónico del área de oficinas administrativas

II.2.2.3.7 Subestación eléctrica.

La subestación exterior se divide en dos etapas según la demanda de energía. En la Fase 1 se instalarán dos transformadores de potencia en aceite libre de PCB (bifenilos policlorados) de 40/53,3 MVA, 230 kV / 13,8 kV, cada uno capaz de abastecer la máxima demanda de la planta. Los transformadores se conectarán a una celda de 13,8 kV con enlace de barras normalmente abierto. Cuando un transformador está fuera de servicio, la configuración del sistema de energía permitirá que el otro soporte la carga total del proceso, mejorando así la confiabilidad del sistema.

La planta se ampliará en la Fase 2 con la instalación de dos transformadores de 37,5/50 MVA y otra subestación de 13,8 kV en disposición similar para alimentar las cargas adicionales. La subestación también incluirá cuatro bancos de equipos de corrección del factor de potencia, cada uno clasificado en 4 MVAR.

La energía de emergencia para las cargas críticas de la planta de proceso será proporcionada por generadores diésel en el sitio. Los generadores de emergencia se conectarán a la celda de 13,8 kV alojada dentro de las salas eléctricas primarias de la subestación.

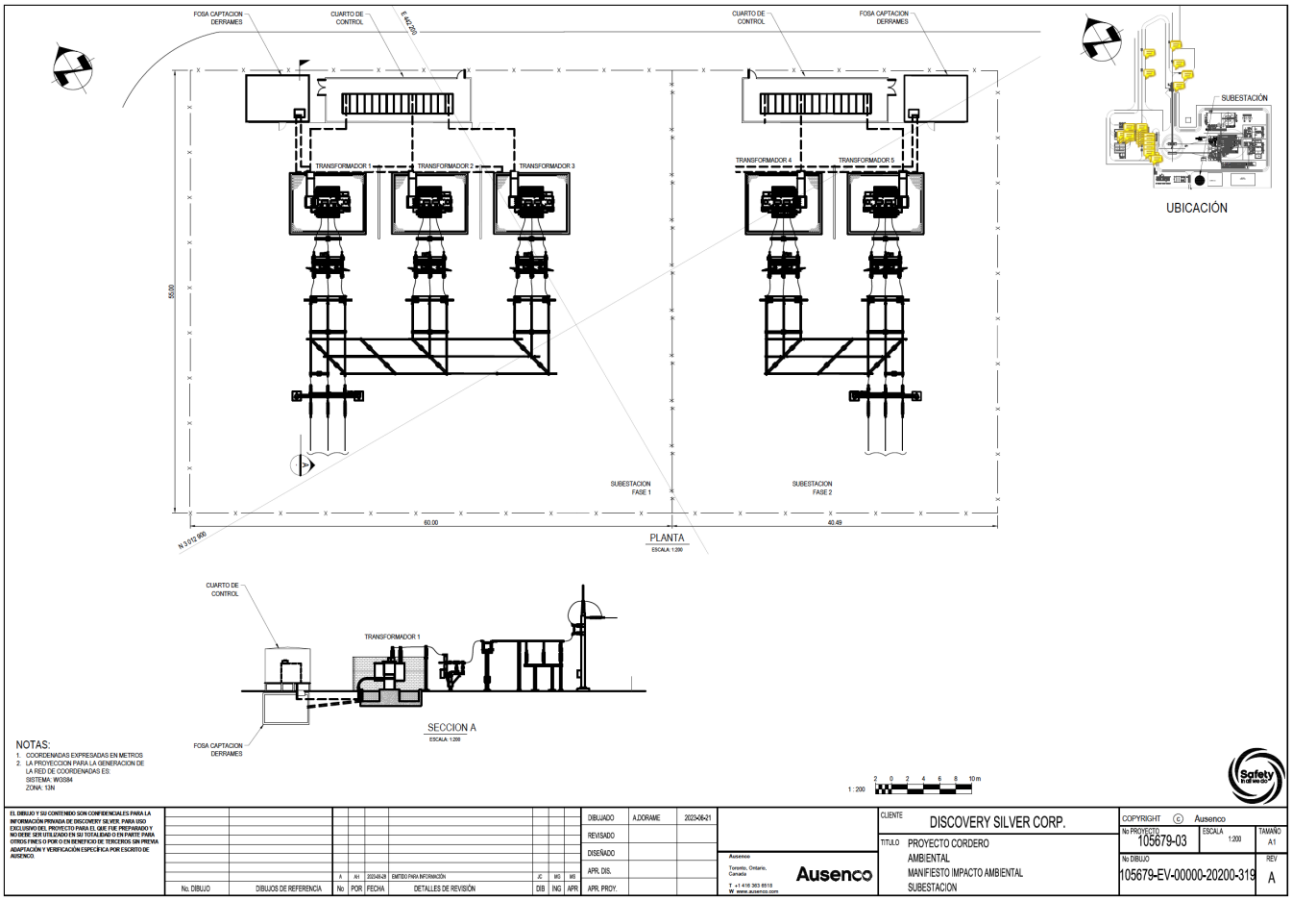


Figura II. 50. Detalle arquitectónico de la subestación eléctrica

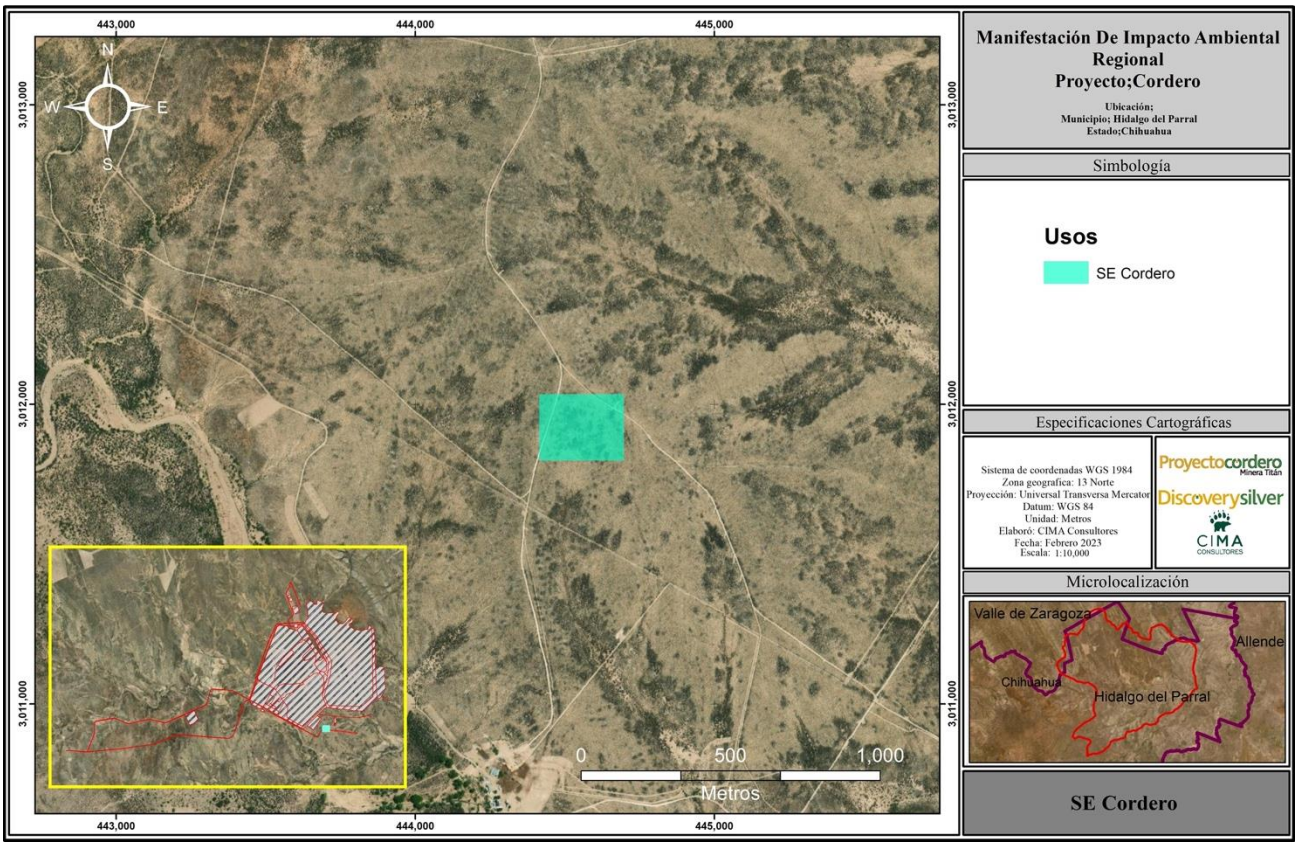
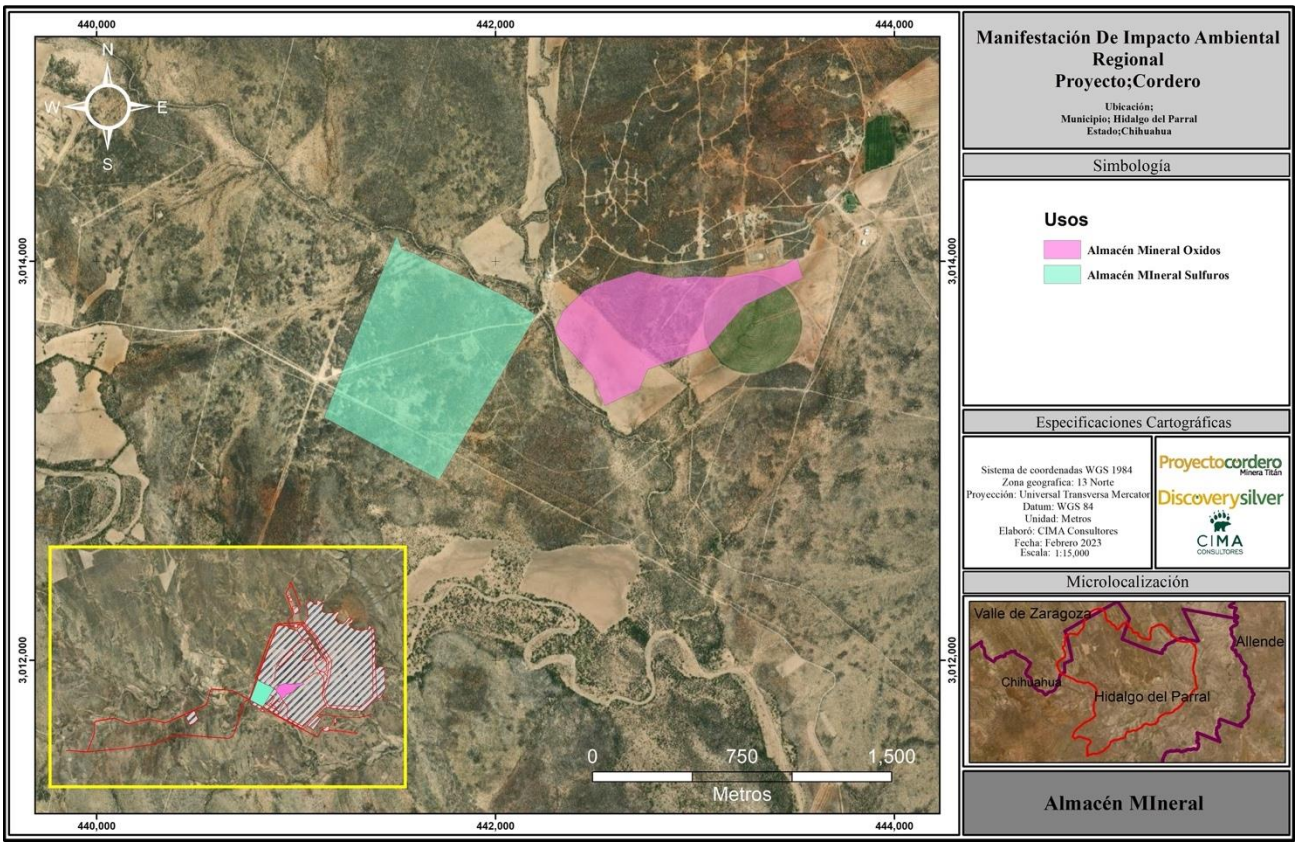


Figura II. 51. Ubicación del polígono de la subestación

II.2.2.3.8 Almacén de Minerales de óxidos y sulfuros.

Como parte de la ingeniería operativa, se contempla una superficie de 111.292 ha, destinadas para la deposición de mineral con contenidos de sulfuros y óxidos de baja ley. De la superficie requerida, solo 88.165 ha cuentan con vegetación forestal.

Este se mantendrá en este lugar temporalmente hasta ser transportado al área de trituración, para iniciar el proceso de beneficio, la zona de almacenamiento de mineral tendrá canales de desvió del agua de lluvia para evitar generar agua de contacto con mineral adicional.



II.2.2.3.9 Almacén temporal de residuos peligrosos.

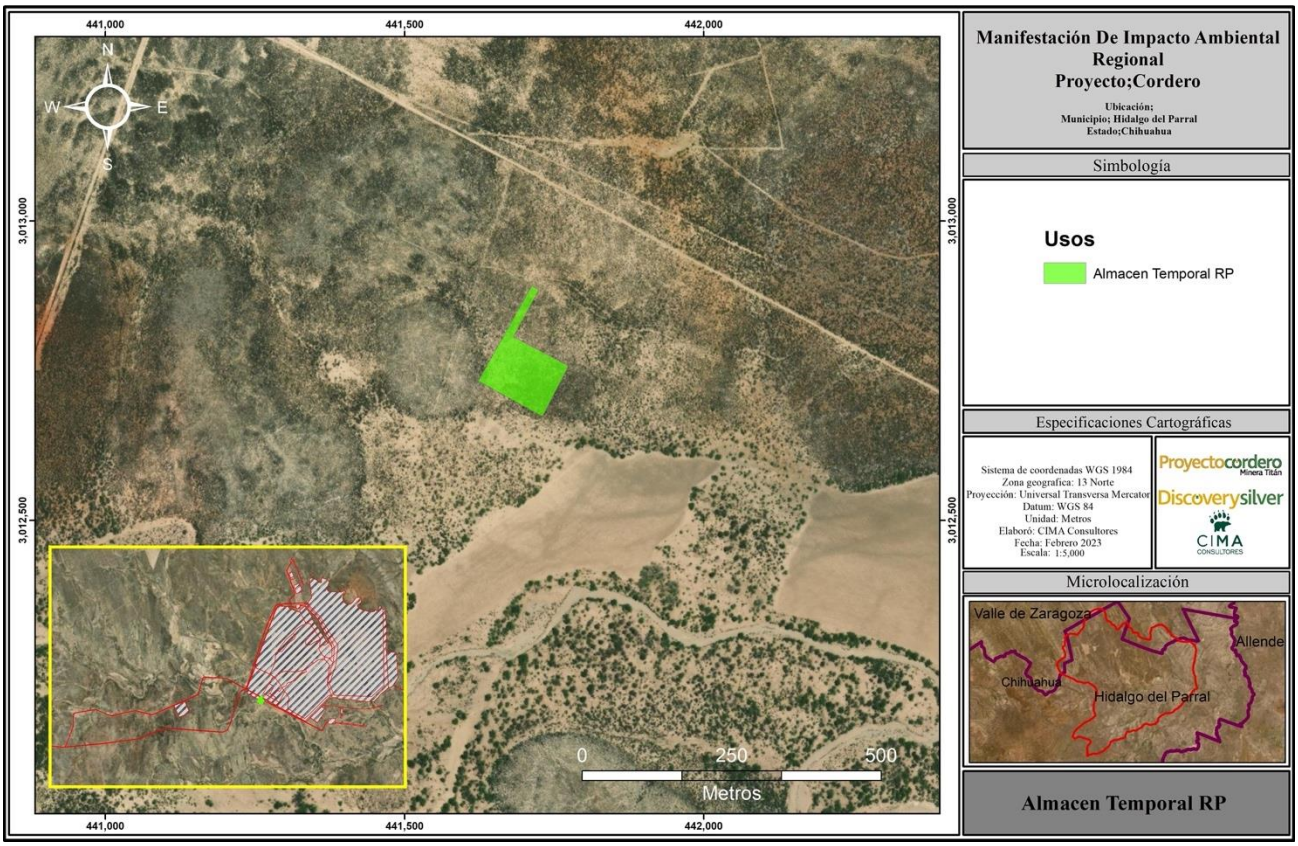
El área destinada para el almacén temporal de residuos peligrosos se ubicará al sureste del proyecto, y requiere una superficie de 1.267 hectáreas, las cuales en su totalidad están cubiertas por vegetación forestal.

La operación y mantenimiento del proyecto generará residuos peligrosos (aceite usado, sólidos impregnados con hidrocarburos, sólidos de mantenimiento automotriz, biológico infecciosos punzo cortantes, biológico infecciosos no anatómicos, lámparas fluorescentes, solidos impregnados con sustancias toxicas, residuos de pinturas y solventes, hidrocarburos contaminados) por lo que se contempla la construcción de un almacén temporal de residuos peligrosos; dicho almacén se establecerá instalado en una zona donde no corre el riesgo de inundación u otro evento extraordinario climatológico.

En el almacén de residuos peligrosos se consolidarán embarques para disposición, se realizarán y confirmará la segregación para tratamiento y se construirá sobre una plancha de concreto de 30 cm de espesor, muros de block de 1.5 m de altura, malla ciclónica de 1.5 m de altura sobre muros, techo de estructura con lamina. El piso tendrá una pendiente mínima del 1% en dirección a un sumidero de derrames.

Contará con ventilación natural, puerta corrediza de malla ciclónica, detector de humos, extintores, lámparas de iluminación a prueba de explosiones y pararrayos. De acuerdo con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, se deberán cumplir las siguientes condiciones básicas para esta área de almacenamiento:

- Estar separado de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
- Estar ubicado en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;



- Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretiles de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados;
- Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño;
- Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia;
- Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados;
- Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos
- almacenados, en lugares y formas visibles;
- El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y
- La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.

En la siguiente imagen se presenta el arreglo que tendrá el almacén.

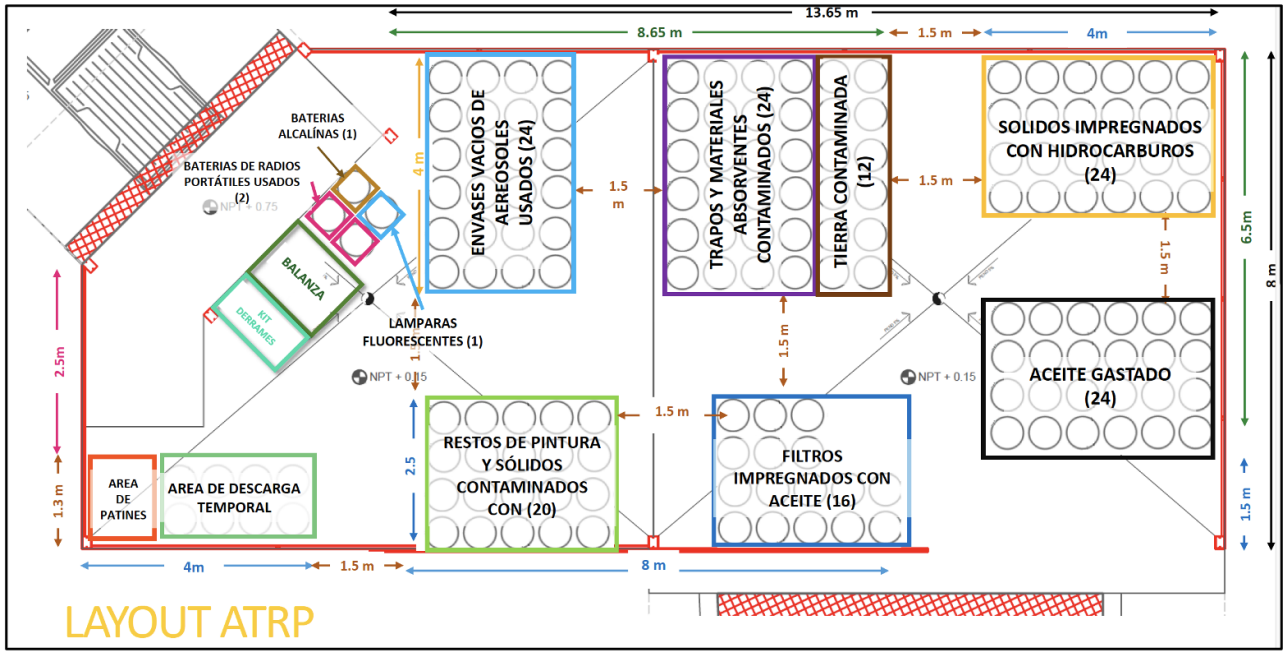


Figura II. 52. Distribución de las instalaciones del almacén temporal de residuos peligrosos (ATRP).

En el Anexo II.6 se presenta el diseño del almacén temporal de residuos peligrosos para Fase 1.

II.2.2.3.10 Estación de combustibles.

Se contará con un área de almacenamiento y despacho de combustible en el sitio. La estación de servicio pesado que dispensará combustible diésel a camiones y equipo estará ubicada cerca del área destinada a los camiones para un fácil acceso a las áreas de operación de la flota de camiones pesados de transporte de mineral.

El almacenamiento se realizará en tanques de combustible verticales dentro de una plataforma de contención en hormigón con capacidad de 1.2 veces el total de los tanques.

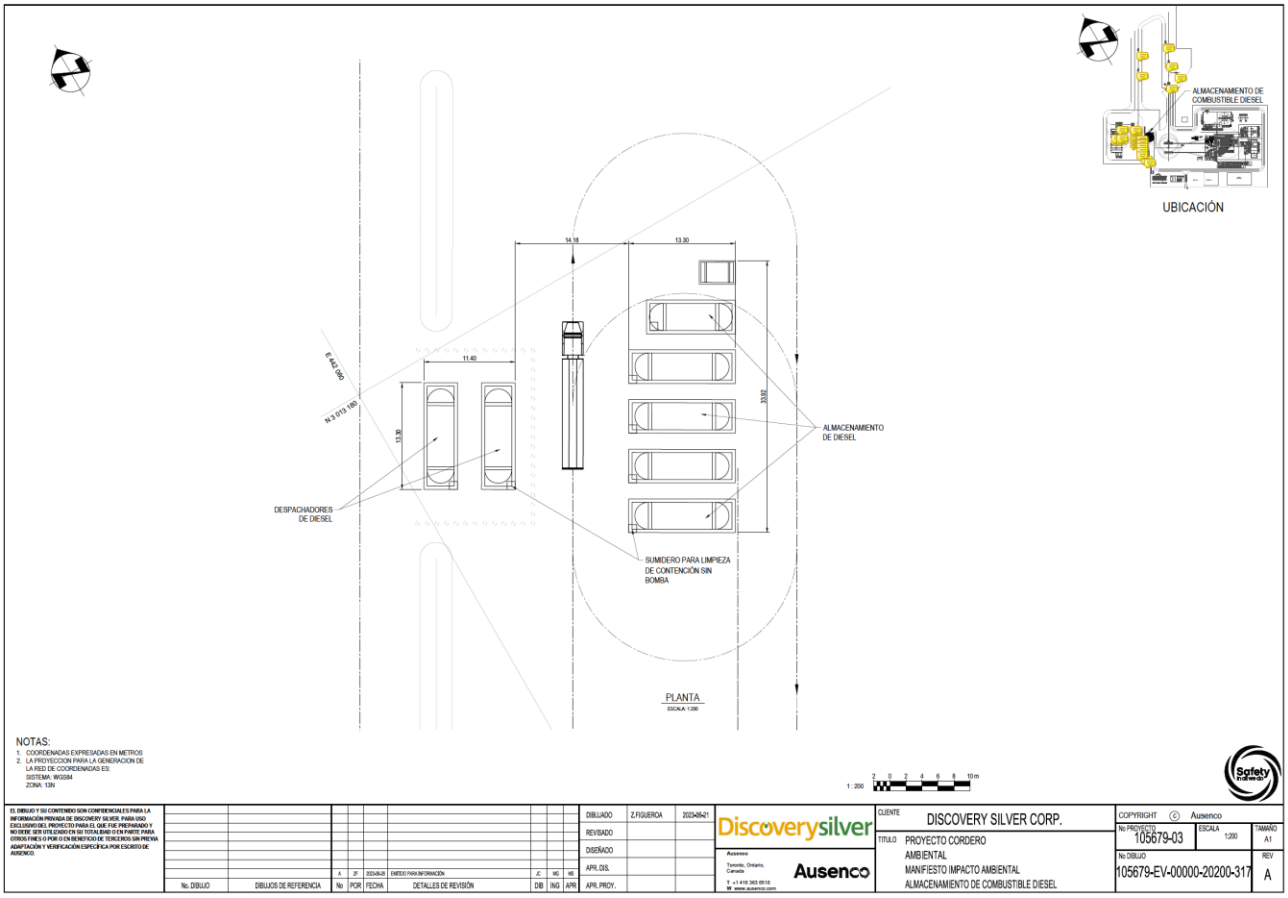


Figura II. 53. Diseño constructivo de la estación de combustibles

II.2.2.3.11 Vivero forestal

En la unidad minera se contará con un vivero forestal con una capacidad conjunta de producción de 100,000 plantas por siembra, contará con un sistema de riego por micro aspersión, lo que garantiza una distribución adecuada del agua de riego, así como también de los nutrientes aportados por la fertilización.

Para esto se requiere de un polígono de 3.841 ha, el cual carece de vegetación forestal por lo que no requiere cambio de uso de suelo.

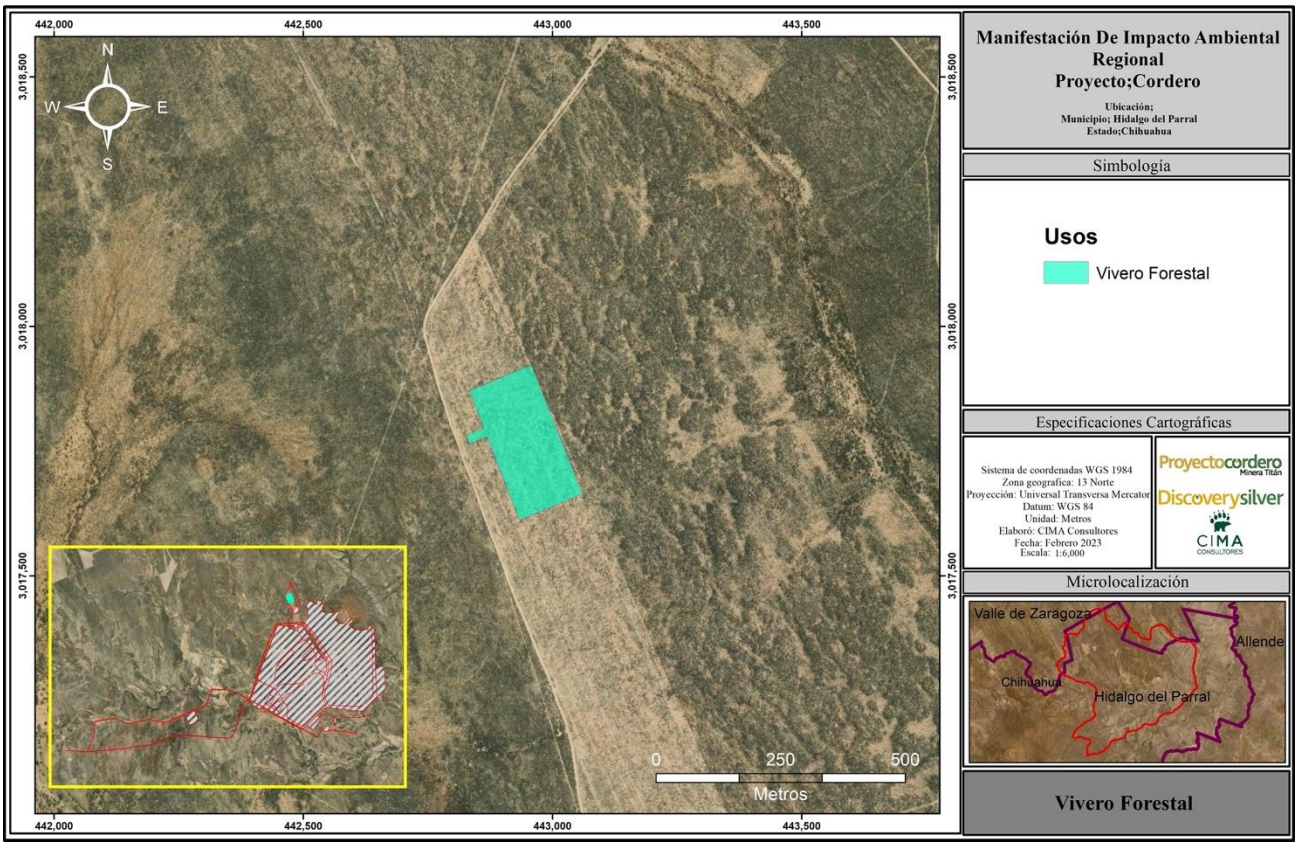


Figura II. 54. Polígono solicitado para el vivero forestal

II.2.2.3.12 Almacenes de suelo fértil.

Simultáneamente al desmonte de las áreas de ocupación del proyecto, se realiza la recuperación del suelo, en los sitios en donde ello sea materialmente posible. El suelo recuperado será utilizado en los trabajos finales de restauración ambiental, durante la etapa de cierre del proyecto minero. Se recuperará en montones <5 metros de altura, se le construirán canales de desvió de agua, y en caso de ser requerido se podrán construir barreras de piedra acomodada para evitar que se pierda el suelo recuperado, al momento de hacer la recuperación se añadirá semilla de la región para que de manera natural se estabilicen los montones y se conserven hasta la etapa de cierre del proyecto. La superficie que abarcan estos depósitos es 131.138 ha, de las cuales 110.752 cuentan con vegetación forestal.

Estarán distribuidas en todo el proyecto para facilitar el depósito.

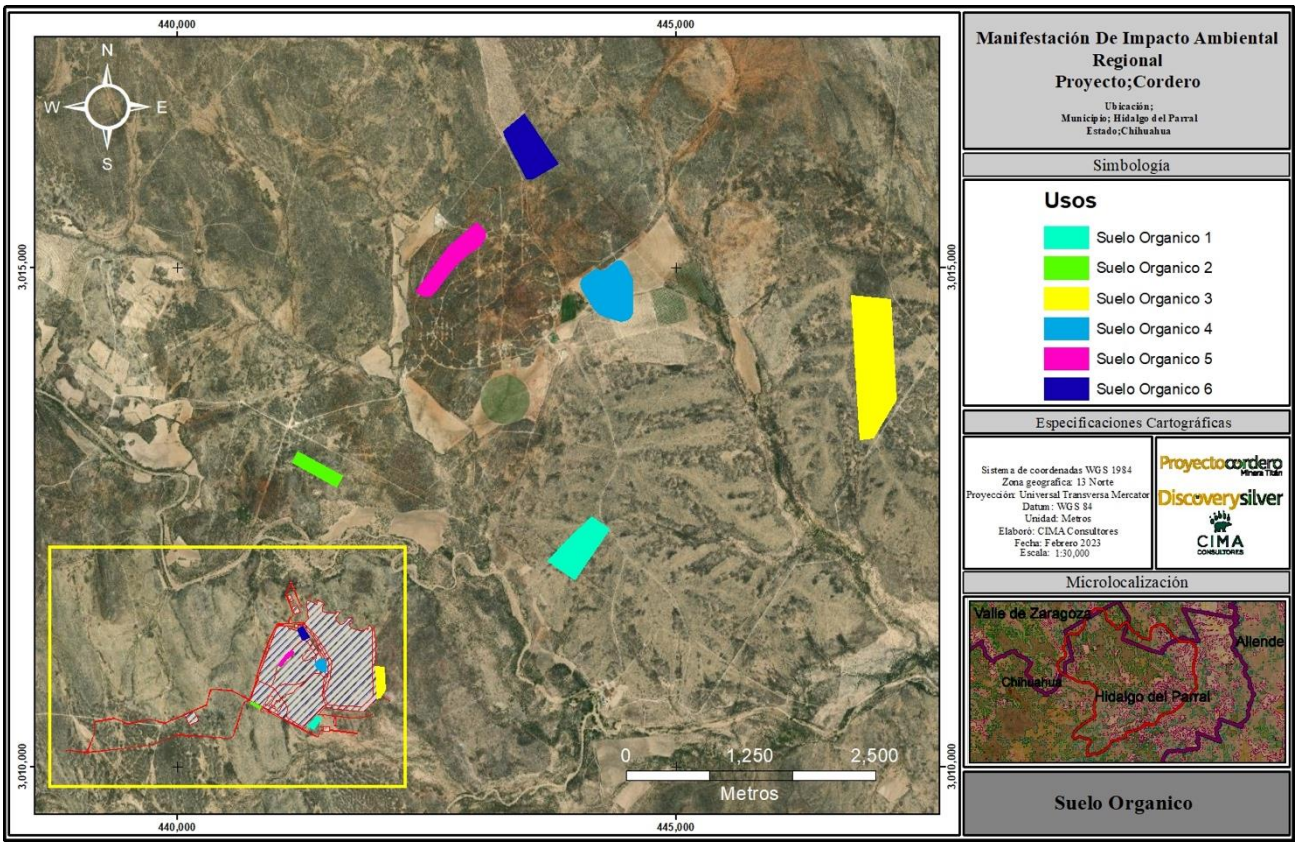


Figura II. 55. Ubicación de los depósitos de suelo orgánico

II.2.2.3.13 Planta tratadora (PTAR).

Se solicita un polígono de 0.663 ha para la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas y para verificación de calidad del agua residual tratada proveniente de la planta de Parral. Dicho polígono requerirá la remoción de vegetación para los trabajos de preparación del sitio.

Contará con una capacidad de 208.9 L/s.

Esta planta operará a través de un método biológico de lodos activados compuesto por los siguientes componentes:

1. Criba de desbaste.
2. Tanque de homogenización y triturado
3. Criba secundaria.
4. Tanque reactor.
5. Clarificador.
6. Celdas de desinfección.
7. Tanque de almacenamiento.
8. Lecho de secado para lodos.

Todo el sistema será operado por personal calificado y el agua será analizada periódicamente por un laboratorio externo certificado. Los lodos generados por el tratamiento de agua residual serán analizados periódicamente y serán utilizados para mejorar la calidad del suelo orgánico que será utilizado en las actividades de restauración.

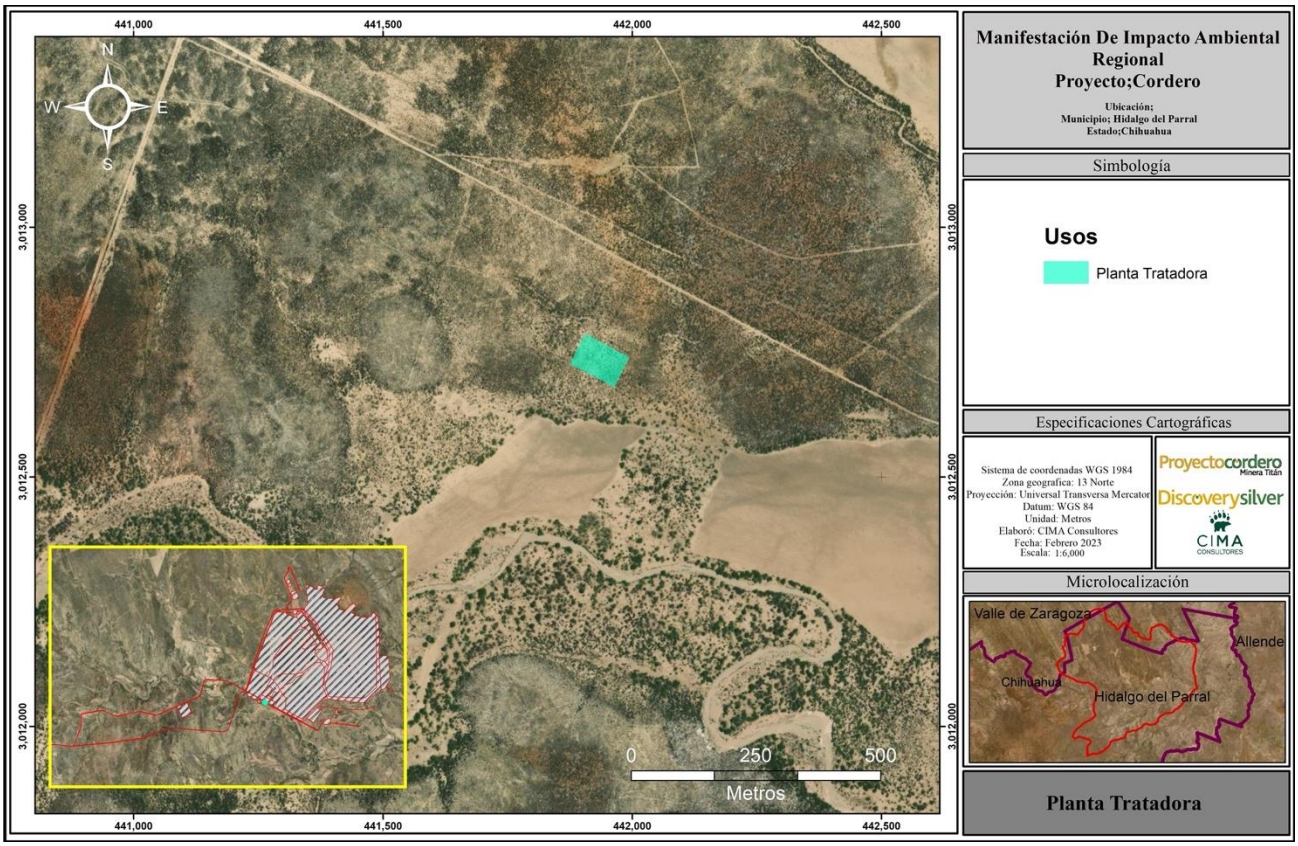


Figura II. 56. Ubicación de la PTAR

II.2.2.3.14 Relleno sanitario

Se solicita una superficie de 8.504 ha para la construcción del relleno sanitario. De la superficie solicitada, 2.414 ha cuentan con vegetación forestal, mientras que 6.090 ha ya presentan un impacto, pues son áreas donde anteriormente se practicaba agricultura de temporal.

Se contará con un relleno sanitario tipo "D" dentro de sus instalaciones; dicho relleno contará con diversas celdas para la segregación de plástico, cartón, aluminio, tarimas, chatarra, basura electrónica, también contará con celdas para la preparación de composta utilizando los residuos orgánicos generados en el comedor.

La basura común será enterrada diariamente por lotes, evitando la dispersión de los residuos por la acción del viento y evitando el contacto con la fauna.

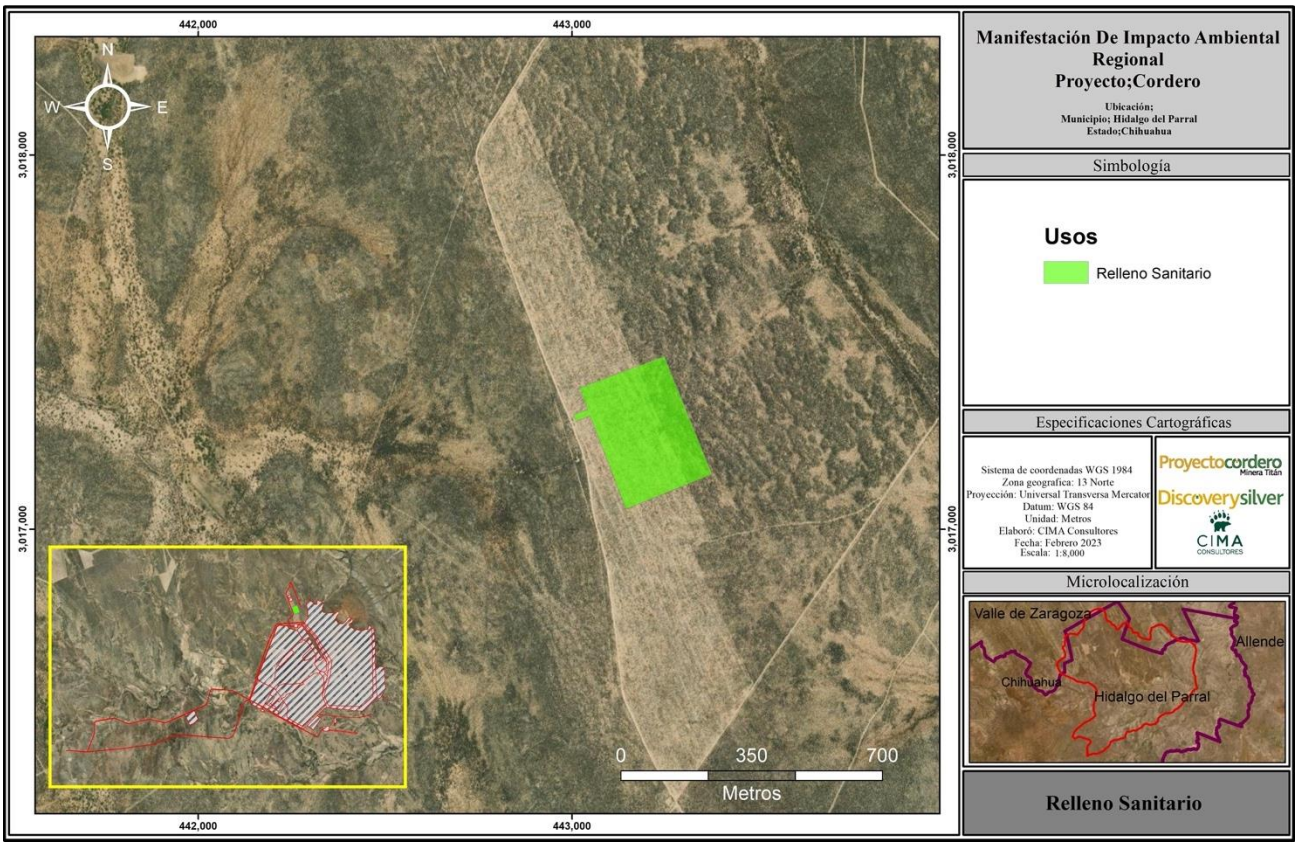


Figura II. 57. Ubicación del relleno sanitario

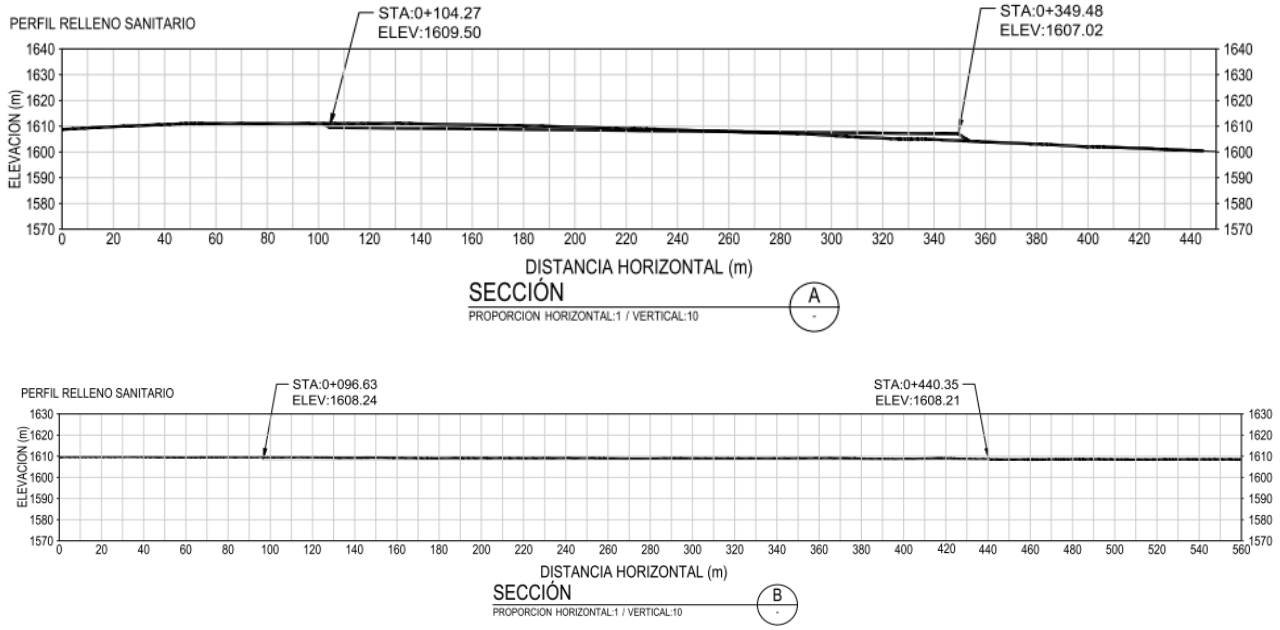


Figura II. 58. Secciones del perfil de área del relleno sanitario

II.2.2.3.15 Almacén de residuos especiales.

En esta zona se almacenará todo tipo de residuo de manejo especial (neumáticos, electrónico, mecánico que no se considere peligroso, o residuos sólidos que se genere en grandes cantidades, etc.), al cual se le brindará el manejo adecuado, y en caso de que el residuo tenga las propiedades de reciclaje se procederá a ese mismo, para su venta o donación.

En todo momento se utilizará de guía y se realizará el cumplimiento a la NORMA Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo. De acuerdo a las evaluaciones realizadas los RME que se generarán en la unidad minera son los siguientes.

- Neumáticos, Residuos Tecnológicos (baterías, equipo cómputo, cables, reproductores), Sobrantes de alambrón, varilla, tomillos, concreto, Papel y cartón - embalajes de madera Plásticos - PET (envases) Metales, aluminio - envases (no impregnados por sustancias peligrosas) Vidrio – envases y Aditivos de la barrenación.

Este almacén se ubicará en el área destinada al relleno sanitario.

II.2.2.3.16 Laboratorio.

El laboratorio de análisis contará con equipo analítico necesario para realizar todos los análisis de rutina para la mina, las instalaciones de proceso y los departamentos ambientales, así como equipos de preparación de muestras y pruebas metalúrgicas para muestras de núcleos y rocas. El edificio será una estructura de un solo piso equipada con ventilación, colectores de polvo, controles de temperatura y clima. Será una parte fundamental para proporcionar un seguimiento puntual de dichos procesos, informes diarios de producción, muestreo de pozos de voladura y todas las muestras de exploración. Esta área se ubicará en el área de la planta de procesos.

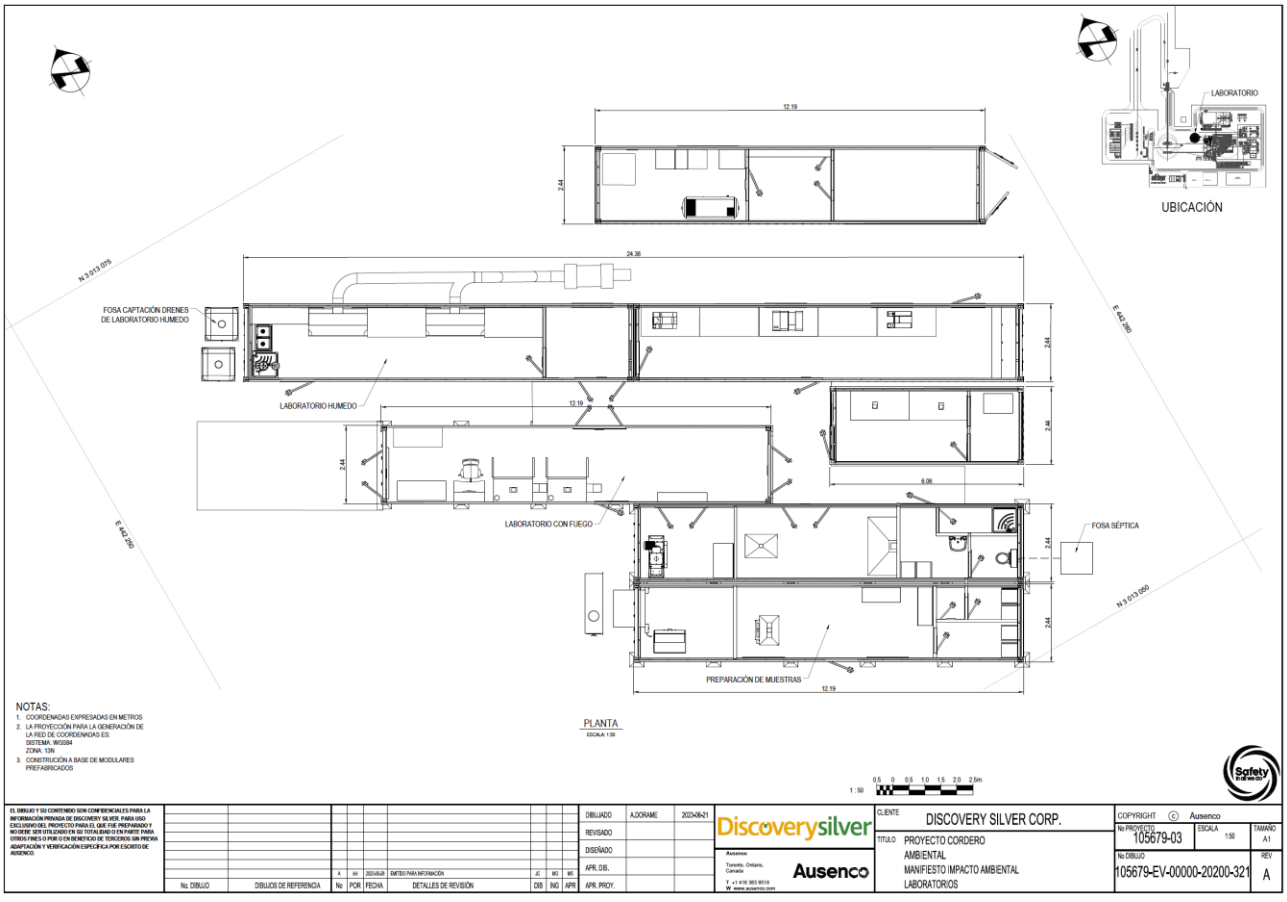


Figura II. 59. Diseño arquitectónico del área de Laboratorios

II.2.2.3.17 Almacén de Reactivos.

El almacenamiento y la preparación de reactivos se mantendrá en una única estructura completamente cerrada, adyacente al área de flotación. Los camiones de reparto descargarán en un muelle de carga exterior elevado, de ancho suficiente para manejar dos camiones de reparto a la vez. Los reactivos se descargarán con un montacargas y se llevarán al edificio a través de una rampa exterior y una puerta basculante. Los reactivos se separarán por tipo y se almacenarán en un sistema de gradillas de tres alturas y dos profundidades para ahorrar espacio.

Los reactivos se entregarán desde el área de almacenamiento a una zona de transferencia a través de un montacargas y luego se levantarán con una grúa puente y se entregarán en la ubicación de mezcla específica para ese reactivo. Se proporcionarán bombas de contención y sumidero separadas para evitar la mezcla de reactivos no compatibles. La distribución, el almacenamiento y la mezcla de cal se encuentran en el exterior del edificio de reactivos, pero directamente adyacente. La mezcla floculante no ocurrirá en el área del reactivo, sino adyacente a los espesadores de concentrados. Esta área se ubicará en el área de la planta de procesos.

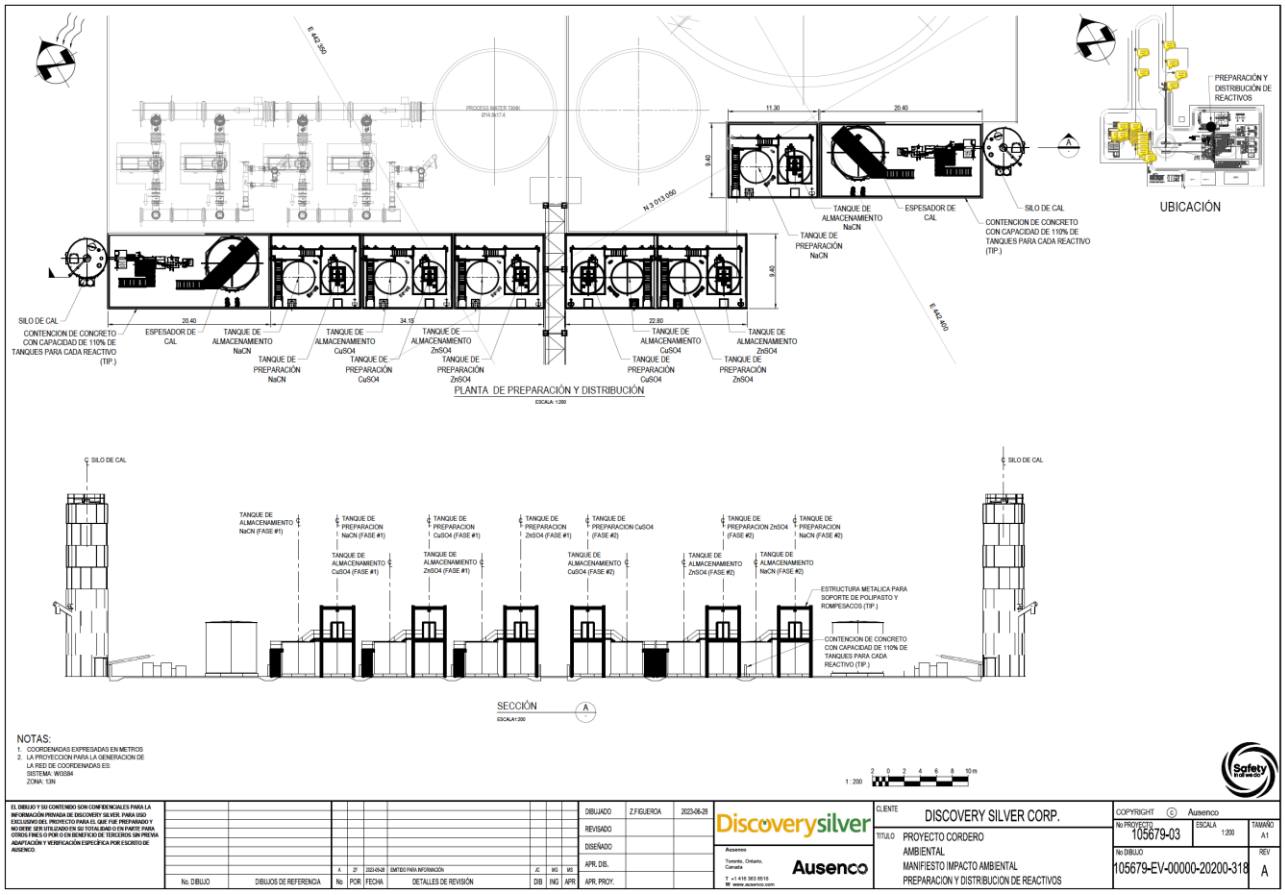
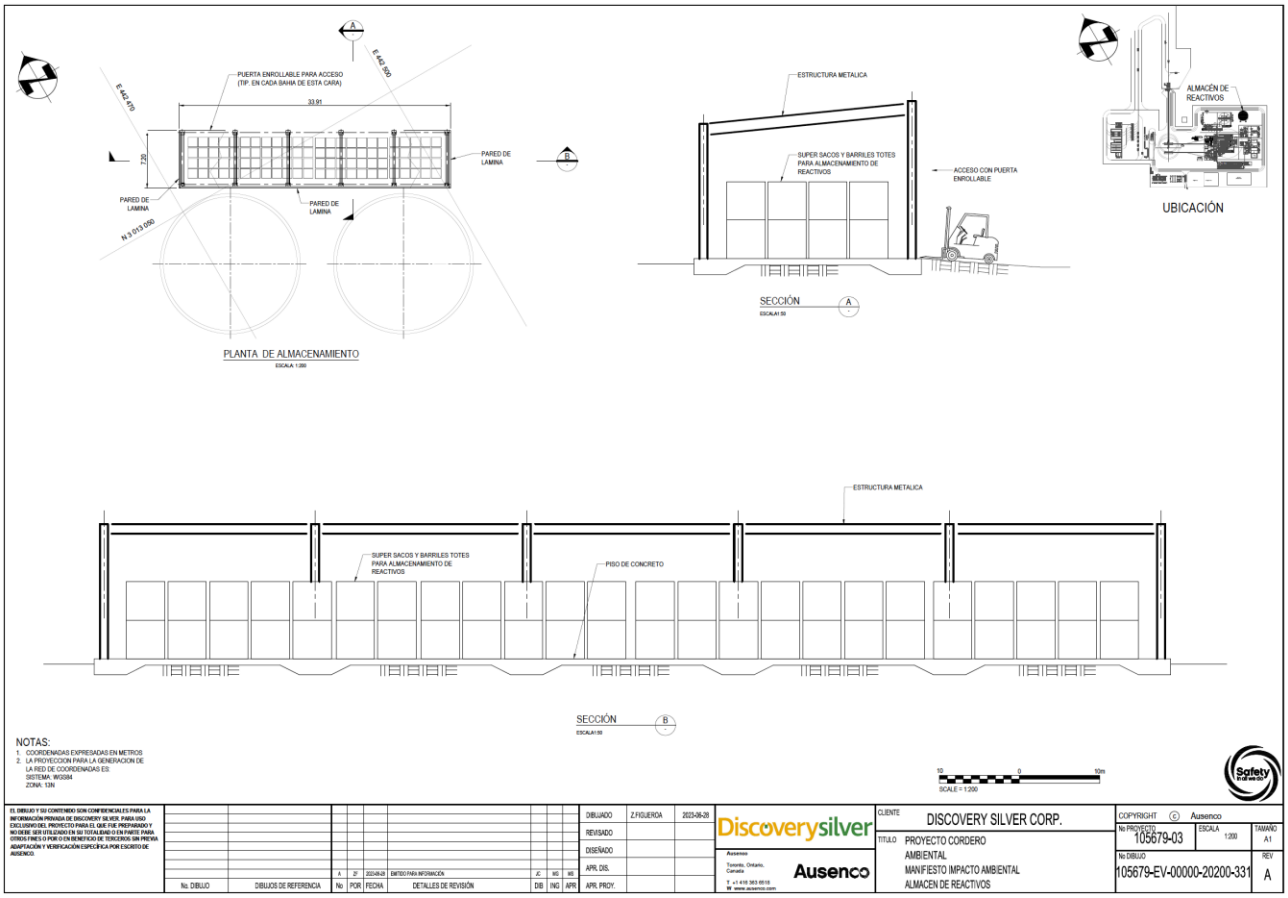
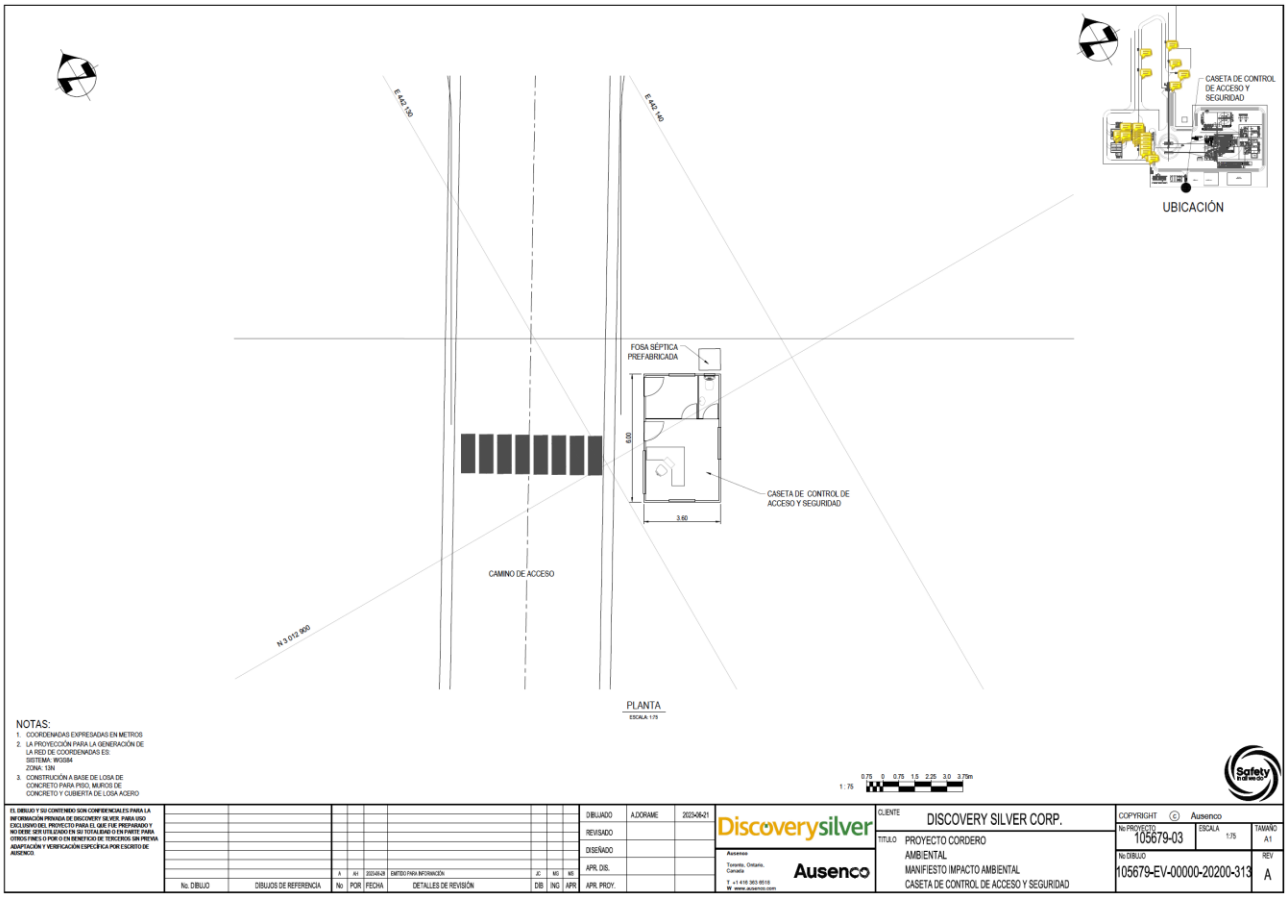


Figura II. 60. Diseño del área de almacenamiento, preparación y distribución de reactivos



II.2.2.3.18 Área de ingreso y casetas de vigilancia.

Se contará con 2 casetas, una para ingresar al campamento y otra para las instalaciones operativas, las cuales tienen la finalidad de controlar el acceso.



II.2.2.3.19 Patios de maniobras / Servicios

Son superficies planas donde se llevan a cabo movimientos de materiales, maquinarias y equipos, zonas temporales de almacenamiento de equipos, materiales entre otros productos, también se consideran áreas de amortiguamiento de actividades debido a su localización estratégica dentro del proyecto.

II.2.2.3.20 Campamento

Se contará con un campamento para los trabajadores y contratistas, el cual se localizará en un área separada de las demás instalaciones operativas, al oeste. El campamento contará con áreas de dormitorios, comedor, instalaciones sanitarias, áreas recreativas y deportivas, así como áreas verdes.

En todo momento se utilizarán las mejores tecnologías y prácticas para evitar cualquier daño al ambiente (uso eficiente de agua y energía), asimismo se buscará que el diseño arquitectónico sea acorde a la zona en cuanto a materiales y vista escénica.

Se considera un polígono de 22.583 ha para la instalación de un campamento temporal, el cual se encuentra integrado por las siguientes instalaciones:

- Habitacional (dormitorios). Se tiene un estimado para una capacidad de 100 personas
- Comedor.
- Cuarto frío y almacén de insumos.
- Clínica nivel I, consultorio médico con 1 a 5 camas, bahía para ambulancia.
- Oficinas administrativas – Campamento- RH

- Área de mantenimiento de campamento.
- Aula de capacitación.
- Caseta de vigilancia.
- Tienda de servicio
- Gimnasio
- Canchas de voleibol-basquetbol, fútbol y tenis.
- Pista para correr alrededor de las canchas.
- Palapas de uso común.
- Servicios religiosos o Capilla.
- Sanitarios públicos.
- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) (revisar) (Q=1 L/s considerando 300 personas en sitio por turno y un excedente de 20% para atenuar los picos de flujo).
- Sistema de drenaje sanitario y servicios domésticos.
- Estacionamientos.
- Cerca perimetral.

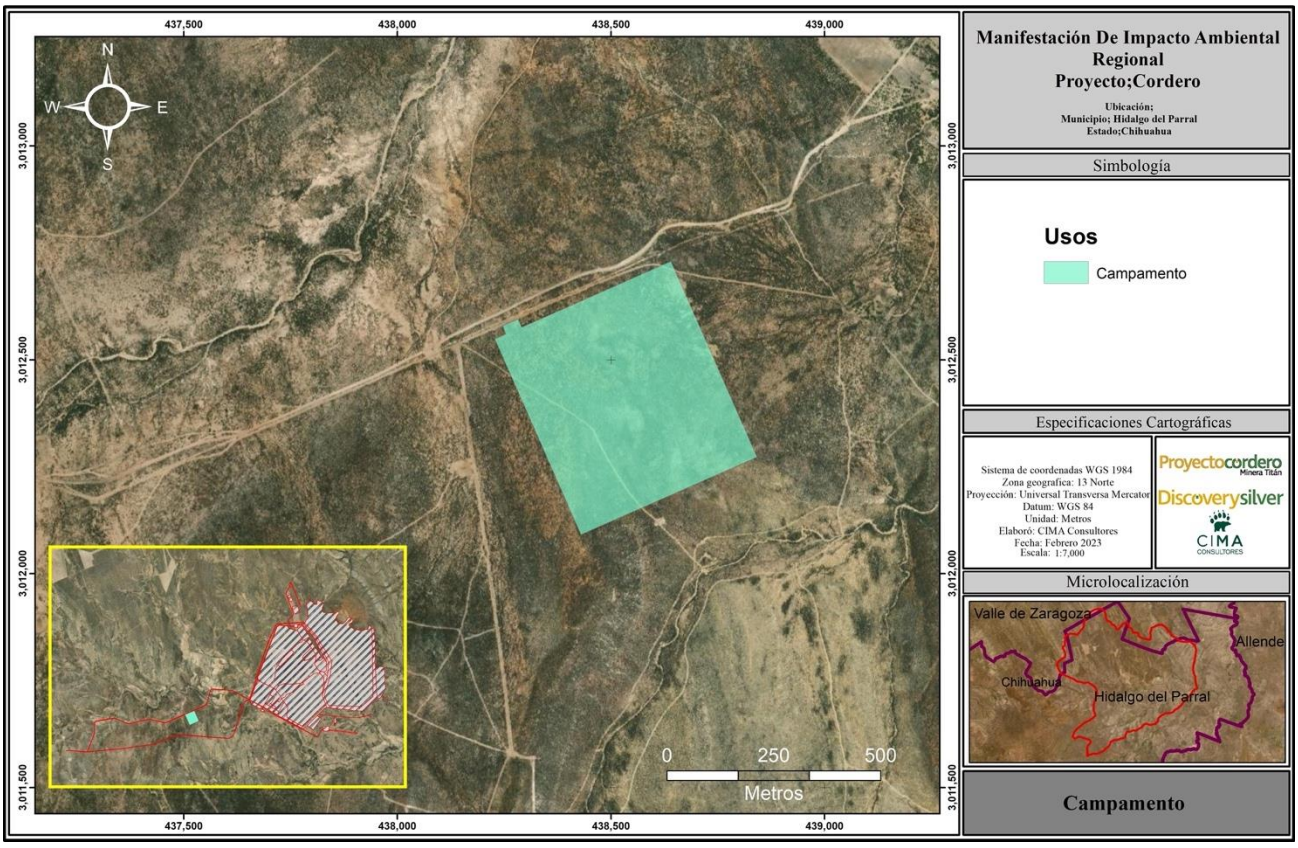


Figura II. 61. Localización del campamento

II.2.2.3.21 Pista de aterrizaje

La pista de aterrizaje se encuentra al norte del proyecto y únicamente está conectada con el camino de acceso, no tiene contacto con otra obra.

La pista de acuerdo a sus dimensiones solo podrá recibir aviones pequeños. Cuenta con una longitud

aproximada de 1.2 km y un ancho de 25 m. Se solicita una superficie de 3.357 ha, de las cuales 3.340 cuentan con vegetación forestal y requieren cambio de uso de suelo.

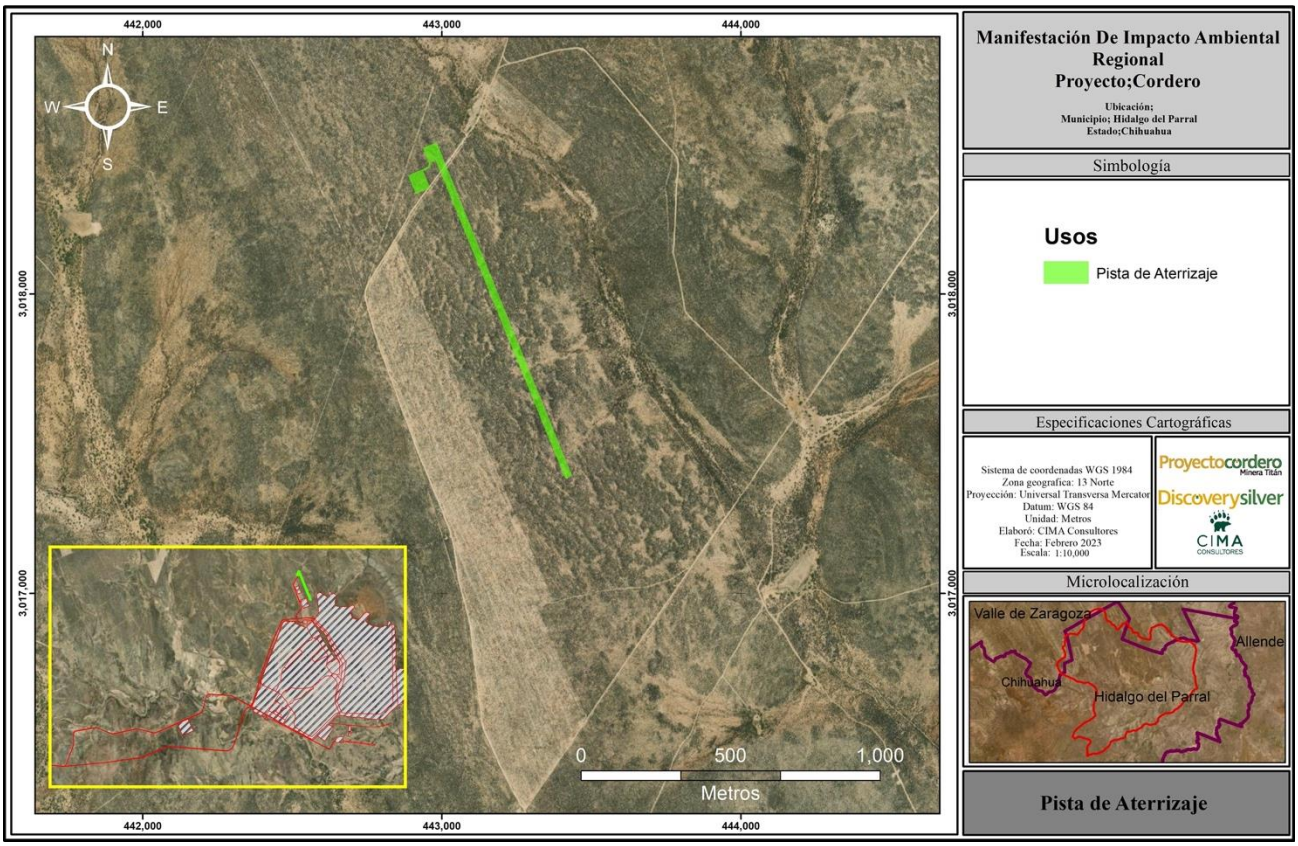


Figura II. 62. Ubicación de la pista de aterrizaje

II.2.2.3.22 Cono de molienda de mineral

El cono de molienda, se ubica enseguida de los almacenes de óxidos y sulfuros y el tajo; a su vez, colinda con la planta de flotación, por lo que el material llega a la molienda y pasa directo a la planta de flotación, reduciendo así tiempos y costos de traslado.

Para ello se requiere una superficie de 19.145 ha en total, siendo necesario realizar remoción de vegetación en 15.972 ha.

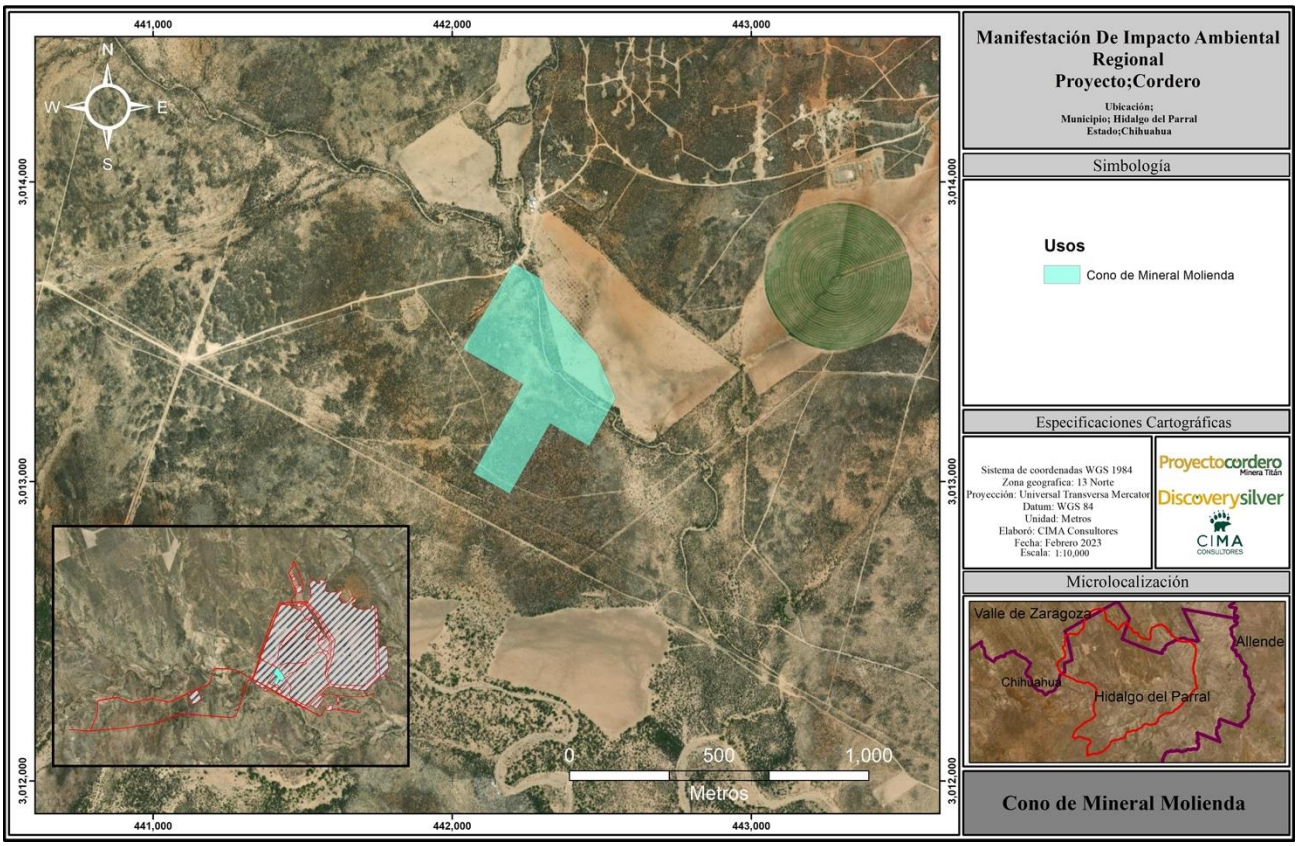


Figura II. 63. Ubicación del área de molienda de mineral

II.2.3 Operación y mantenimiento.

Descripción del Proceso

El diseño de la planta de procesamiento incluye un proceso de ampliación por etapas que permite aumentar la producción y dar cabida al aumento de ley de la alimentación a lo largo de la vida útil de la mina. El diagrama de flujo adoptado incluye un circuito de trituración de una sola fase que envía el producto triturado a la pila de mineral triturado. El mineral se devuelve al circuito de molienda Semi-Autógena de Bolas (SAB), que consta de un molino Semi-Autógeno (SAG) y un molino de bolas que funcionan en circuito cerrado con hidrociclones.

El material clasificado se envía a etapas sucesivas de flotación Primaria (Rougher), en las que los concentrados de plomo y zinc se separan. Los concentrados gruesos de plomo y zinc se envían a molinos de trituración especializados para una mayor reducción de tamaño antes de la flotación de limpieza (Cleaner). Los circuitos de limpieza aumentan las leyes de los concentrados para producir concentrados de la calidad requerida. Posteriormente, los concentrados pasan a los circuitos de deshidratación que incluyen espesadores de alta capacidad y filtros prensa de placas y bastidores verticales. Las tortas de filtración producidas se manipulan con un cargador frontal para ser apilados y transportados. Los jales del proceso se espesan en un espesador de alta capacidad y se bombean por tubería a la presa de jales.

Se tendrán 3 las etapas en la planta de procesamiento a lo largo de la vida útil de la mina, como se muestra a contuación:

- Fase 1 (años 1 a 3): la planta de procesamiento funciona a un rendimiento de 25.5 kt/d
- Fase 2 (años 4 a 6): se amplía la instalación para procesar material con un rendimiento de 51 kt/d
- Fase 3 (año 7+): se amplían los circuitos de limpieza de zinc y deshidratación de concentrados para procesar zinc con leyes más altas en el material de alimentación

Las operaciones unitarias seleccionadas y el proceso de expansión por etapas se eligieron para satisfacer a la naturaleza variable del depósito en cuanto a las leyes de la alimentación de plomo y zinc, y para desplegar eficientemente el capital a lo largo de la vida útil de la mina. A continuación, se resume el rendimiento previsto del proceso:

- Disponibilidad de trituración primaria del 75%
- Disponibilidad de molienda y flotación del 91,3%
- Disponibilidad de filtración del concentrado del 82,2%
- Rendimiento de la fase 1 de 25.5 kt/d (promedio)
- Rendimiento de las fases 2 y 3 de 51 kt/d (promedio)

El diseño del proceso considera las siguientes operaciones unitarias y circuitos:

- Trituración de una sola fase de material ROM
- Apilamiento de mineral triturado y tolvas de alimentación de recuperación
- Molino SAG seguido por un molino de bolas en circuito cerrado con hidrociclones
- Criba de rechazos
- Prefloración de carbón
- Flotación de gruesos de plomo-plata con circuito de remolienda
- Flotación de mineral grueso de zinc con circuito de remolienda
- Flotación Cleaner de plomo-plata
- Flotación Cleaner de zinc
- Deshidratación y transporte de concentrado de plomo-plata
- Deshidratación y transporte de concentrado de zinc
- Espesamiento de jales
- Mezcla y distribución de reactivos
- Servicio de aire (comprimido), servicios de agua y servicios públicos

El diagrama de flujo general de proceso del proyecto Cordero se presenta a continuación, todos los diagramas que se muestran a continuación se presentan en el Anexo II.7 para su mejor visualización:

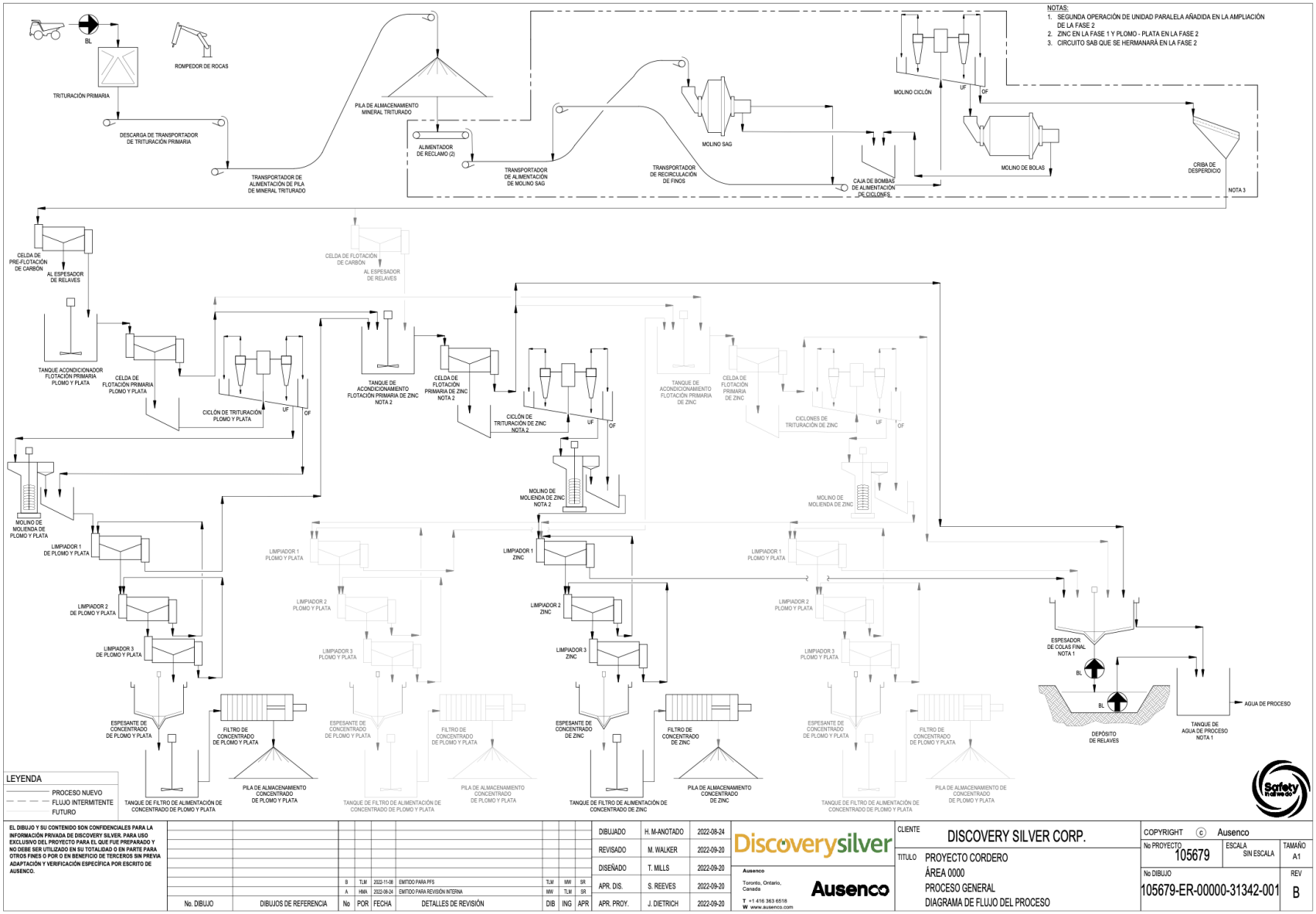


Figura II. 64. Diagrama de flujo del proceso general

II.2.3.1.1 Trituración

Fase 1 (Años 1 – 3)

El circuito de trituración está diseñado para un tiempo de funcionamiento anual de 6,570 h o una disponibilidad de 75%.

En esta Fase, se tendrá un rendimiento promedio de 25,500 toneladas al día, alcanzando un volumen anual de 9,307,000 toneladas. El material ROM se vuelca directamente al botadero de descarga de la trituradora primaria que tiene capacidad para 1.5 cargas de camión. El botadero de descarga está equipado con un rompe piedras hidráulico para romper las rocas de gran tamaño. El material de alimentación fluye por gravedad hacia la trituradora primaria.

La trituradora giratoria primaria está diseñada para reducir el mineral desde un tamaño de alimentación pasante de 80% (F80) de 450 mm hasta un tamaño de producto pasante de 80% (P80) de 85 mm. El material triturado es descargado a una bóveda situada debajo de la trituradora, donde fluye por gravedad hasta una banda transportadora que conducirá el mineral hasta el cono de mineral.

El alimentador de apilamiento descarga sobre la pila de mineral triturado. El transportador inicialmente se construye con dos posibles ubicaciones para polea de cabeza para facilitar la expansión del apilamiento más adelante en la vida de la mina. El área incluye los siguientes equipos e instalaciones principales:

- Botadero de Descarga de mineral ROM triturado (1.5 camiones de carga, 348 t)
- Trituradora Giratoria Primaria (600 kW)
- Rompe piedras
- Banda Transportadora de Descarga de la Trituradora Primaria (ancho de banda 1800 mm, longitud 27 m)
- Banda Transportadora de Alimentación de Apilamiento de Mineral Triturado (ancho de banda 1800 mm, longitud 233 m, elevación vertical de 37 m)
- Pila de Mineral Triturado (capacidad útil 12 h, 27,930 t).

Fase 2 (Años 4-18)

La fase 2 consiste la expansión de una producción de 25.5 kt/d a 51 kt/d, valores promedio diario, con un valor anual de 18,615,000 toneladas. La trituradora primaria y el equipo de manejo de materiales asociado están dimensionados para el rendimiento de expansión de la Fase 1. La ubicación de la polea de cabeza del transportador de banda de alimentación de apilamiento se modificará en la estructura existente para ubicar el vértice del apilamiento entre el túnel de recuperación existente y el nuevo túnel de recuperación paralelo para acomodar el aumento de la producción.

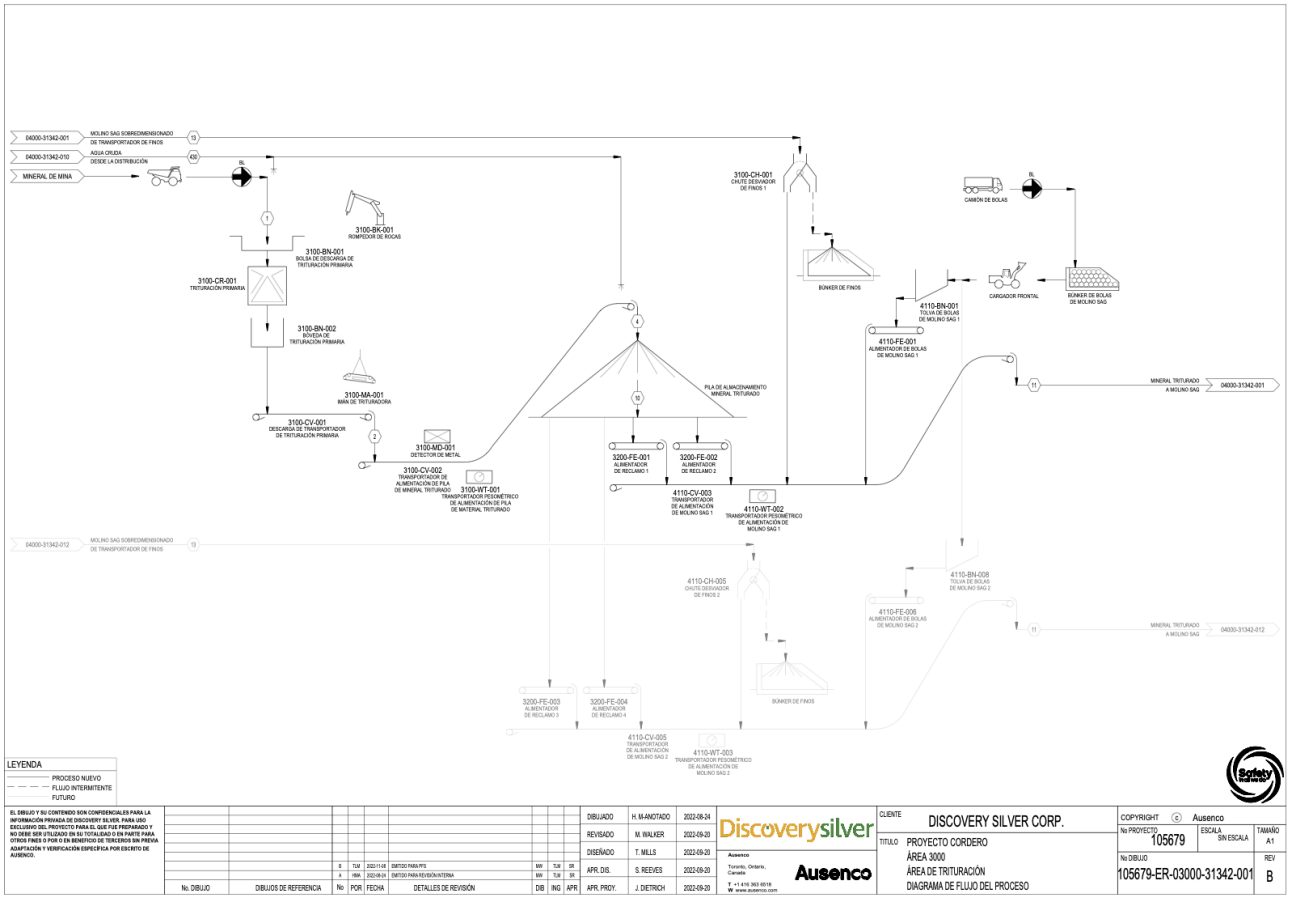


Figura II. 65. Diagrama de flujo del proceso de trituración.

II.2.3.1.2 Molienda y Clasificación

Fase 1.

El circuito de molienda está diseñado para un tiempo de funcionamiento anual de 7,998 h o una disponibilidad de 91.3%. El circuito está dimensionado para un rendimiento máximo de 1,280 t/h, un rendimiento nominal de 1164 t/h y un rendimiento promedio de 25.5 kt/d.

El mineral es recuperado del apilamiento del mineral triturado mediante tolvas de alimentación que funcionan en modo de servicio/espera. El material recuperado se envía al transportador de alimentación del molino SAG, que lo transporta al circuito de molienda.

El circuito de molienda consiste en un molino SAG de doble piñón seguido por un molino de bolas en circuito cerrado con hidrociclones. El dimensionamiento del circuito se basa en el tamaño de alimentación del circuito de molienda (F80) de 85 mm y un tamaño del producto del circuito de 200 µm. El agua de proceso se introduce en el SAG para mantener una densidad de pulpa de 70% w/w y la pulpa se descarga a través de una criba trómel con guijarros de gran tamaño transportados de regreso al transportador de alimentación del molino SAG. El material de tamaño inferior a la criba de trómel se descarga en la caja de bombeo de alimentación del ciclón, donde se bombea mediante una bomba de un solo uso a la batería de hidrociclones. El molino SAG es accionado por un motor de velocidad variable (VSD, por sus siglas en inglés) que permite modificar la velocidad del motor del molino SAG en caso de una variación de la dureza del mineral y utiliza medios de molienda de 100 - 125 mm en diámetro.

El molino de bolas de rebalse de doble piñón se alimenta con el bajo flujo del ciclón. El molino de bolas se descarga a través de una criba trómel, donde se separa el tamaño superior y se descargan fragmentos de las

bolas del molino, mientras que el tamaño inferior del trómel se descarga en la caja de bombas de alimentación del ciclón. El desbordamiento del ciclón, con un contenido nominal de sólidos del 35% en peso, se descarga en una criba de residuos antes de pasar al circuito de flotación. El molino de bolas utiliza bolas de 50 - 80 mm de diámetro. El área incluye los siguientes equipos e instalaciones principales:

- Banda Transportadora de Alimentación a molino SAG (1350 mm de ancho, 160 m de largo de la banda)
- Molino SAG (doble piñón, 13 MW, 34' día. x 19' EGL)
- Banda Transportadora de Guijarros (750 mm de ancho, 95 m de largo de la banda)
- Molino de bolas (doble piñón, 12,5 MW, 24' día. x 38,5' EGL)
- Batería de Hidrociclones
- Criba (32 m2).

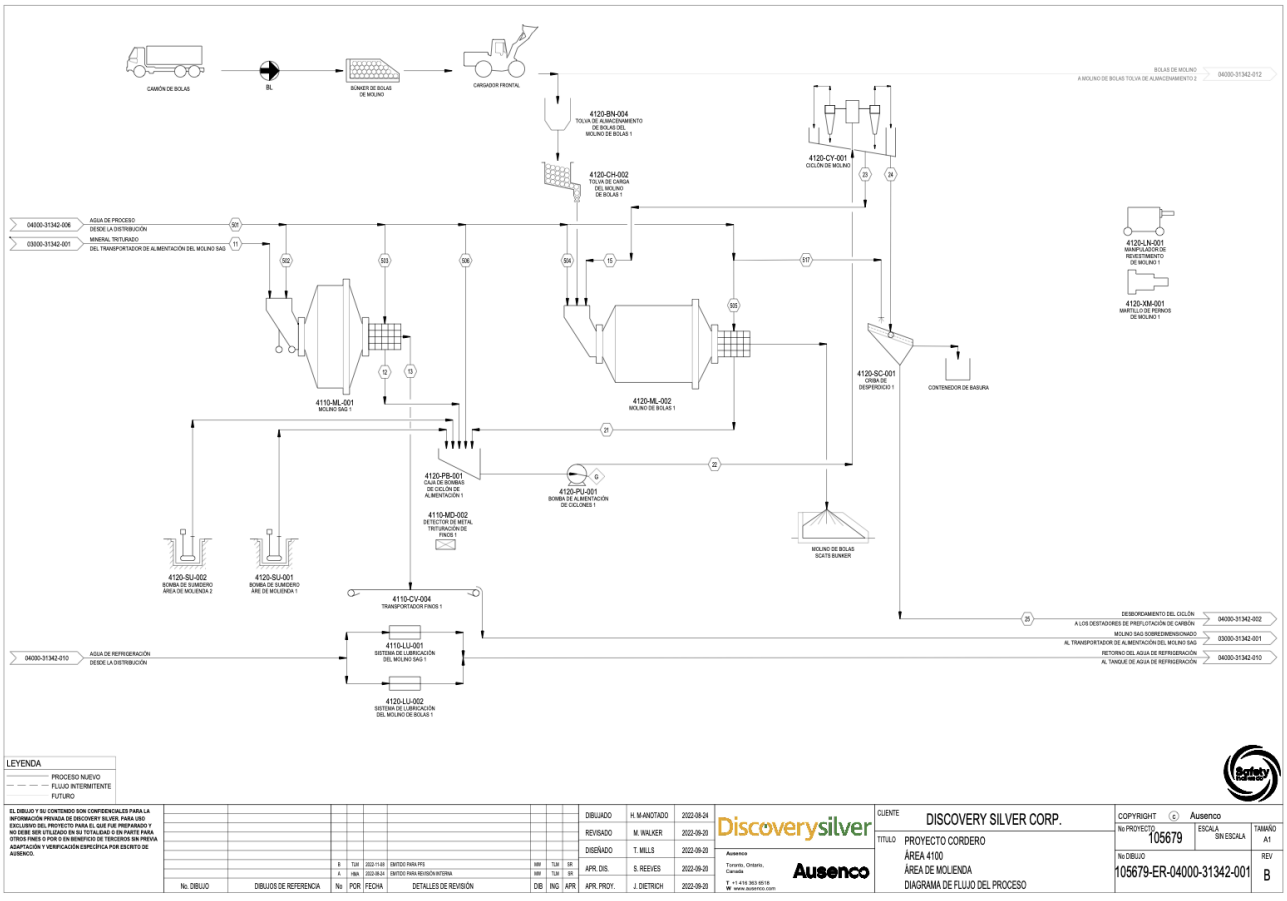


Figura II. 66. Diagrama de flujo del proceso de molienda

Fase 2

Se añadirá un circuito completo de trituración y clasificación en paralelo, idéntico al circuito instalado en la fase 1. Los dos sistemas funcionarán de forma independiente. El área incluye los siguientes equipos e instalaciones principales:

- Transportador de Alimentación de Molino SAG (anchura de banda 1350 mm, 160 m de longitud)
- Molino SAG (doble piñón, 13 MW, 34' diá. x 19' EGL)
- Transportador de Banda de Guijarros (750 mm de anchura de cinta, 95 m de longitud)

- Molino de bolas (doble piñón, 12,5 MW, 24' diá. x 38,5' EGL)
- Batería de Hidrociclones
- Criba (32 m2)

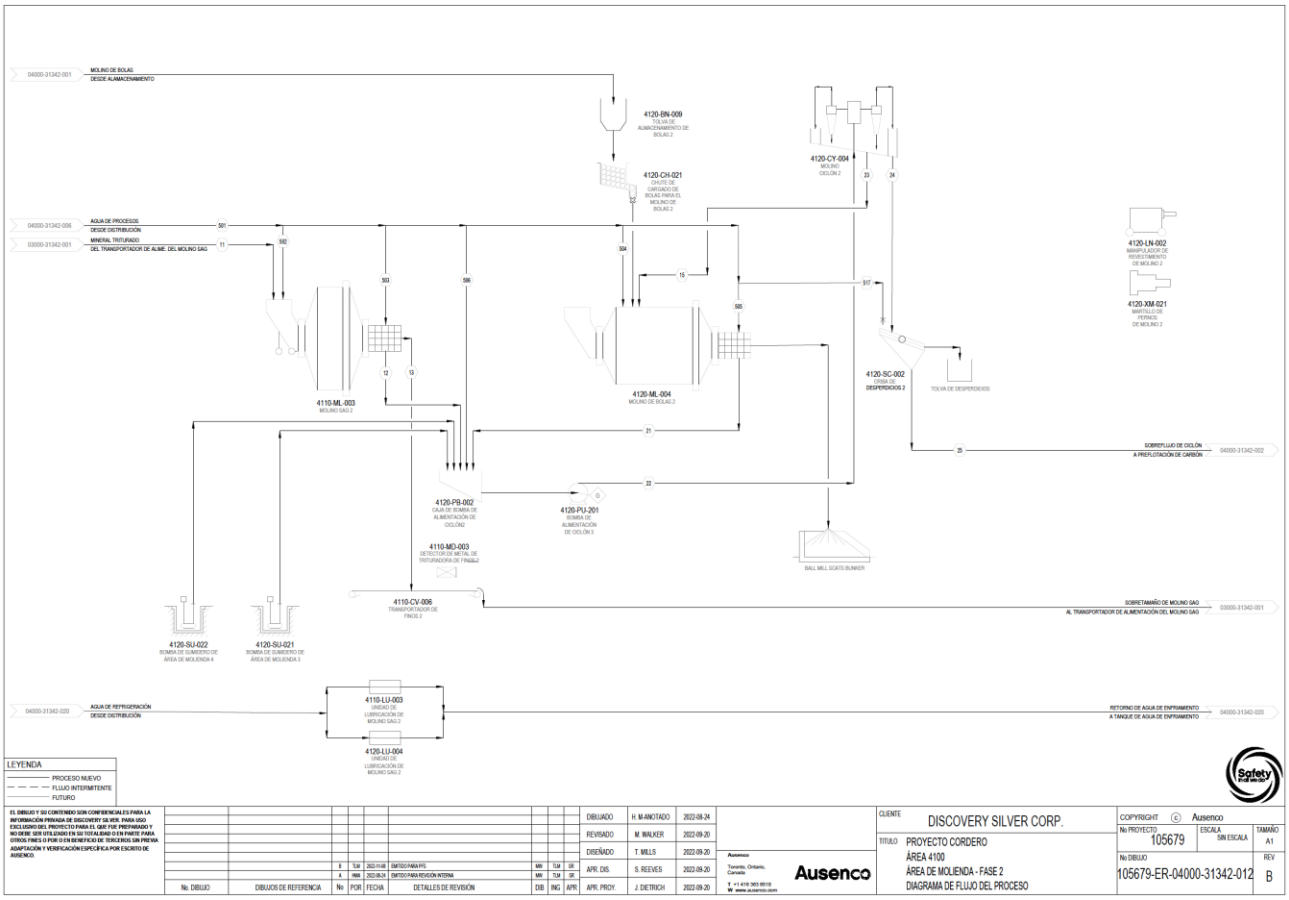


Figura II. 67. Diagrama de flujo del proceso de molienda fase 2

II.2.3.1.3 Pre-Flotación de Carbón

Fase 1

La litología sedimentaria del mineral contiene materia carbonosa que perjudica el rendimiento de flotación de plomo y zinc, por lo tanto, se requiere una etapa de pre-flotación de carbón. El circuito puede funcionar en modo "bypass" para evitar que el material pase a los jales cuando no se anticipa la presencia de material carbonoso.

El circuito se alimenta de los residuos de tamaño inferior cribados. Cuatro celdas de tanque de aire forzado convencionales se utilizan para la "flotación inversa" con el fin de eliminar las impurezas de carbón del flujo del concentrado final deseado y dirigir el material a los jales. Las celdas están dimensionadas para proporcionar un tiempo de residencia de 7.5 minutos, y se añade vaporizador directamente a las celdas para facilitar la flotación. Los jales de prefloración de carbón se envían a la flotación rougher de plomo-plata.

El área incluye los siguientes equipos e instalaciones principales:

- (4) Celdas de Pre-Flotación Rougher de Carbón (130 m3)

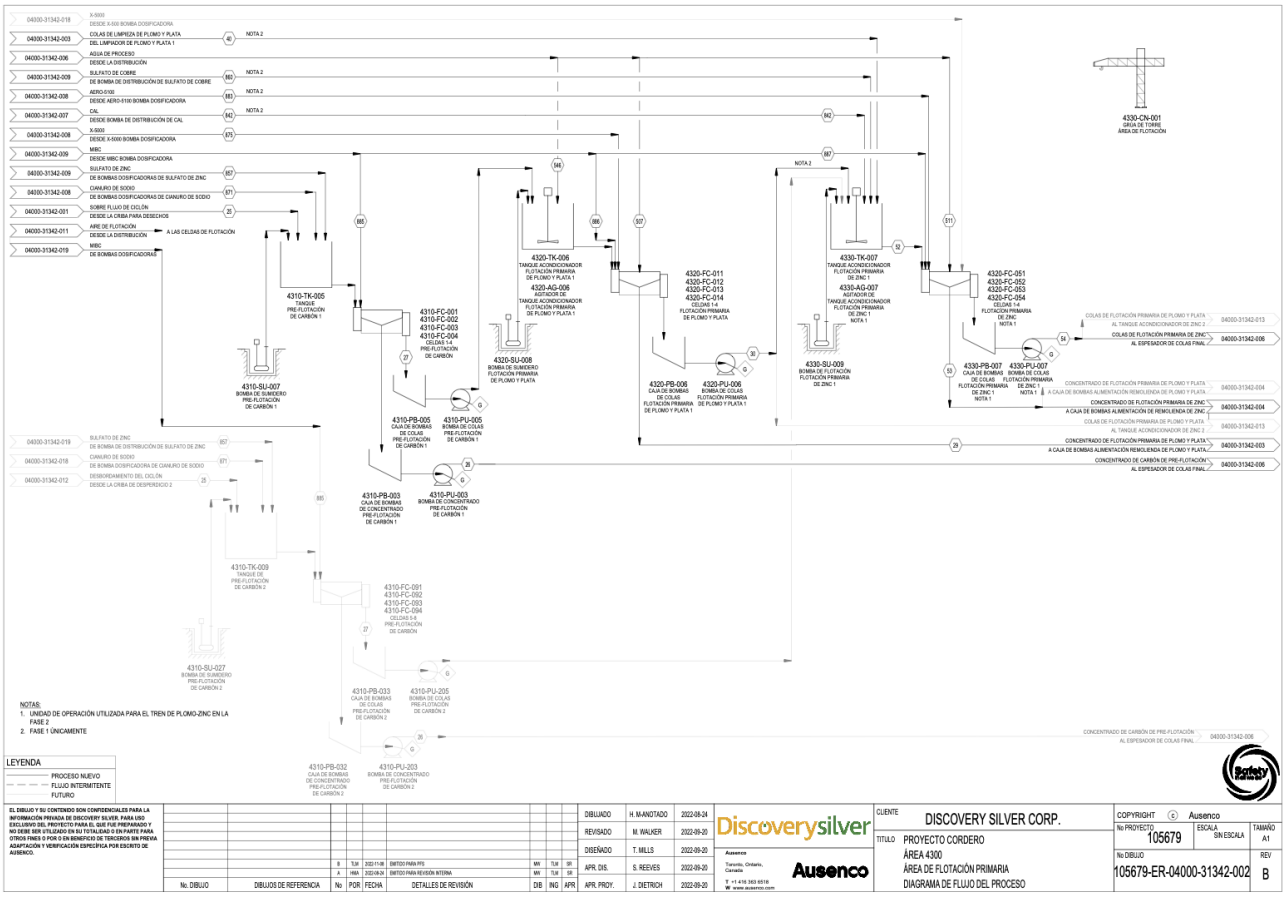


Figura II. 68. Diagrama de flujo del proceso de flotación primaria

Fase 2.

Se instalará un banco idéntico y paralelo de celdas rougher para la prefloración de carbón de la descarga de la criba del nuevo circuito de molienda. El área incluye los siguientes equipos e instalaciones principales:

- (4) Celdas Rougher de Pre-Flotación de Carbón (130 m3)

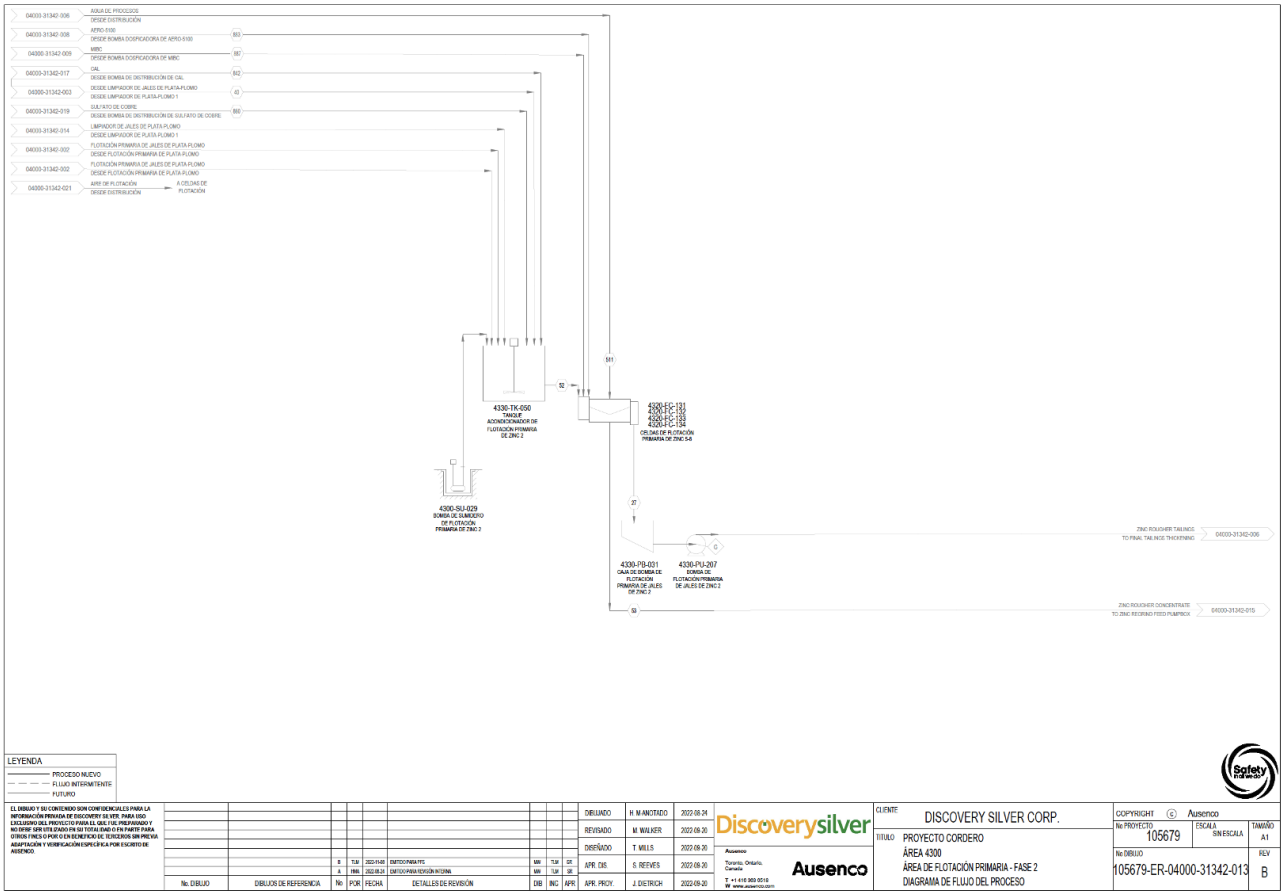


Figura II. 69. Diagrama de flujo del proceso de flotación primaria fase 2

II.2.3.1.4 Flotación de Plomo-Plata

Fase 1

La pulpa del rougher de preflotación de carbón se envían a un tanque de acondicionamiento donde se añade sulfato de zinc, cianuro, colector y vaporizador. Posteriormente, la pulpa acondicionada fluye por gravedad a un banco de celdas de tanque de aire forzado convencionales a una densidad nominal de 30% w/w. Se colecta el concentrado del rougher y se bombea a la remolienda, mientras que la pulpa se bombea al circuito de flotación de zinc.

El circuito de remolienda consiste en una batería de hidrociclones y un molino de bolas de remolienda que funcionan en circuito abierto. La pulpa del tanque de compensación se bombea a los ciclones para aumentar la densidad de sólidos de la alimentación al molino de remolienda. El sobre flujo tiene como objetivo un tamaño de producto de 30 µm. El sobre flujo se dirige del hidrociclón al circuito del Cleaner de plomo-plata, mientras que el bajo flujo fluye por gravedad al molino de remolienda. El molino de remolienda utiliza bolas de acero de 25 mm de diámetro y la descarga del molino se envía al circuito de Cleaner de plomo-plata. También se añade cal y sulfato de zinc al circuito de remolienda antes de la flotación Cleaner.

El circuito del Cleaner de plomo-plata consta de tres etapas sucesivas de Cleaner que utilizan bancos de celdas de tanque de aire forzado convencionales. La primera etapa se dosifica con cianuro a una concentración menor al 30%, colector y vaporizador para promover la recuperación del concentrado. El colector también se dosifica en la segunda y tercera etapa de flotación. Los concentrados de flotación fluyen de la primera a tercera etapa, y el concentrado de la tercera etapa pasa al espesador de concentrado de plata-plomo. Los jales de flotación fluyen en contracorriente del concentrado, y los jales del primer Cleaner se bombean a la etapa de flotación rougher de zinc. El área incluye los siguientes equipos e instalaciones principales:

- (4) Celdas Rougher de Plomo-Plata (500 m3)
- Hidrociclones de Remolienda de Plomo-Plata
- Molino de Remolienda de Plomo-Plata (1.6 MW)
- (4) Celdas Cleaner 1 de Plomo-Plata (70 m3)
- (4) Celdas Cleaner 2 de Plomo-Plata (23 m3)
- (4) Celdas Cleaner 3 de Plomo-Plata (23 m3)

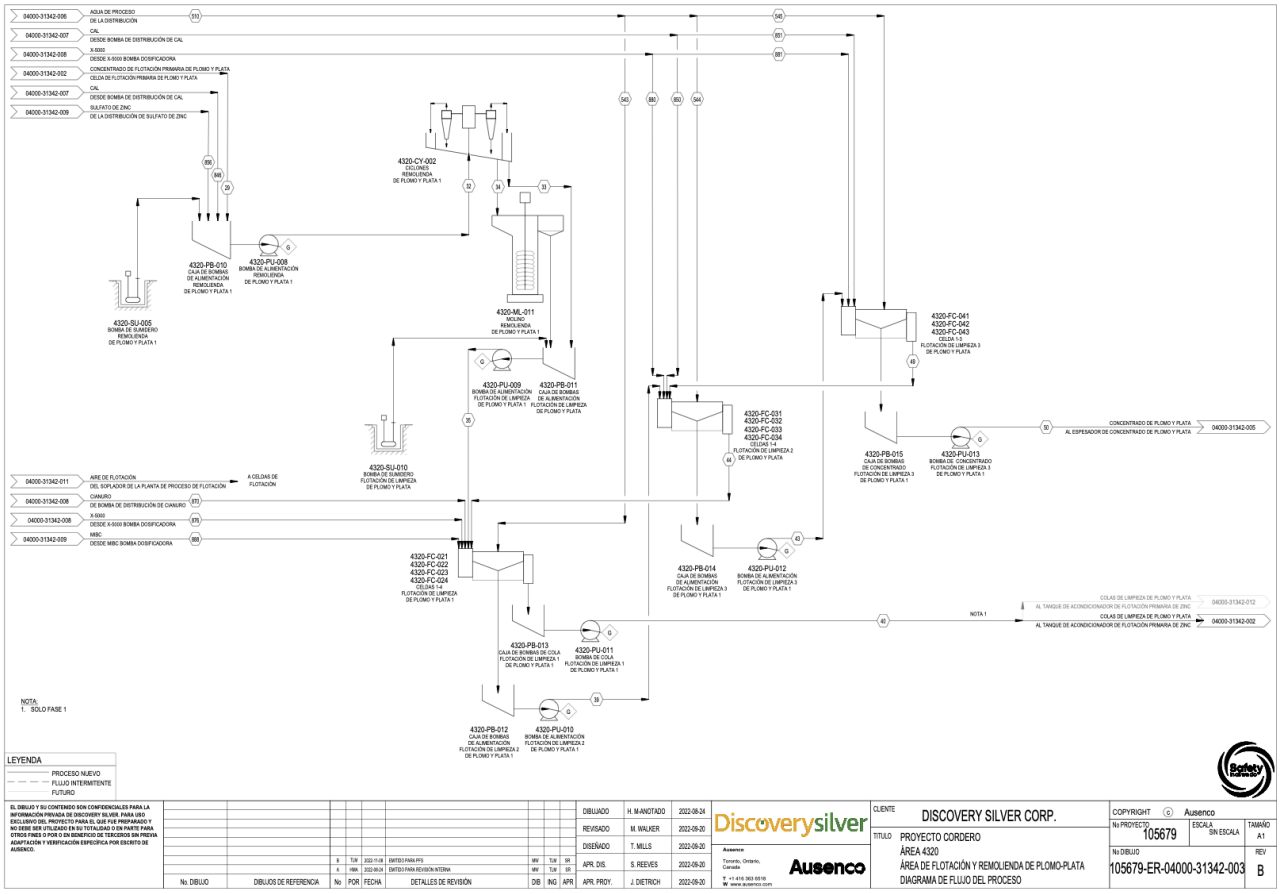


Figura II. 70. Diagrama de flujo de proceso de flotación de plomo-plata

Fase 2

En lugar de instalar nuevas celdas de flotación rougher de plomo-plata, se reutilizarán las celdas de flotación rougher de zinc existentes. Las celdas rougher de zinc existentes son idénticas a las celdas de flotación rougher de plomo-plata de la Fase 1, creando un tren paralelo. Las ubicaciones de dosificación de reactivos se ajustarán para el nuevo servicio.

El concentrado se enviará al molino de remolienda de zinc existente, que tiene potencia suficiente para ser reutilizado para la aplicación de plomo-plata. El circuito se ajustará para producir un producto de tamaño 30 µm en lugar de 45 µm. La descarga del circuito de remolienda se desviará a un nuevo circuito de flotación rougher de plomo-plata.

El nuevo circuito de flotación del limpiador de plomo-plata será idéntico al circuito instalado en la Fase 1. El tamaño de ambos circuitos combinados es suficiente para dar cabida al aumento de la ley de cabeza experimentado en la Fase 3. El concentrado se enviará a un nuevo circuito de deshidratación de concentrado de plomo-plata y los estériles se enviarán a un nuevo circuito de flotación rougher de zinc. El área incluye los

siguientes equipos e instalaciones principales:

- (4) Celdas Rougher Plomo-Plata 1 (70 m3)
- (4) Celdas Rougher Plomo-Plata 2 (23 m3)
- (3) Celdas Rougher Plomo-Plata 3 (23 m3)

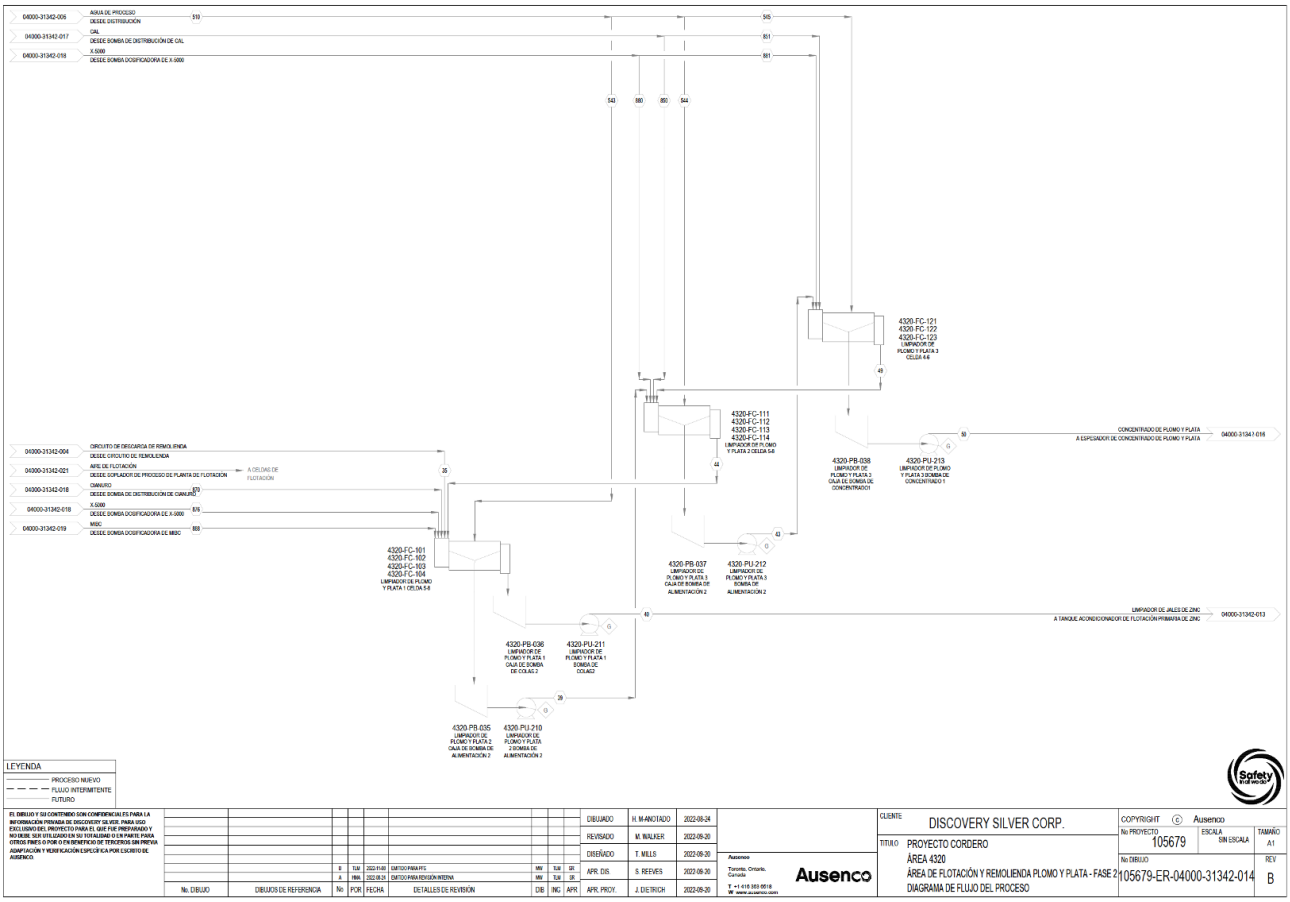


Figura II. 71. Diagrama de flujo del proceso de flotación plomo-plata fase 2

II.2.3.1.5 Flotación de Zinc

Fase 1

Los jales rougher de plomo-plata y los jales del cleaner de plomo 1 se envían a un tanque de acondicionamiento donde se añade sulfato de cobre, cal, colector y vaporizador. La pulpa acondicionada luego fluye por gravedad a un banco de celdas de tanque de aire forzado convencionales a una densidad nominal de 30% w/w. Se colecta el concentrado de zinc del rougher y se bombea a la remolienda, mientras que los jales se transportan al espesamiento de jales.

El circuito de remolienda consiste de una batería de hidrociclones y un molino de bolas de remolienda que funcionan en circuito abierto. La pulpa del depósito de compensación se bombea a los hidrociclones para aumentar la densidad de sólidos de la alimentación del molino de remolienda. El sobre flujo tiene como objetivo un tamaño de producto de 45 µm. El rebalse del hidrociclón se dirige al circuito del cleaner de zinc, mientras que el bajo flujo fluye por gravedad al molino de remolienda. El molino de remolienda utiliza bolas de acero de 25 mm de diámetro y la descarga del molino se envía al circuito de limpieza de zinc. También se añade sulfato de cobre al circuito de remolienda antes de pasar a la flotación cleaner.

El circuito del cleaner de zinc consiste de tres etapas sucesivas de limpieza que utilizan bancos de celdas de tanque de aire forzado convencionales. La primera etapa se dosifica con sulfato de cobre, cal y colector para promover la recuperación del concentrado. El colector y la cal también se dosifican en la segunda y tercera etapas de flotación. Los concentrados de flotación fluyen desde la primera a la tercera etapa, y el concentrado de la tercera etapa pasa al espesador de concentrado de zinc. Los jales de flotación fluyen en contracorriente del concentrado, y los jales del primer cleaner se bombean al espesador de jales. El área incluye los siguientes equipos e instalaciones principales:

- (4) Celdas Rougher de Zinc (500 m3)
- Batería de Hidrociclones de Remolienda de Zinc
- Molino de Remolienda de Zinc (2.0 MW)
- (4) Celdas Cleaner 1 de Zinc (170 m3)
- (4) Celdas Cleaner 2 de Zinc (100 m3)
- (4) Celdas Cleaner 3 de Zinc (100 m3)

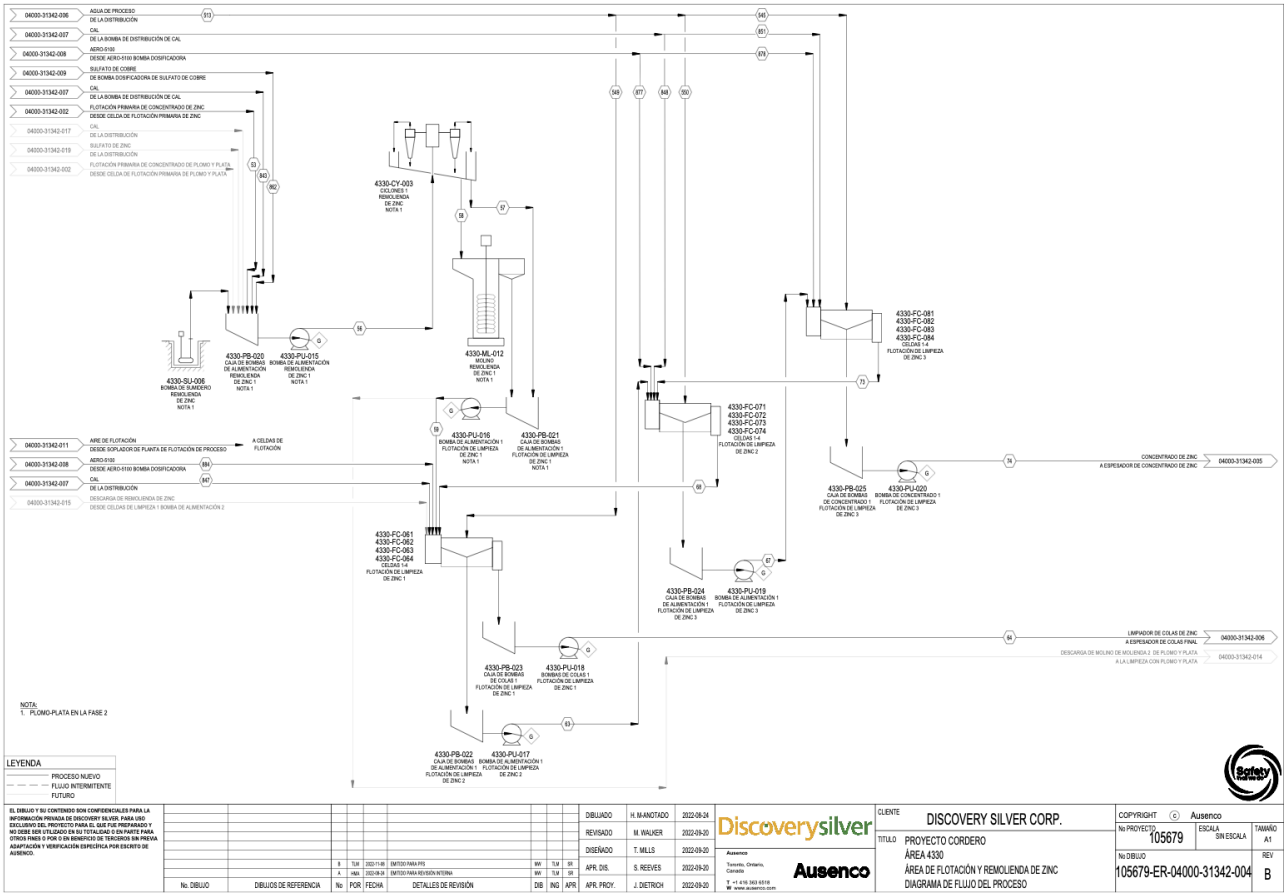


Figura II. 72. Diagrama de flujo del proceso de flotación de zinc

Fase 2

En la fase 2, se instalará un banco nuevo sencillo de rougher de zinc para dar cabida a un mayor rendimiento de 51 kt/día. El flujo del concentrado de los bancos gemelos rougher de plomo-plata y los flujos de los jales de los bancos gemelos rougher de plomo-plata de la fase 1 se enviarán a un sólo tanque de acondicionamiento antes de las celdas rougher. Las celdas de tanque de aire forzado convencionales producirán un concentrado que se enviará a un nuevo circuito de remolienda de zinc. Los jales se enviarán al espesamiento de jales.

El circuito de remolienda consta de una batería de hidrociclones y un molino de bolas de remolienda que

funciona en circuito abierto, dimensionado para manejar la producción de la fase 2, así como la futura producción de zinc de la Fase 3. La pulpa del tanque de compensación se bombea a los ciclones para aumentar la densidad de los sólidos que se alimentan al molino de remolienda. El desbordamiento tiene como objetivo un tamaño de producto de 45 µm. El desbordamiento de los ciclones se envía al circuito rougher de zinc existente, mientras que el flujo inferior fluye por gravedad al molino de remolienda. El molino de remolienda utiliza bolas de acero de 25 mm de diámetro y la descarga del molino se envía al circuito rougher de zinc.

Aunque el rendimiento del molino aumenta en la Fase 2, la ley de cabeza, por el contrario, disminuye. El circuito cleaner de la Fase 1 está dimensionado para dar cabida a la producción máxima de concentrado prevista tanto en la Fase 1 como en la Fase 2, por lo que no se requiere ningún equipo de limpieza ni de deshidratación de concentrado nuevo. El área incluye los siguientes equipos e instalaciones principales:

- (7) Celdas Rougher de zinc (630 m3)
- Batería de Hidrociclones de Remolienda de Zinc
- Molino de Remolienda de zinc (4,7 MW)

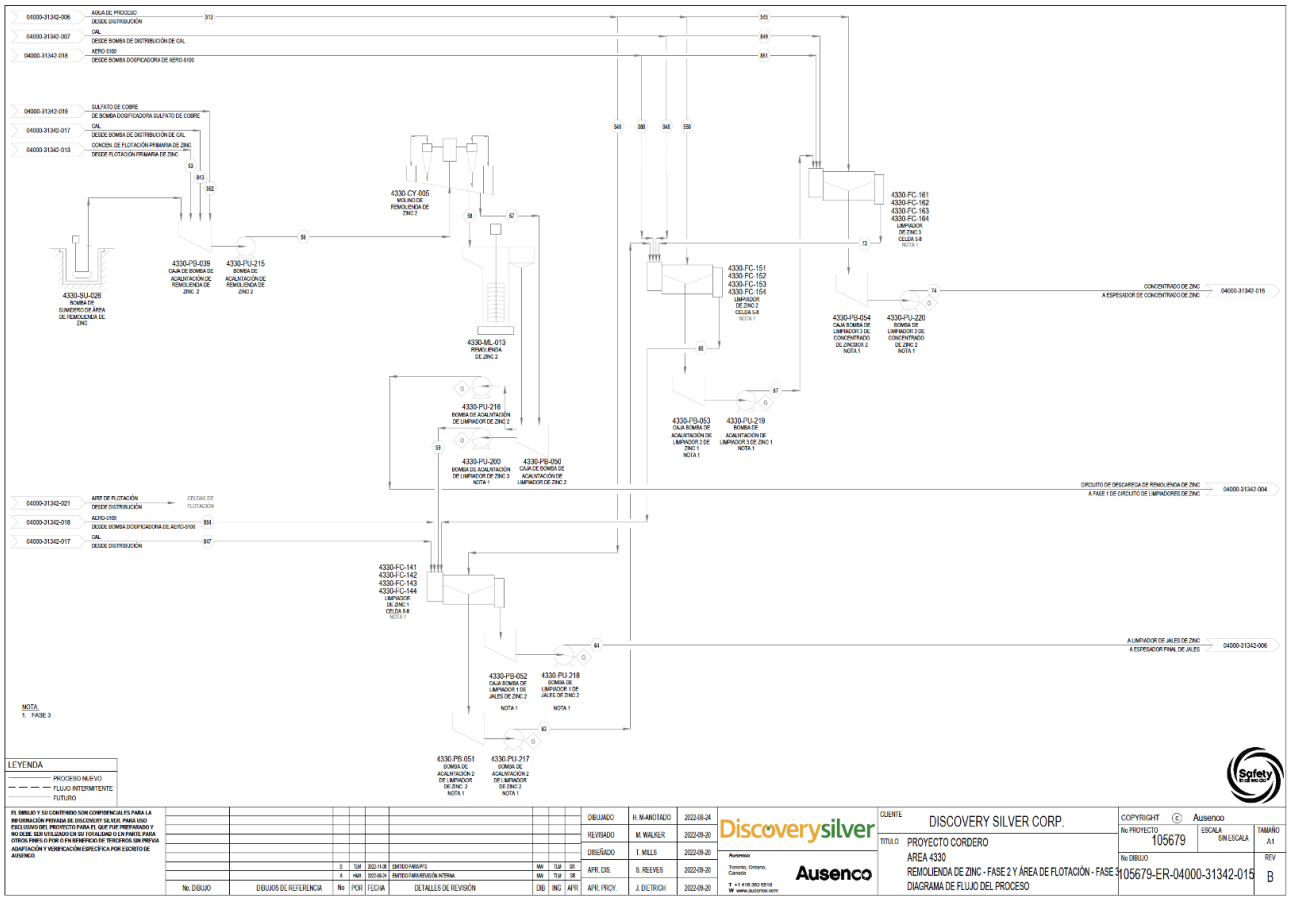


Figura II. 73. Diagrama de flujo del proceso de remolienda de zinc fase 2 y área de flotación fase 3

Fase 3

Para acomodar la mayor producción de concentrado de zinc, el circuito de limpiadores de zinc se duplicará. La zona de trituración está dimensionada para gestionar la producción de la Fase 3, y se añadirá una segunda bomba a la caja de bombas de descarga del circuito de trituración para dividir el caudal entre los dos circuitos: los nuevos limpiadores de zinc y los limpiadores de zinc existentes de la Fase 2. Se añadirán bombas de reactivo y puntos de adición adicionales según sea necesario para facilitar la ampliación. La zona incluye los siguientes equipamientos e instalaciones principales nuevos:

- (4) Cleaner de Zinc 1 Celdas (170 m3)
- (4) Cleaner de Zinc 2 Celdas (100 m3)
- (4) Cleaner de Zinc 3 Celdas (100 m3)

II.2.3.1.6 Deshidratación y Carga de Concentrados

Fase 1

El circuito de deshidratación de concentrados consiste en el equipo de espesamiento y filtración necesario para deshidratar los concentrados de plomo-plata y zinc antes de cargarlos y enviarlos. Cada corriente de concentrado se envía a un espesador de alta capacidad, donde se añade floculante para ayudar a la sedimentación de los sólidos. El exceso de espesador se bombea al tanque de agua de proceso, mientras que el flujo inferior se alimenta a los tanques de alimentación de filtro dedicados con un tiempo de residencia de 12 horas.

Los flujos bajos de espesador de plomo-plata y zinc se envían a un filtro de concentrado específico a una densidad de pulpa nominal de 65% w/w. Los filtros prensa de placas y bastidor verticales descargan tortas de filtración con un contenido de humedad objetivo de 8% y 9% w/w para los concentrados de plomo-plata y zinc, respectivamente. Los filtros descargan a través de tolvas hacia los depósitos de concentrado, donde este es manipulado por cargador frontal y almacenado en apilamientos cubiertos para su transporte. Los circuitos de manipulación de los concentrados de plomo-plata y zinc están separados físicamente entre sí para evitar la contaminación cruzada. Los concentrados se recuperan del apilamiento por medio de un cargador frontal y se transportan en camiones de concentrado a granel. El área incluye los siguientes equipos e instalaciones principales:

- Espesador de Plomo-Plata (9 m diá.)
- Filtro Prensa de Plomo-Plata (placa y bastidor verticales)
- Espesador de Zinc (12 m diá.)
- Filtro Prensa de Zinc (placa y bastidor verticales)
- Cargador frontal

Fase 2

Para dar cabida al aumento de producción de plomo previsto en la Fase 2, se añadirá un nuevo circuito paralelo de deshidratación de plomo-plata. El circuito funcionará igual a la Fase 1. El área incluye los siguientes equipos e instalaciones principales:

- Espesador de Plomo-Plata (9 m diá.)
- Filtro Prensa de Plomo-Plata (placa y marco vertical)

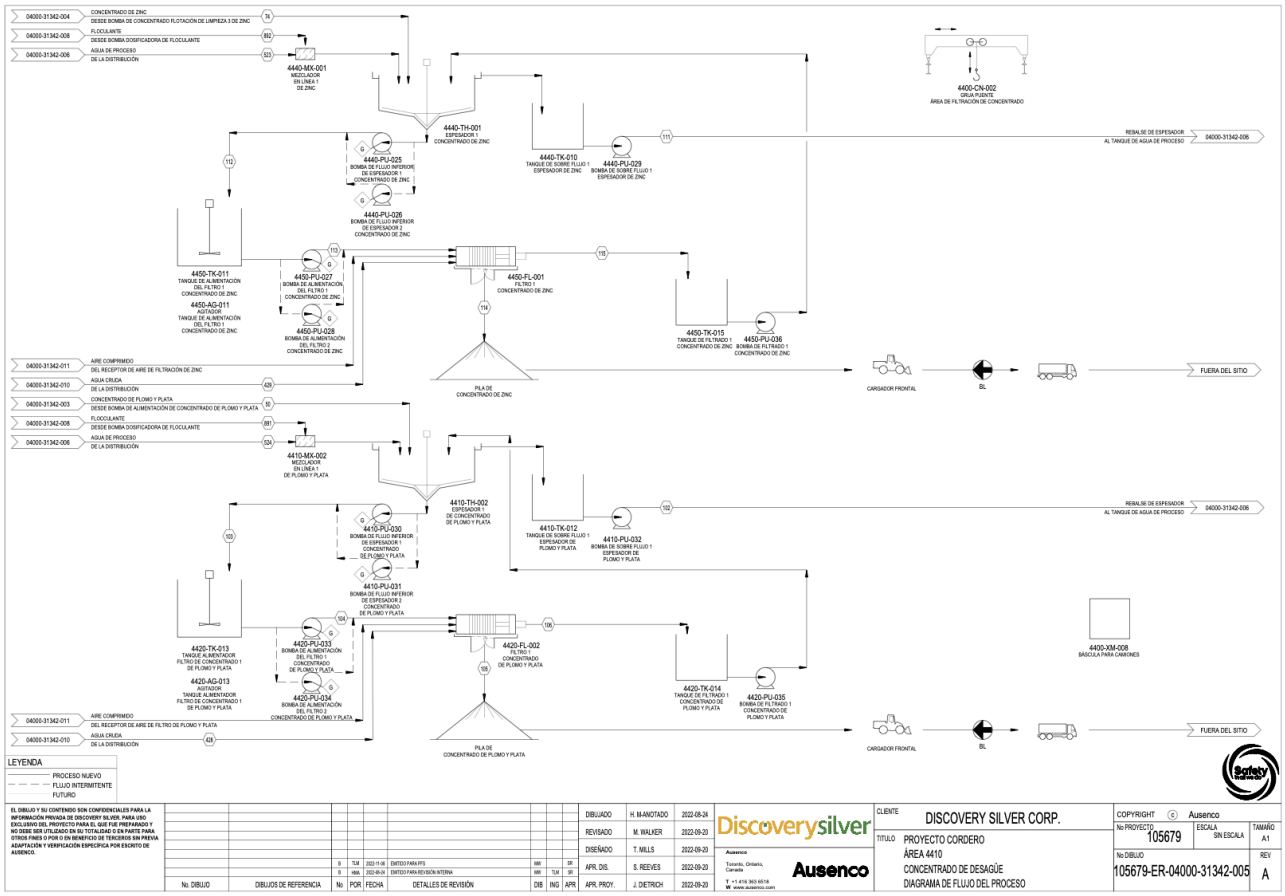


Figura II. 74. Diagrama de flujo de proceso de deshidratación y carga de concentrados

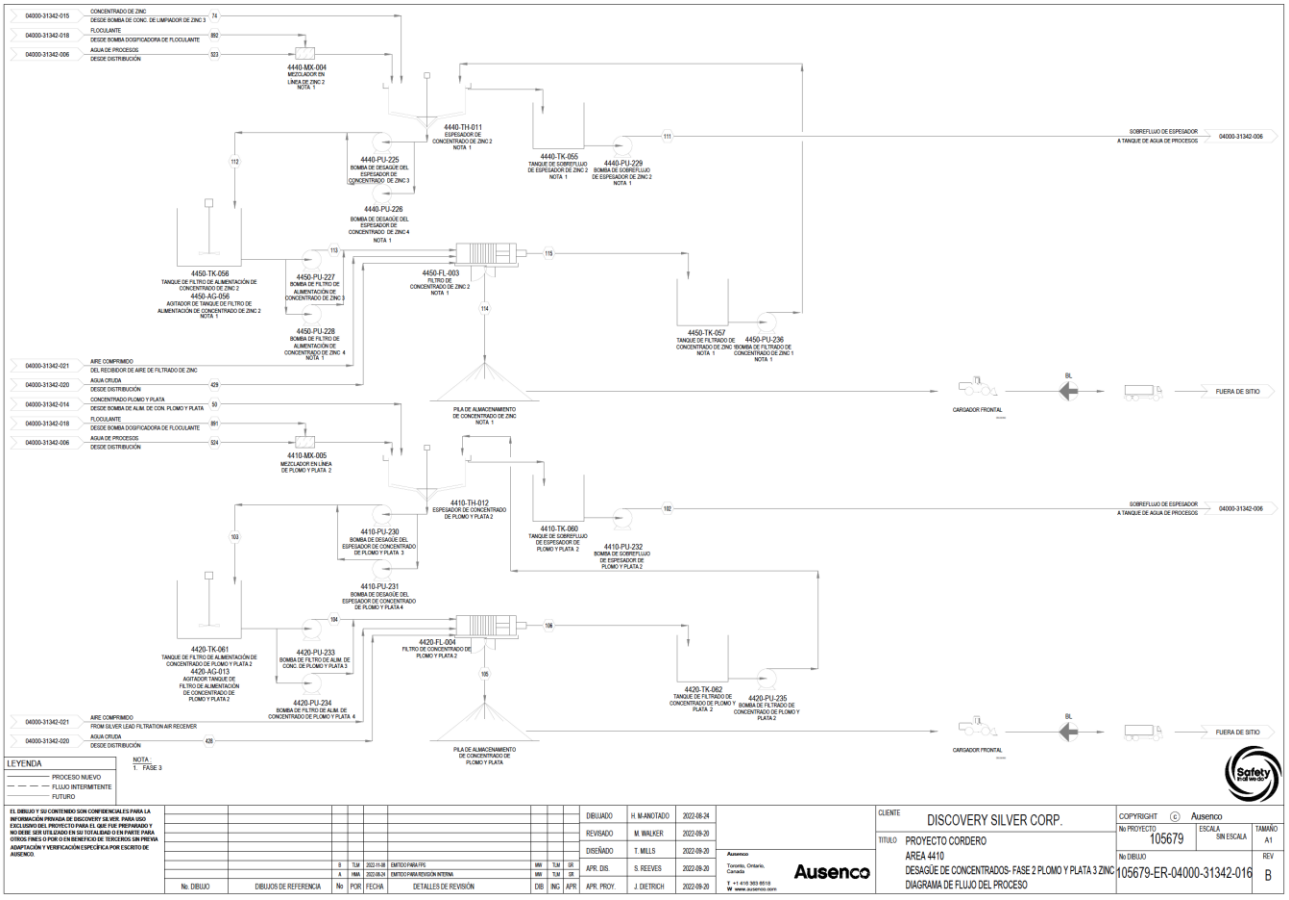


Figura II. 75. Diagrama de flujo de proceso de deshidratación y carga de concentrados fase 2 y 3

Fase 3

Para acomodar la mayor producción de zinc prevista en la Fase 3, se añadirá un nuevo circuito paralelo de deshidratación de zinc. El circuito funcionará de la misma manera descrita en la Fase 1. La zona incluye los siguientes equipamientos e instalaciones principales nuevos:

- Espesador de Zinc (12 m diá.)
- Filtro Prensa de Zinc (placa vertical y marco)

II.2.3.1.7 Espesamiento y Bombeo de Jales

Fase 1

Los jales de los circuitos de flotación se dirigen a un espesador de jales, donde se añade floculante para promover la sedimentación de los sólidos. El rebose se dirige por gravedad al tanque de agua de proceso, mientras que el flujo bajo se bombea a una caja intermedia de bombeo de jales. Se aplican 4 etapas de bombeo centrífugo, en una disposición de servicio-"standby", para transportar 6.4 km de jales a través de una tubería terrestre desde la planta hasta la presa de jales (TSF) a una densidad de 63% de sólidos w/w. El área incluye los siguientes equipos e instalaciones principales:

- Espesador de Jales (44 m diá.)
- (8) Bombas de Jales Finales (315 kW)

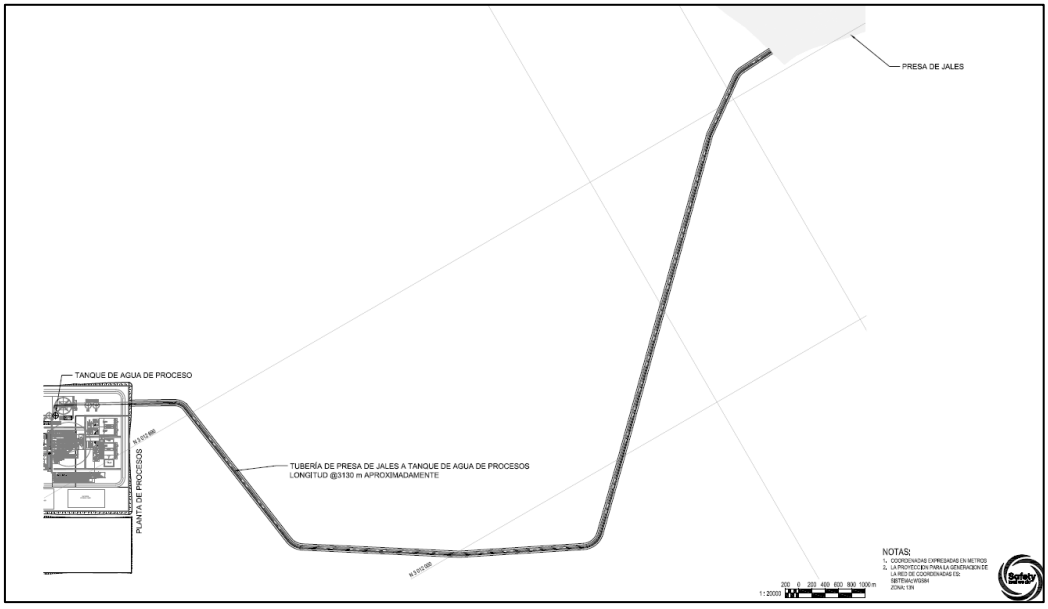


Figura II. 76.Tubería de presa de jales a tanque de agua de procesos

Fase 2

Para manejar el rendimiento adicional de jales, se añadirá un segundo espesador paralelo para recibir los jales de las nuevas celdas rougher de zinc y del circuito cleaner de zinc existente. El flujo hacia los espesadores se dirigirá a una caja de alimentación intermedia situada arriba, entre ambos espesadores, y se utilizarán tuberías simétricas, lo que permitirá que la pulpa fluya uniformemente por gravedad. El flujo inferior del espesador de jales se dirigirá a dos cajas de bombeo de jales. Se añadirá un nuevo tren de 4 bombas centrífugas, que bombearán a través de una tubería terrestre paralela. El tren de bombeo "stanby" existente de la Fase 1 se modificará para bombear a través de cualquiera de las dos tuberías de jales. El área incluye los siguientes equipos e instalaciones adicionales:

- Espesador de Jales (44 m diá.)
- (4) Bombas de Jales Finales (315 kW)

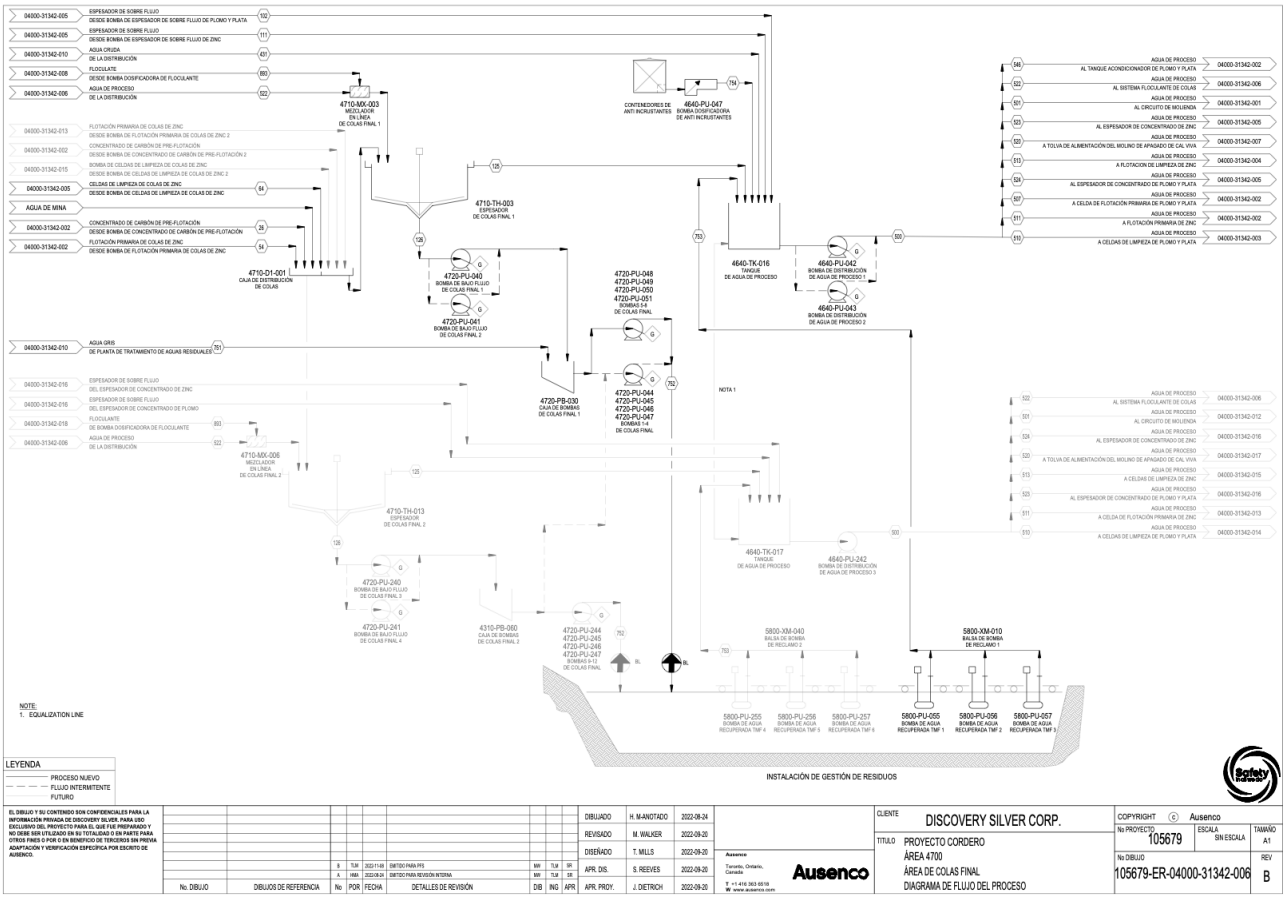


Figura II. 77. Diagrama de flujo del proceso bombeo y disposición de jales

II.2.3.1.8 Sustancias a utilizar

Sustancias a utilizar en la planta de proceso se presentan en las tabla siguiente, la cual describe las sustancias químicas en términos de su estado, cantidades de almacenamiento y tasas medias de consumo diario.

Tabla II. 18. Sustancias a utilizar en el proceso

Sustancia	**Químico**	CAS	Estado Físico (tal como se entrega)	Consumo (tal como se recibe, t/d)	Área de Servicio	¿Se encuentra en el 1er o 2do listado de actividades altamente riesgosas?
MIBC	4-metilpentan-2-ol, metil isobutil carbinol	108-11-2	Líquido	12.1	Flotación	No
Sulfato de zinc	ZnSO4	7446-19-7	Polvo	7.6	Flotación	No
Cianuro de sodio	NaCN NaOH	143-33-9 1310-73-2	Líquido	2.5	Flotación	Si
Cal	CaOH MgO SiO	1305-32-0 1309-48-4 14808-60-7	Polvo	81.9	Flotación	No

Sustancia	**Químico**	CAS	Estado Físico (tal como se entrega)	Consumo (tal como se recibe, t/d)	Área de Servicio	¿Se encuentra en el 1er o 2do listado de actividades altamente riesgosas?
Sulfato de cobre	CuSO4	7758-99-8	Polvo	7.9	Flotación	No
Aero 5100	o-isobutil n-alil tionocarbanato 2-metilpropan-1-ol	86329-09-1 78-83-1	Líquido	0.8	Flotación	No
Floculante	Mezcla	N/A	Polvo	1.8	Espesamiento de jales y concentrados	No
Antiescalante	Mezcla	N/A	Líquido	1.3	Sistema de Agua de proceso	No
X5000	Propietario	N/A	Líquido	0.8	Flotación	No

En la siguiente tabla se describe el uso mensual de cada reactivo, así como la cantidad prevista que se destina a residuos (es decir, a la instalación de gestión de estériles).

Tabla II. 19. Consumos mensuales por reactivo así como cantidad prevista a residuos

Reactivo	**Uso**	Consumo Mensual (t)	Residuos Mensuales1 (t)
MIBC	Espumador	369	369
Sulfato de zinc	Depresor	233	233
Cianuro de sodio	Depresor	78	78
Cal	Regulador del pH	2498	2498
Sulfato de cobre	Activador	240	240
Aero 5100	Colector	24	24
Floculante	Aglomeración	54	54
Antiescalante	Prevención de escamas.	40	40
X5000	Colector	25	25

1Perdidos en el proceso o almacenados en la instalación de tratamiento de jales.

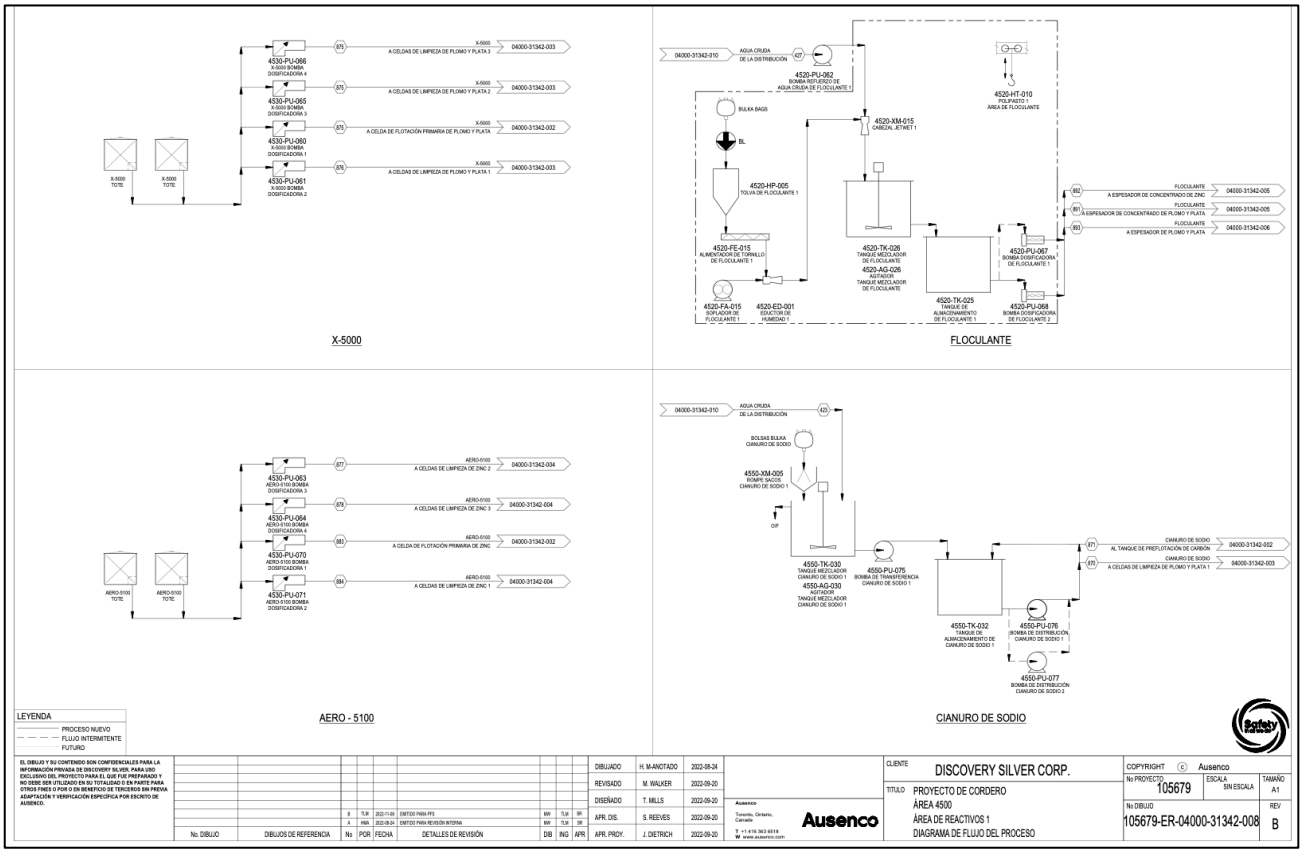


Figura II. 78. Diagrama de flujo del proceso del área1 de reactivos 1

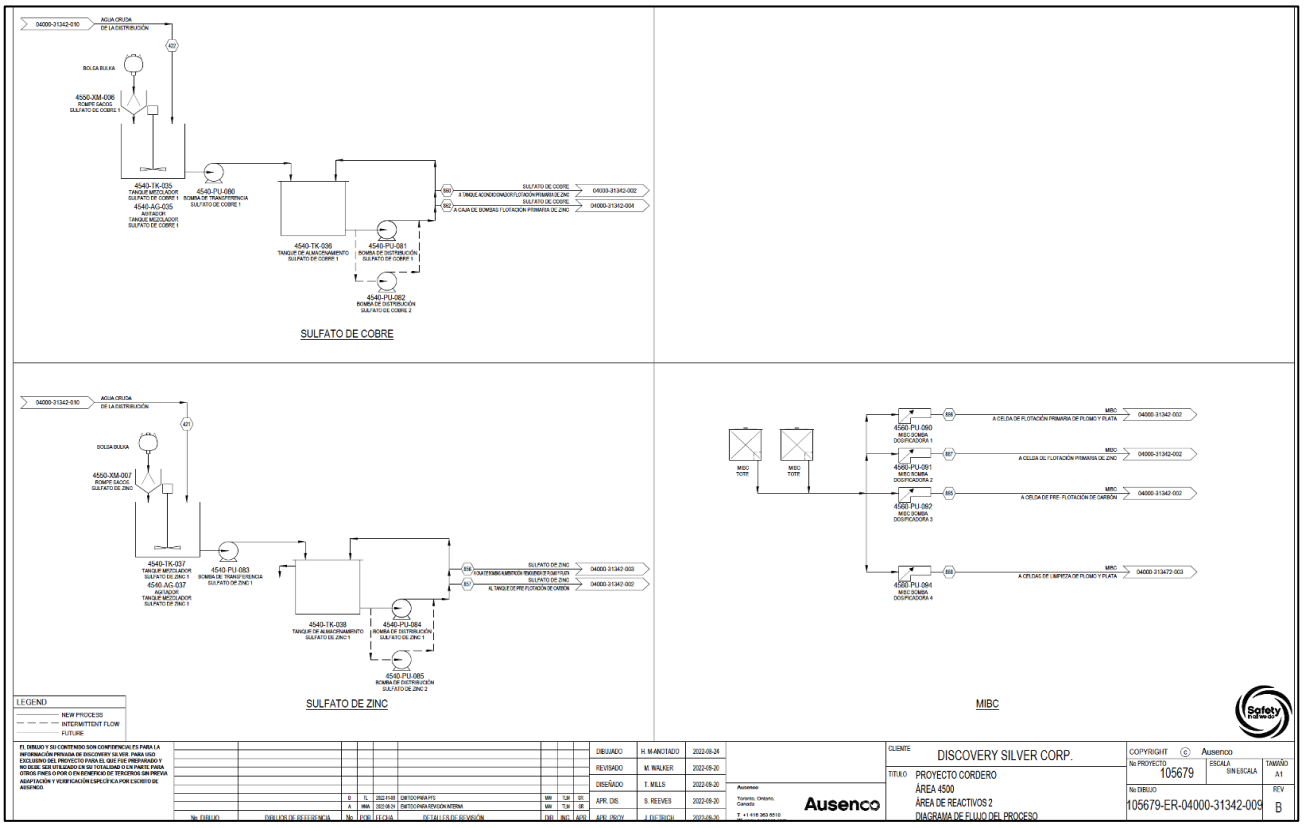


Figura II. 79. Diagrama de flujo del proceso del área de reactivos 2

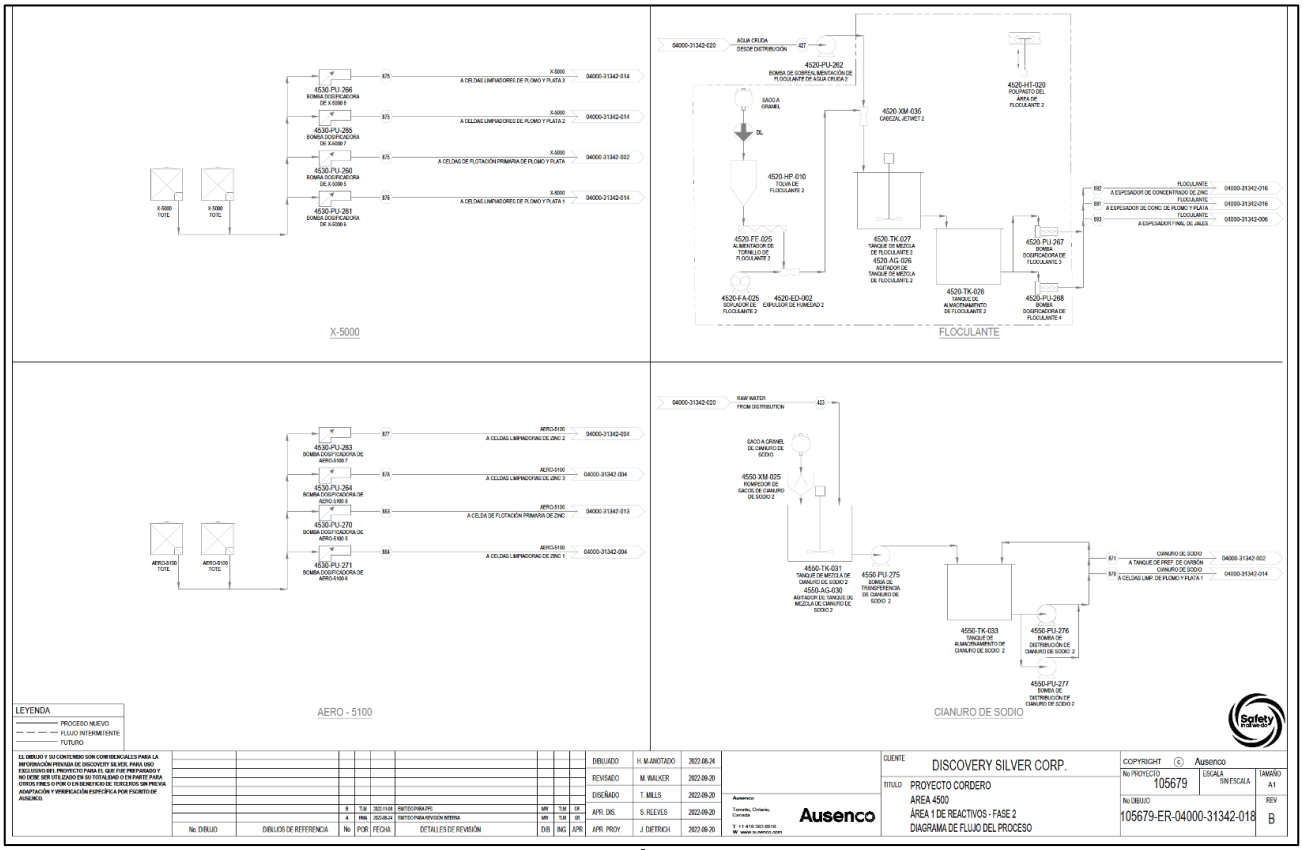


Figura II. 80. Área 1 de reactivos fase 2

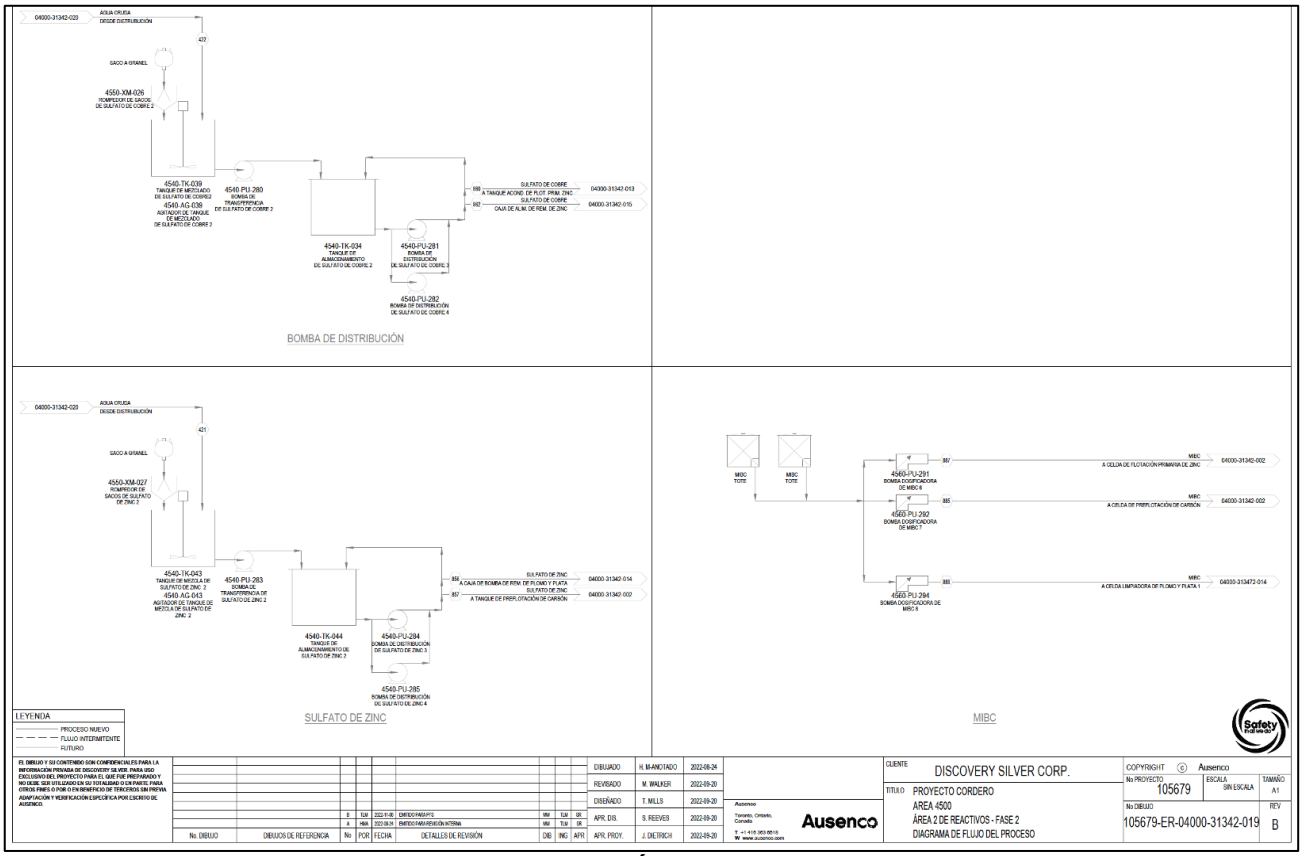


Figura II. 81. Área 2 de reactivos fase 2

II.2.3.2 Mantenimiento

El mantenimiento planeado, es un tipo de mantenimiento para un objeto o equipo de producción que se caracteriza por ser programado. Específicamente, el mantenimiento planificado es una visita de servicio programada realizada por un agente competente y adecuado, para asegurar que un elemento de equipo funcione correctamente y, por lo tanto, evitar cualquier interrupción no programada y tiempo de inactividad.

Un sistema de "Mantenimiento planeado", el cual está enfocado en manejar una disponibilidad alta, con ello prolongar la vida útil de nuestros equipos y minimizar el tiempo de inactividad por mantenimiento no planeado, dando como resultado un costo/hr óptimo, que a su vez ayude a garantizar una rentabilidad positiva en nuestros activos y mayor productividad para el equipo de producción (Costo por tonelada).

La planeación de mantenimiento para el proyecto empieza con la selección del equipo a utilizar, mediante un estudio técnico realizado por los proveedores de equipo en la región y revisado por expertos en aplicaciones de minería, basándose en los requerimientos del cliente, las condiciones del sitio, el desempeño de los modelos de maquinaria que apliquen para el proyecto, los costos de reparación y el servicio de los proveedores regionales

La gestión de activos se basa en 4 tipos de mantenimiento que deben ser ejecutados con calidad y de manera oportuna, sin dejar de lado nuestros procesos de seguridad, estos mantenimientos son:

- ✓ Mantenimiento Preventivo: Desde la recepción del equipo en sitio hasta la ejecución del mantenimiento preventivo.
- ✓ Mantenimiento por monitoreo de condiciones: Desde la inspección del equipo hasta la ejecución de las actividades predictivas, que se puedan aplicar para evitar posibles fallas futuras que se vuelvan correctivas.
- ✓ Mantenimiento Overhaul: Desde la necesidad de reconstrucción de componentes de un equipo, hasta la ejecución del mismo, aplica para el equipo estudio de factibilidad.
- ✓ Mantenimiento correctivo: Incluye el reporte de falla, diagnóstico de falla y alcance de reparación. Es importante que antes de operar la maquinaria y/o equipo se realice una inspección visual, con el fin de encontrar fallas o averías, para luego inmediatamente notificar al área de mantenimiento para realizar el adecuado mantenimiento correctivo.

Todo el mantenimiento será realizado en el área destinada para tan fin (Truckshop).

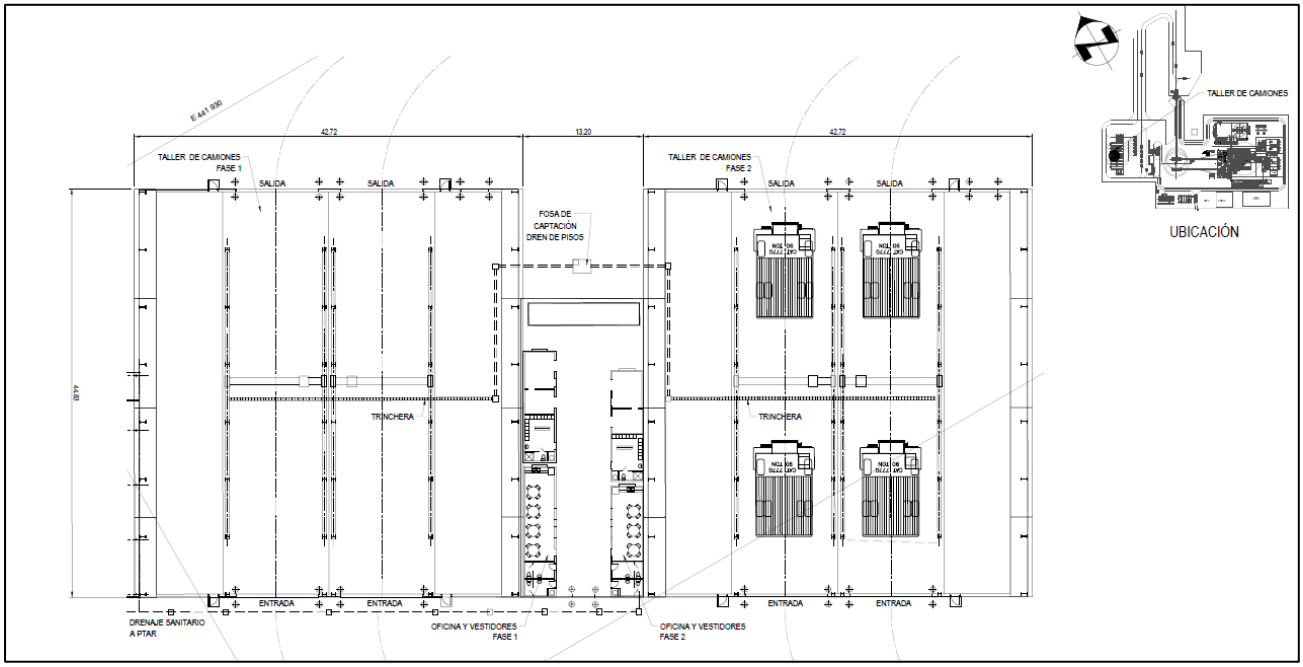


Figura II. 82. Diseño constructivo del área de camiones

Cuando se realice mantenimiento correctivo, en áreas no adecuadas para llevarlo a cabo se deberá de colocar una cubierta impermeable, para evitar que el suelo tenga contacto con los residuos peligrosos.

Mantenimiento preventivo fijo:

Son actividades rutinarias y planeadas que se deben ejecutar en un periodo de tiempo determinado con el objetivo de asegurar la confiabilidad de los equipos. El mantenimiento preventivo involucra un programa planificado y controlado, que parte desde inspecciones, pruebas, ajustes, lubricación y reemplazo de una manera sistemática, teniendo como resultado prolongar la vida útil del equipo y minimiza el tiempo de inactividad a causa de mantenimiento no planeado, esto nos garantiza que el equipo opere apropiadamente debido a que los paros no planeados son menores.

Los intervalos del mantenimiento preventivo fijo se clasifican en 4, cada uno de ellos con actividades periódicas y programadas, siendo los siguientes:

PM-1 (250 HRS):

- ✓ Reemplazo: Aceite y filtros de motor, filtros de combustible, filtros de admisión, S.O.S.
- ✓ Inspeccione/Ajuste: Bandas de motor, presión de neumáticos, niveles de fluidos, fugas, baterías, sistema eléctrico.
- ✓ Lubrique: Cojinetes de cilindros, rotulas, suspensión, ejes, barra de tiro, flecha de mando y crucetas, mando ventilador.

PM-2 (500 HRS):

- ✓ Reemplazo: PM-1 + Filtros hidráulicos y de dirección, transmisión y convertidor, a/c. S.O.S
- ✓ Inspeccione/ Ajuste: PM-1 + Bandas de motor, presión de neumáticos, niveles de fluidos, fugas, baterías, respiradero motor, hco, transmisión

- ✓ Lubrique: PM-1 + Cojinetes de cilindros, rotulas, suspensión, ejes, barra de tiro, flecha de mando y crucetas.

PM-3 (1,000 Hrs):

- ✓ Reemplazo: PM-1 + PM-2 + aceite de transmisión y ruedas delanteras.
- ✓ Inspeccione/ Ajuste: PM-1 + PM-2 + Bastidor y caja, varillaje de dirección, frenos de servicio, soportes de bastidor y caja.
- ✓ Lubrique: PM-1 +PM-2 + Suspensión de asiento.

PM-4 (2,000 Hrs):

- ✓ Reemplazo: PM-1 + PM-2 + PM-3 + aceite hco y dirección, mandos y diferenciales.
- ✓ Inspeccione / Ajuste: PM-1 + PM-2, PM-3 + Calibración de motor, diferencial.
- ✓ Lubrique: PM-1 + PM-2 + PM-3

Mantenimiento por monitoreo de condiciones:

El mantenimiento por monitoreo de condiciones recaba información proactiva que ayuda a realizar mantenimiento integral oportuno y planes de reparación. Es el análisis de información de las diferentes fuentes que integra las condiciones del sitio, inspecciones al equipo, análisis de fluidos, datos electrónicos y análisis del historial de equipos, ayuda a evaluar de manera precisa el estado de funcionamiento y la condición operativa de los equipos.

Todo esto nos da un panorama claro de la vida de nuestros equipos para la toma de decisiones oportunas y da el tiempo para planear un mantenimiento efectivo que garantice la disponibilidad de nuestros equipos, a su vez mitiga los paros no programados, lo que se traduce en minimizar el tiempo de inactividad, costos por disposición final de residuos y mejora la productividad.

Este mantenimiento se compone de diferentes actividades:

- ✓ Análisis de Fluidos S.O.S: Ofrece información detallada acerca de las condiciones del aceite y el desgaste de los componentes, con ello conocer el estado de los componentes por dentro, lo que hace una herramienta confiable para detectar y conocer el estado clínico del equipo.
    - Estos análisis de realizan de manera periódica dentro de las cartas de mantenimiento del equipo (PM´S), y dependiendo del resultado se ejecutan las acciones preventivas y correctivas correspondientes que mitiguen los desgastes internos y contaminación en los fluidos.
    - Es importante que, desde la toma de muestra hasta la llegada de resultados, el periodo no debe ser mayor a 8 días, esto debido a que si tenemos condiciones críticas en el componente el margen de tiempo para tomar acciones es menor y compromete los componentes.
- ✓ Análisis de Datos Electrónicos: A través de las tecnologías integradas en los equipos, se recaba información que emite el equipo mediante las diferentes plataformas, se emiten códigos y alertas que ayudan a identificar fallas en los sistemas, operación del equipo, entre otros, mediante un programa de mantenimiento predictivo (DN´S) se monitorea y analiza la información y se ejecutan las diferentes pruebas y ajustes a los sistemas, así mismo se integran actividades de inspección visual que ayuden a detectar proactivamente fallas en los equipos y programarlas (BackLogs).

- Diagnósticos de Nivel:
- Diagnóstico de Nivel 0 (DN0 500 HRS): Inspección visual, back logs
- Diagnóstico de Nivel 1 (DN1 1,000 HRS): DN0 + Descarga de información del Vims y ET.
- Diagnóstico de Nivel 2 (DN2 2,000 HRS): DN1 + DN2 + Evaluación de Motor, Transmisión y descarga de parámetros alta, baja y calado

- Back Logs:
  - Son actividades que no ponen en riesgo el funcionamiento de los sistemas y por ello son programables, no impiden la inactividad del equipo, estas surgen mediante el levantamiento de órdenes de trabajo de inspecciones de campo, y se requiere la gestión del recurso material o humano necesario para su ejecución, cabe mencionar que estas actividades deben ser ejecutadas en un periodo no mayor a 30 días desde su detección hasta su ejecución.
    - Calendario de Inspecciones: De manera semanal se emite el calendario de inspecciones y se asigna el equipo para ser inspeccionado por personal de mantenimiento.
    - Orden de trabajo: Derivado de las inspecciones, cada anomalía detectada se abre una orden de trabajo con su imagen, y relación de partes a utilizar para su gestión.
    - Informe de rehabilitación: De forma resumida, recaba toda la información del equipo y relaciona los diferentes back logs, detectados y el status de seguimiento de cada uno de ellos, con ello programar las actividades en relación a los paros programados, así mismo registra las órdenes de trabajo cerradas.

Histórico del Equipo:

Incluye todos los informes de servicio y las recomendaciones de mantenimiento, inspecciones y reparaciones. Con ello identificar las tendencias de rendimiento a mediano y largo plazo, identificando oportunidades para mejorar las prácticas de servicio y mantenimiento.

Toda esta información ayuda a generar análisis de fallas, tendencias, diagramas de Pareto, en donde se marca e identifican el top de paros por modelo de equipo, alineado a ello un plan con acciones proactivas que ayuden a mitigar las recurrencias de fallas, así mismo en base a las experiencias algunas acciones se integran dentro del plan de mantenimiento preventivo como actividades rutinarias.

Condiciones de Sitio:

Representa una evaluación de varios factores que podrían afectar el estado del equipo a mediano y largo plazo, como las prácticas de operación y mantenimiento, que no se estén ejecutando de manera correcta , impactan de forma negativa a la funcionalidad de los equipo , falta instalaciones y equipo necesario para ejecutar el mantenimiento con calidad en un entorno seguro , personal necesario y capacitado para la ejecución del mantenimiento, condiciones geográficas adversas , caminos de acarreo con mal mantenimiento, selección adecuada del equipo para ejecutar las tereas en base a su capacidad , son algunos de los ejemplos de condiciones de sitio que no deben ser adoptadas dentro de las buenas prácticas.

Proceso de Overhaul:

Es una estrategia que tiene como objetivo extender la vida útil de los equipos mediante la reconstrucción de sus componentes, asegurando la disponibilidad y una reducción en los costos de posesión, de una manera programada en base a la vida útil de sus componentes, garantizando así que no disminuya su disponibilidad y confiabilidad de esta manera.

Por lo anterior se ha creado un proceso de planificación y ejecución de Overhaul el cual también tiene como objetivo principal el hacer el paro de una menara muy efectiva.

- ✓ Planificación y ejecución del programa de Overhaul:
  - Mediante el calendario anual de overhaul, gestiona la provisión de componentes de stock y reparación de componentes.
  - Previo al paro de overhaul, se gestiona la matriz de refacciones por cambio de componentes.

- Mediante el check list mensual de herramientas se garantiza que se tengan todas las herramientas especiales en buen estado.
- Previo al paro, se hace la gestión de llegada de componentes a sitio para no prolongar los paros del equipo.
- Se da aviso a proveedores de confianza para la ejecución de servicios de torno.
- Mediante el diagrama de Gantt, se asigna el calendario de actividades a ejecutar en el paro, con la duración del paro.
- Mediante el formato de remoción y cambio de componentes, registra el horómetro de retiro e instalación, para llevar el control de componentes con su vida útil.
- Una vez removidos los componentes se envían al CRC dealer más cercano para su reparación y estén listos para el equipo que este próximo a overhaul.
- Mediante los formatos de liberación, se revisa la calidad del producto terminado, mediante pruebas de operación de sistemas y calibraciones, dejando dentro de parámetros establecidos para su operación.

Mantenimiento Correctivo:

Es todo aquel mantenimiento no planeado que trae como consecuencia el paro súbito del equipo, así misma inactividad por tiempos prolongados de acuerdo con su gravedad, así mismo sus costos de reparación pueden ser elevados.

Algunas estrategias y acciones de mitigación que nos ayudan a controlar este tipo de mantenimiento son:

- ✓ Gestión de inventario de almacén de consigna con repuestos claves en base su criticidad y recomendaciones o experiencias
- ✓ Actuar con alto sentido de urgencia para mejorar los tiempos de entrega.
- ✓ Estrategias de mantenimiento (Preventivo, Predictivo, Por monitoreo de condiciones).
- ✓ Buscar las mejoras del producto a través del dealer y el fabricante. (Problemas recurrentes).
- ✓ Análisis de falla y modo de falla, con acciones proactivas que mitiguen o minimicen los daños.

Estas estrategias nos ayudan a controlar y mitigar el impacto que puede tener un paro no programado del equipo, dando prioridad siempre a los equipos claves como es el equipo de barrenación y carga. Sin dejar de lado nuestros procesos operativos y de seguridad.

II.2.3.3 Servicios requeridos para el desarrollo

II.2.3.3.1 Agua

Por cuanto al consumo de agua para el proyecto Cordero, se estima un promedio de 0.4 m^3/Tonelada molida (metros cúbicos por cada tonelada de mineral molida) durante la vida útil del proyecto, esto significa que la cantidad de agua usada variará durante las etapas de operación, es decir se consume más agua al inicio de operación en los años 1-3 esto debido a que es cuando ocurre la puesta en marcha del proceso industrial y el tonelaje molido es más bajo; luego en los años restantes del año 4 hasta el año 18 es más estable que es cuando se estabiliza el proceso y la capacidad de la planta aumenta junto con el tonelaje de mineral procesado. En la etapa de cierre se prevé reducir gradualmente el consumo de agua hasta operar con agua de lluvia solamente, es decir cuando las actividades inducidas para la restauración ecológica se terminan por la empresa e inicia la recuperación del ecosistema por sí mismo. La demanda estimada de agua en metros cúbicos por el proyecto para sus diferentes etapas se presenta en la siguiente tabla.

Tabla II. 20. Resumen del requerimiento de agua por el Proyecto Cordero versus la disponibilidad

Balance de Agua estimado (Entradas/Salidas)	Construcción (preparación del sitio y construcción)	Operación Fase 1 Puesta en Marcha	Operación Fase 1	Operación Fase 2	Cierre
	2 años	1 año	2 años	15 años	5 años
Disponibilidad por fuente de agua promedio (m^3/año) (+Entradas)	3,517,000	11,000,000	11,000,000	11,000,000	6,500,000
Demanda de agua del proyecto promedio (m^3/año) (-Salidas)	2,503,240	5,543,716	2,601,000	6,417,983	141,260
Producción mineral (Ton)	0	25,500	25,500	51,000	0

Para el suministro de agua al proyecto se considera el 60% sea proveniente de una planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Parral, la cual ya está construida y es operada por la Junta Central de Agua y Saneamiento del estado de Chihuahua organismo descentralizado del gobierno del estado de Chihuahua que mediante contrato proveerá el volumen mencionado (Anexo II.8). Actualmente la ciudad de Parral produce agua residual por un gasto de 300 l/s (9,460,800 m^3 al año), la capacidad de diseño de la planta de tratamiento es de 270 l/s (8,514,720 m^3 al año) de los cuales se prevé suministrar al Proyecto Cordero un caudal de 208.9 l/s (6,500.000 m^3 al año).

El agua proveniente de la PTAR Parral será conducida a través de tubería desde la ubicación de la planta sobre el derecho de vía de la carretera Chihuahua-Hidalgo del Parral, hasta la intersección de acceso al proyecto siguiendo la ruta del camino de acceso al proyecto.

Además del agua residual tratada, existen otras fuentes de agua como son el agua de laboreo (Oficio BOO.906.01.-567 de fecha de julio del 2023 emitido por la Comisión Nacional del Agua, (Anexo II.9)), 3 concesiones de aguas nacionales (Anexo II.10) y el agua de contacto (Anexo II.11).

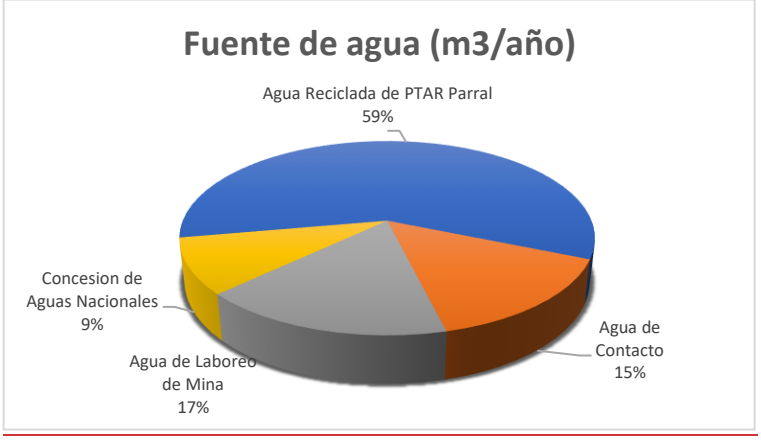
Entonces, estas fuentes de agua identificadas suministrarán un volumen total de 11 Millones de m^3 al año. El proyecto requerirá en su máxima capacidad. 6.42 millones de m^3. La disponibilidad de agua para la etapa de construcción incluye el uso de agua de laboreo, concesiones de aguas nacionales y agua residual tratada (entra en operación una primera fase al 50% de su capacidad).

En la etapa de puesta en marcha y operación se alcanza una disponibilidad de 11 millones de m^3 debido a que la planta de tratamiento de la ciudad de Parral alcanza su máxima capacidad.

Como se muestra en la Tabla II.21, casi el 60% es agua tratada, misma, que se utilizará en los procesos de beneficio (planta de procesos) y provendrá de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Hidalgo del Parral. En la siguiente tabla se presenta el volumen de agua disponible para el proyecto y la demanda requerida durante sus diferentes etapas.

Tabla II. 21. Fuentes y volumen de agua para el Proyecto Cordero

Disponibilidad por Fuente de agua (m3/año)	Volumen anual (m^3/año)	Porcentaje (%)	Total (m^3/año)	Uso planeado
Agua Reciclada de PTAR Parral	6,500,000	59%	8,139,800	Proceso Industrial
Agua de Contacto	1,639,800	15%		
Agua de Laboreo de Mina	1,850,000	17%	2,870,000	Otros Usos
Concesiones de Aguas Nacionales	1,020,000	9%		



La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) Parral se encuentra administrada y operada por la Junta Municipal de Agua y Saneamiento (JMAS) de Hidalgo del Parral, la cual es un organismo operador de la Junta Central de Agua y Saneamiento (JCAS) del Estado de Chihuahua.

Respecto de la certeza o seguridad de suministro de agua al proyecto Cordero, se cuenta con las siguientes evidencias y soportes documentales:

1. Convenio con la JCAS del estado de Chihuahua para disponibilidad y uso de agua residual tratada proveniente de la PTAR en Hidalgo del Parral .
2. Oficio de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) sobre el agua de laboreo en el Proyecto.
3. Contratos y/o concesiones de agua dentro del Proyecto.

En cuanto al agua de laboreo se tiene que de acuerdo a la Ley minera, artículo 19, fracción V, entre los derechos que confieren las concesiones minera: "*Aprovechar las aguas provenientes del laboreo de las minas para la exploración o explotación y beneficio de los minerales o sustancias que se obtengan y el uso doméstico del personal empleado en las mismas*"; el agua de laboreo del tajo podría suministrar aproximadamente 60 l/s

A continuación se detalla el manejo del agua en los procesos:

Agua de Proceso.

El rebose del espesador final de jales y de los filtros de concentrado irán al tanque de agua de proceso. El agua recuperada del estanque de sobrenadantes del TSF se bombeará mediante una barcaza de bombeo y una tubería terrestre hasta el tanque de agua de proceso. El sistema de agua del sitio está diseñado de forma que el agua de reposición adicional del medio ambiente o de los pozos de agua de reposición pueda almacenarse en el estanque de sobrenadantes, lo que permite compensar el balance hídrico negativo del sitio.

Las bombas de agua de proceso centrífugas horizontales en modo de servicio/"standby" suministran el agua de proceso a los distintos consumidores por toda la planta, pero predominantemente al circuito de molienda. El tanque de agua de proceso es construido de acero dulce y tiene un tiempo de residencia de 1 h.
El área incluye los siguientes equipos e instalaciones principales:

- (2) Bombas de Distribución de Agua de Proceso (1.2 MW)
- Tanque de Agua de Proceso (3000 m3 volumen vivo**)**

Se añadirá capacidad adicional de almacenamiento y bombeo de agua de proceso para facilitar las operaciones de la Fase 2. El nuevo tanque se conectará al tanque existente a través de una línea de compensación para

duplicar la capacidad de almacenamiento y mantener un tiempo de residencia vivo de 1 h entre los dos tanques.

Se añadirá una bomba de distribución de agua de proceso adicional a la línea de aspiración de la bomba existente, considerando la bomba de reserva existente como repuesto.

La zona incluye los siguientes equipos e instalaciones principales nuevos:

- Bomba de Distribución de Agua de Proceso (1,2 MW)
- Tanque de Agua de Proceso (3000 m3 volumen vivo)

Agua Bruta.

El agua bruta se recibe en el tanque de agua bruta y de agua contra incendios por medio de bombas de agua de pozo y de una tubería de suministro terrestre. El tanque de agua bruta está dimensionado para proporcionar un tiempo de residencia de 8 h e incluye capacidad para la reserva de agua contra incendios. Unas bombas centrífugas horizontales en modo de servicio/"standby" suministran agua bruta a los distintos consumidores por todo el sitio de la planta.

El área incluye los siguientes equipos e instalaciones principales:

- Tanque de agua Bruta (1350 m3 volumen vivo)

Se añadirá capacidad adicional de almacenamiento y bombeo de agua bruta para facilitar las operaciones de la Fase 2. Al igual que el sistema de agua de proceso, el nuevo depósito se conectará al depósito existente a través de una línea de ecualización sólo para el volumen operativo. El volumen de reserva de agua contra incendios se aumentará para dar cabida a los futuros equipos de la Fase 3.

La zona incluye los siguientes equipos e instalaciones principales nuevos:

- Tanque de Agua Bruta y Contra Incendios (1350 m3 volumen vivo)

Agua Contraincendios.

El agua contraincendios para la planta de proceso se obtiene del tanque de agua bruta y contraincendios. Un sistema de bombeo específico compuesto por una bomba eléctrica, una bomba jockey y una bomba diésel suministrará agua del volumen de reserva de agua contraincendios a un sistema de reticulación de agua contraincendios que da servicio al concentrador. El nivel del tanque de agua bruta mantendrá un nivel mínimo de agua para uso del sistema de agua contraincendios.

Se adquirirá un nuevo patín de agua contra incendios para dar servicio a las nuevas áreas de la planta, así como a las futuras áreas de expansión de la Fase 3. El sistema de agua contra incendios extraerá agua de la reserva almacenada en el nuevo depósito de agua bruta y contra incendios de la Fase 2.

Agua Potable.

El agua potable se obtiene del tanque de agua bruta, se trata en un sistema de agua potable y se almacena en un tanque de almacenamiento. Esta agua cumplirá con la NOM-127-SSA1-2021 y será exclusivamente para los procesos de aseo de personal e instalaciones. El agua de consumo será embotellada en cumplimiento en la NOM-201-SSA1 con calidad distinta a la potable para aseo.

Agua de Sello (Prensaestopas).

El agua de sello (prensaestopas) proviene del tanque de agua bruta, pasa por unos filtros para eliminar las partículas y se bombea a los distintos usuarios a través del concentrador.

Se añadirán bombas de agua de prensaestopas adicionales para dar servicio a la capacidad de bombeo adicional instalada para el concentrador de la Fase 2. Las bombas bombearán desde el nuevo depósito de agua bruta y contraincendios de la Fase 2. Las bombas bombearán desde el nuevo depósito de agua bruta y contraincendios de la Fase 2.

Volumen de agua requerido para el proyecto

El proyecto operará con un déficit anual y requerirá agua de reposición para satisfacer las demandas de agua de proceso sin desviarse excesivamente del suministro de agua de proceso objetivo de 3 meses en el depósito de jales. Los requerimientos estimados de agua de reposición son los siguientes:

- Inicial (Fase 1): 100 L/s a 260 L/s
- Última (Fase 2 y 3): 480 L/s a 620 L/s

El déficit anual se debe principalmente al agua de los jales retenida en la presa y, en segundo lugar, a la evaporación que supera significativamente la precipitación en el sitio.

El volumen de suministro de agua de proceso formará un pequeño estanque en la superficie de los jales y el agua del estanque se devolverá a la planta para su uso en el procesamiento a través de un sistema de recuperación de bomba flotante. Los resultados de un análisis comparativo sugieren que los valores de reposición de agua modelados para el proyecto están dentro del rango esperado según las observaciones de otras minas en operación en la región con características climáticas y de diseño similares.

En la siguiente figura podemos observar las entradas de agua al proyecto por fuente, las cuales son agua directa del acuífero, como lo es el agua de laboreo y el agua de las concesiones de aprovechamiento subterráneo (pozos) así como el agua recuperada; en esta categoría de recuperada entra el agua de contacto, la proveniente de la presa de jales así como la de las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Se dará un manejo adecuado del agua, tanto para las aguas de contacto como de no contacto.

Las "aguas de contacto" son, en general, "aquellas escorrentías y flujos superficiales o subterráneos, de origen natural, que entran en contacto con materiales que pueden afectar su calidad". Mientras que el "agua de no contacto" aquellas escorrentías y flujos superficiales o subterráneos, de origen natural, que no han entrado en contacto con materiales que pueden afectar su calidad", en este caso agua que no ha tenido contacto con ninguna instalación minera.

Para el agua de no contacto se cuenta con un canal de desvío para evitar que la precipitación entre en contacto con la infraestructura minera, este canal rodea toda la parte oeste del proyecto, desviando el agua a un cauce natural. Con esto se logra que toda el agua pluvial continúe con el ciclo hidrológico.

Las aguas de contacto serán captadas en la pileta de recuperación, la cual será recirculada al proyecto. Esta pileta retendrá toda el agua que entre en contacto con las tepetateras, depósitos de minerales, presa de jales y en general todas las áreas donde el agua precipitada pueda cambiar la calidad.

El agua recuperada de la presa de jales y de las plantas de tratamiento se recirculará a la planta de proceso, pues como se ha mencionado en repetidas ocasiones es un sistema cerrado donde no hay descargas al medio.

Con el manejo que se tiene contemplado del agua se prevé una recuperación de al menos el **60%** del agua utilizada en el proceso de beneficio.

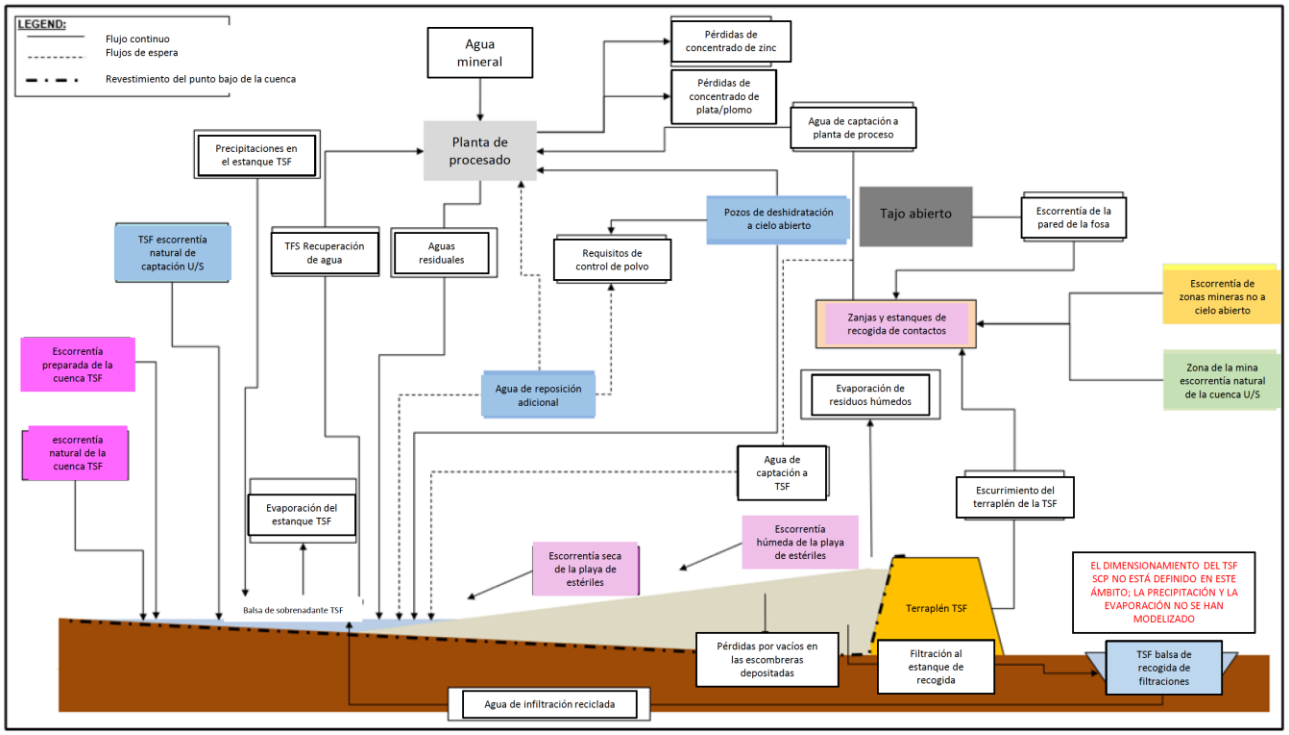


Figura II. 83. Manejo del agua

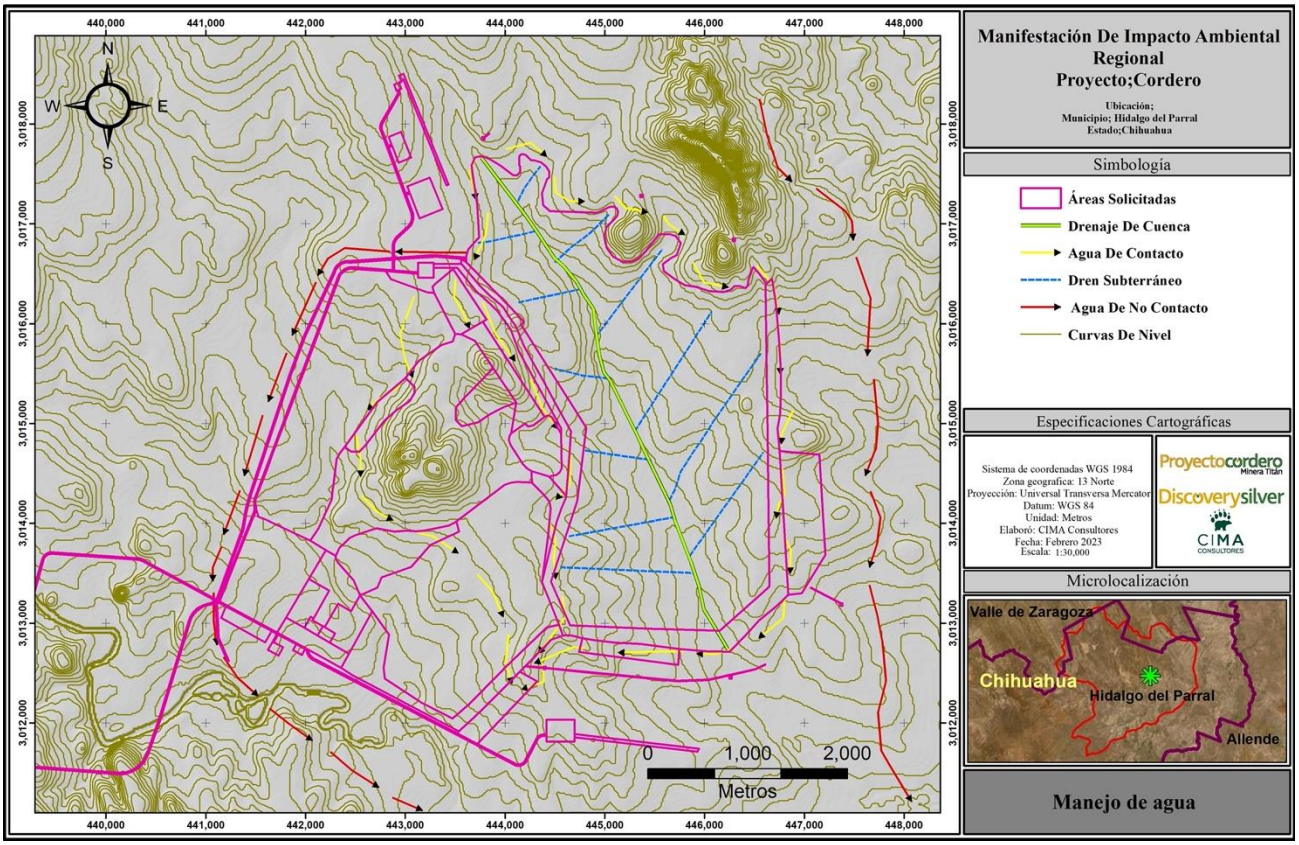


Figura II. 84. Manejo del agua en el Proyecto Cordero

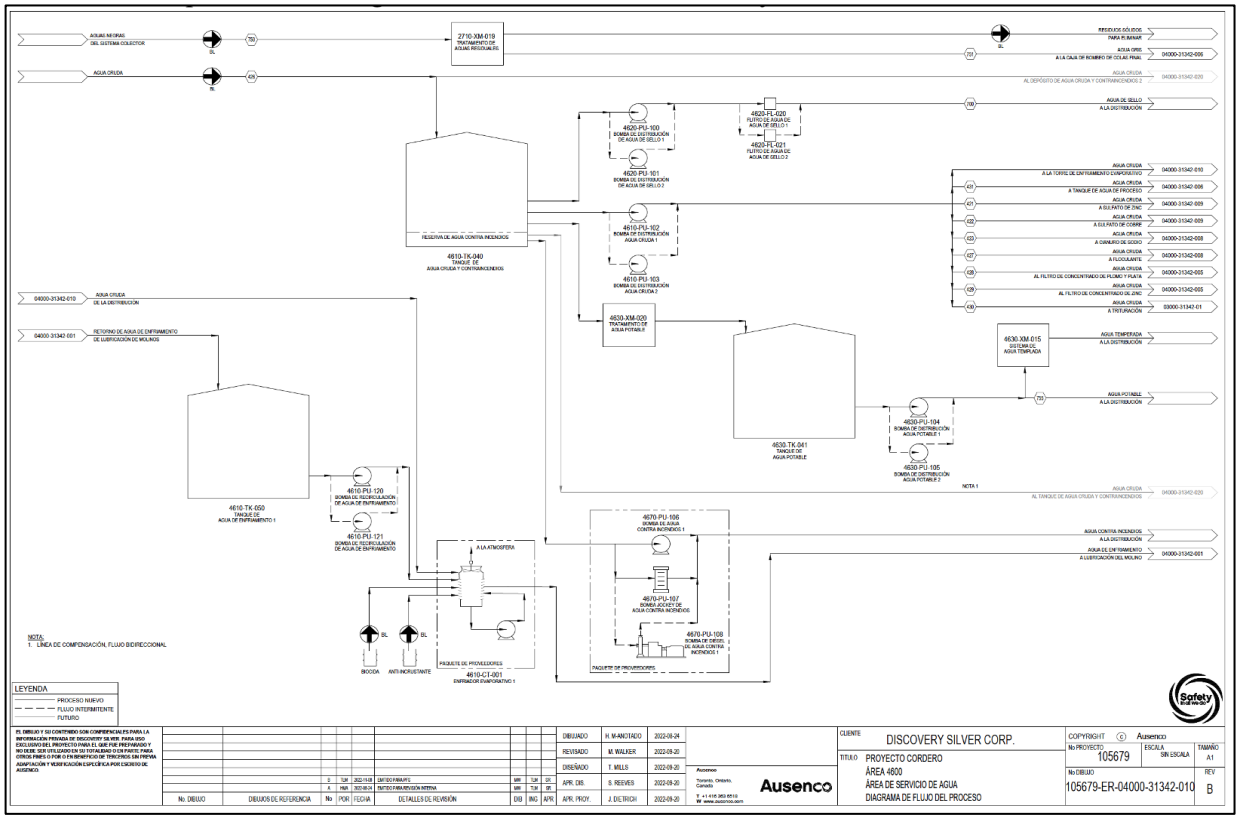


Figura II. 85. Diagrama de flujo del proceso del área de servicio de agua

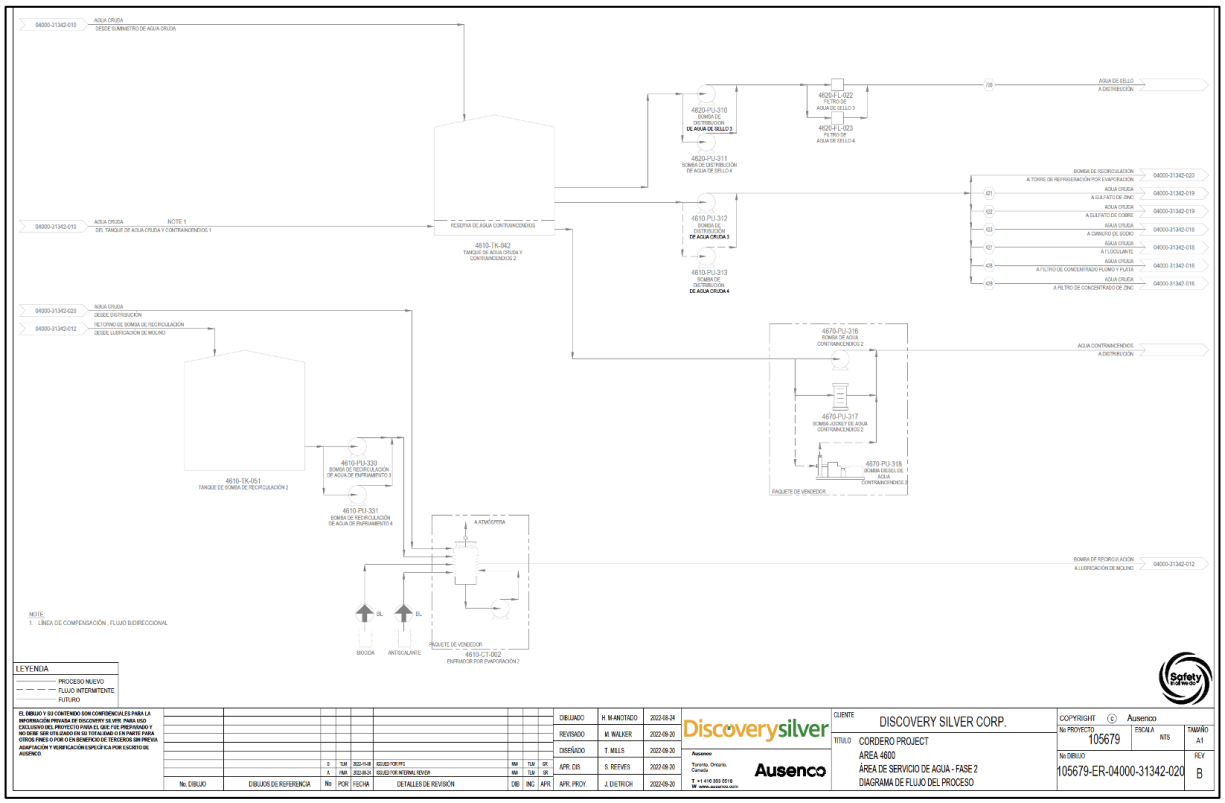


Figura II. 86. Diagrama de flujo del proceso del área de servicio de agua fase 2

II.2.3.3.2 Energía eléctrica

La demanda máxima de energía el eléctrica se estima en 88.4MW anuales, de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla II. 22. Demanda de energía eléctrica por etapa

Fase	Demanda máxima (kW)	Demanda promedio (kW)
1	46,527	38,213
2	85,631	69,826
3	88,418	72,253

Una importante línea de transmisión eléctrica cruza la esquina sureste del predio, aproximadamente a 1,5 km del tajo propuesto. Las líneas de transmisión existentes en este corredor no tienen la capacidad suficiente para abastecer la operación planificada según la CFE, según lo expresó en el oficio CENACE/DOPS-SO-GCRN/004/2023 (Anexo II.12) que "para conexión del CC Proyecto Minero Cordero 57 MW será necesario construir e instalar:

Obras de Conexión de la Etapa 1 (6 MW - Mar/24):

1. Una Línea de Transmisión (LT) aislada y operada en 230kV de aproximadamente 3 km (un circuito de un conductor por fase, tipo ACSR, calibre 1113 km) de la Subestación Eléctrica (SE) de Maniobras a la SE del Centro de Carga (CC).
2. Una bahía (un interruptor) y un alimentador en 230 kV en la SE del CC para la conexión de la LT del numeral 1.

Obras de Refuerzo para la Conexión de la Etapa 1 (6 MW - Mar/24):

3. Nueva SE de Maniobras en 230 kV con arreglo de Barra Principal y Barra Auxiliar con dos bahías (dos interruptores) y dos alimentadores para la apertura de la LT Camargo Dos - 93160 - Santiago Dos. El arreglo de la SE de Maniobras deberá cumplir con la normatividad vigente de CFE para instalaciones similares en 230 kV y ubicarse contigua a la apertura de la LT mencionada, para lo cual será necesario adquirir predio para su construcción.
4. Una bahía (un interruptor) y un alimentador en 230 kV en la SE de Maniobras con arreglo de Barra Principal y Barra Auxiliar para la conexión de la LT del numeral 1.
5. Una LT aislada y operada en 230 kV de aproximadamente 0.2 km (dos circuitos de un conductor por fase, tipo ACSR, calibre 900 kcm) de la SE de Maniobras al entronque de la LT Camargo Dos - 93160 - Santiago Dos.
6. Un reactor de 25 MVAr en la SE Santiago Dos en nivel de tensión de 230 kV.
7. Una bahía (un Interruptor) en 230 kV para interruptor de Transferencia en la SE de Maniobras

Obras de Refuerzo para la Conexión de la Etapa 2 (32 MW - Abr/25) y Etapa 3 (19 MW - Mar/30):

8. Una LT aislada y operada en 230 kV de aproximadamente 76 km (un circuito de un conductor por fase, tipo ACSR, calibre 1113 km) de la SE Camargo Dos a la SE de Maniobras. LT propuesta por el solicitante.
9. Una bahía (un interruptor) y un alimentador en 230 kV con arreglo de Barra Principal y Barra Auxiliar en la SE de Maniobras para la conexión de la LT del numeral 8.
10. Una bahía (un interruptor) y un alimentador en 230 kV con arreglo de Barra Uno, Barra Dos y Barra Auxiliar en la SE CGD para la conexión de la LT del numeral 8.
11. Banco de capacitores de 30 MVAr en la SE de Maniobras en nivel de tensión de 230 kV.

12. Adecuaciones en la SE Camargo Dos y Santiago Dos asociadas con las obras de refuerzo de la conexión del CC que pudiera surgir de una revisión detallada por el Transportista de la CFE.

El punto de conexión será la SE de Maniobras en el nivel de tensión de 230 kV, por lo que la operación y mantenimiento de las obras mencionadas en los numerales 1 y 2 serán responsabilidad de la empresa Minera Titán, S.A. de C.V.

La subestación exterior se divide en dos etapas según la demanda de energía. En la Fase 1 se instalarán dos transformadores de potencia en aceite de 40/53,3 MVA, 230 kV / 13,8 kV, cada uno capaz de abastecer la máxima demanda de la planta.

Los transformadores se conectarán a una celda de 13,8 kV con enlace de barras normalmente abierto. Cuando un transformador está fuera de servicio, la configuración del sistema de energía permitirá que el otro soporte la carga total del proceso, mejorando así la confiabilidad del sistema.

La planta se ampliará en la Fase 2 con la instalación de dos transformadores de 37,5/50 MVA y otra subestación de 13,8 kV en disposición similar para alimentar las cargas adicionales. La subestación también incluirá cuatro bancos de equipos de corrección del factor de potencia, cada uno clasificado en 4 MVAR.

La energía de emergencia para las cargas críticas de la planta de proceso será proporcionada por generadores diésel en el sitio. Los generadores de emergencia se conectarán a la celda de 13,8 kV alojada dentro de las salas eléctricas primarias de la subestación.

II.2.3.3.3 Mano de obra

El número de empleos se estimó comparado las características y dimensiones del proyecto con proyectos similares, al presente. En la siguiente tabla se presenta un resumen del número de trabajadores requeridos para la ejecución de las actividades.

Tabla II. 23. Mano de obra requerido por área y etapa

Fase	Mina	Planta de procesos	General y administrativo	Total
1	604	129	82	816
2	604	220	89	915
3	604	299	89	995

La mano de obra de la mina estará compuesta por personal y puestos por hora. Si bien los puestos de personal permanecen relativamente estables durante la vida útil de la mina, el número de empleados por hora variarán a medida que las necesidades de producción aumenten con el tiempo y luego disminuyan al final de la vida útil de la mina.

El acumulado de obra llegará a su máximo en la Fase 3, con un total de 995 empleos directos y considerando cifras de CAMIMEX, se llegaría un estimado de 3,980 empleos indirectos.

La prioridad para Minera Titán será contratar mano de obra local del estado, dando preferencia a los municipios aledaños.

II.2.3.3.4 Combustible

El consumo de diésel varía según el año dependiendo del tamaño de la flota y las configuraciones de transporte. Todos los equipos, incluidas las bombas de agua utilizadas por la mina, funcionan con diésel. Se espera que el consumo promedio de diésel durante la vida útil de la mina sea de 33,7 millones de litros anuales. El consumo máximo de diésel se prevé para el año 10 con 41,1 millones de litros. Se contará con un área apta para el almacenamiento y suministro de combustible para vehículos y equipos. El volumen requerido de combustible lo suministrarán proveedores locales.

Se prevé una capacidad de almacenamiento de 800,000 litros, divididos en 8 tanques de 100,000 litros.

Asimismo, se contará con una subestación de gasolina con una capacidad de 100,000 litros.

II.2.3.3.5 Voladuras y explosivos

Se espera utilizar ANFO en aproximadamente el 80% del tiempo con emulsión el 20% restante cuando los taladros tengan presencia de agua. El factor de carga para las voladuras de producción se estima en 0,32 kg/t (0,86 kg/^{m3}). Las actividades de voladura serán completadas por una empresa de servicios voladura. El servicio que brindan incluye la carga y el disparo de todas las voladuras en mina, y la responsabilidad sobre el producto utilizado y el almacenamiento de los accesorios.

Se espera que la cantidad de ANFO requerida durante la vida útil de la mina promedie en 12,700 toneladas por año, con un máximo en el año 10 de 15,200 toneladas. La cantidad de emulsión promediará en 3.300 toneladas por año con el consumo máximo en el año 10 en 3.800 toneladas ese año.

II.2.4 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.

Es de importancia aclarar que México no cuenta con un marco normativo específico para Planes de Cierre de Mina. Sin embargo, el estudio se desarrolló de acuerdo con todo lo estipulado en la legislación y normativa mexicana relacionada a la etapa de cierre o postoperación minera. Asimismo, se ha tenido en cuenta el contenido relacionado al cierre de minas del informe NI 43-101 Technical Report & Pre-feasibility Study of the Cordero Project (Ausenco Engineering Canadá Inc., 2023).

A continuación, se presenta un resumen del plan de cierre que se tiene para el Proyecto Cordero, en el Anexo II.13 se adjunta el documento completo. Es importante mencionar que el plan se tiene a nivel Pre - conceptual y solo contiene los lineamientos generales para las medidas de cierre y post – cierre orientadas a desactivar efectivamente las operaciones mineras de este proyecto y remediar las áreas intervenidas.

II.2.4.1 Programa de cierre

Tomando como referencia al marco normativo se han planteado los siguientes objetivos generales para el Cierre de Minas:

- Garantizar la estabilidad física a largo plazo;
- Garantizar la estabilidad química a largo plazo;
- Determinar el posible uso futuro del área remediada;
- Rehabilitar las áreas intervenidas con el fin de que puedan tener un uso compatible con las áreas no intervenidas;
- Proteger la salud y seguridad pública; y
- Prevenir potenciales impactos ambientales significativos.

Objetivos Específicos

En este sentido, los objetivos específicos de este Plan de Cierre Conceptual son los siguientes:

- Rehabilitar las áreas donde se ubican los componentes del Proyecto Cordero considerados en el Estudio de Prefactibilidad del Proyecto Cordero, devolviéndole una condición estable que pueda tener un uso sostenible y compatible, en lo posible, con tierras aptas para pastos, según la capacidad de uso mayor identificada para estas áreas;
- Revegetar el suelo, cuando aplique, teniendo en cuenta lo descrito en los estudios correspondientes a Línea Base Ambiental vigentes aprobados en relación con especies vegetales de la región, a fin de lograr una condición similar a las preexistentes a las operaciones de estos componentes e instalaciones, siempre que sea posible, utilizando especies de flora propias de la zona, o una condición similar a las áreas no intervenidas que presentan las mismas condiciones edafoclimáticas;

- Minimizar o prevenir la ocurrencia de impactos ambientales negativos a los componentes ambientales, mediante el control de la estabilidad física, geoquímica y manejo de aguas;
- Prevenir, minimizar y controlar los riesgos a la salud y seguridad de la población del área de influencia ambiental;
- Minimizar la necesidad de efectuar el cuidado y mantenimiento activo del sitio en el largo plazo;
- Propiciar el uso beneficioso del área donde se ubicarán los componentes de cierre, posterior al cese de los componentes e instalaciones considerados; y
- Cumplir con la legislación ambiental vigente del país, adoptando criterios de protección ambiental.

Los escenarios de cierre que se han propuesto para la elaboración de este plan de cierre se indican a continuación.

Cierre Temporal. El cierre temporal podría ejecutarse en el caso de que se produzca una suspensión temporal de operaciones planificada o imprevista, debido a los siguientes escenarios:

- Por razones económicas, suspendiendo las operaciones en espera a la recuperación del precio de los metales; o
- Por razones de fuerza mayor que pudieran ocurrir y a decisión de la autoridad competente, se podría ordenar la paralización de uno o más componentes o de la totalidad de la operación, si es que este represente un riesgo inminente a la salud, la seguridad o el ambiente.

Bajo un eventual caso de suspensión o paralización temporal de actividades se espera que las actividades del Proyecto Cordero se reinicien en el corto plazo, una vez que los factores de riesgo se hayan eliminado.
Los motivos de paralización podrían ser por algún trabajo planificado por Discovery Silver a nivel corporativo o por algún evento no previsto, donde se priorizará ejecutar medidas de cierre con el fin de proteger la salud, la seguridad pública y el cuidado y preservación del medio ambiente, durante el tiempo que dure el escenario de cierre temporal planteado.

Si bien en el presente proyecto no se prevé cierre temporal, de presentarse las situaciones indicadas previamente, se procederá con la aplicación de las medidas de cierre temporal del Proyecto Cordero.
En un escenario de cierre temporal, se ejecutarán las siguientes medidas de cuidado y mantenimiento durante el período de suspensión o paralización:

- Se informará a la Autoridad de Aplicación de estado de Chihuahua y de México, el inicio del cierre temporal precisando las causas;
- Se informará a los trabajadores locales y población, los motivos de la suspensión temporal de las operaciones, las áreas que permanecerán cerradas y señalizadas, con el fin de evitar accidentes tanto de personas que puedan transitar por las zonas aledañas al Proyecto Cordero;
- Se mantendrá la seguridad de la zona, mediante vigilancia continua, restringiendo el acceso a personas ajenas a la operación, a fin de prevenir los riesgos a la seguridad y salud pública;
- Desenergización de los componentes que no sean utilizadas durante el período de paralización;
- Los equipos fijos que se encuentren en el área de los componentes cerrados temporalmente se mantendrán ahí hasta el reinicio de actividades;
- Los equipos móviles serán retirados y guardados en el lugar designado para tal fin. Los equipos que se encuentren en el área de los componentes cerrados temporalmente se mantendrán ahí hasta el reinicio de las actividades;
- Realizar el mantenimiento continuo de las estructuras de manejo de agua (canales y tuberías);

- Tomar medidas de estabilización de zonas o estructuras inseguras que puedan representar riesgo significativo en el corto plazo o en el periodo estimado del cierre temporal;
- Instalación de señales de advertencia;
- Realizar campañas de inspección periódica para evaluar el desempeño de las actividades del cierre temporal y corregir desviaciones en caso sea necesario;
- Realizar actividades de monitoreo ambiental en función al Plan de Monitoreo comprometido para la etapa de operación; y
- Las vías de acceso a los componentes mineres del Proyecto Cordero serán de uso restringido para actividades de monitoreo y mantenimiento que sean llevadas a cabo durante el cierre temporal.

Cierre Progresivo. El cierre progresivo es un escenario que ocurre de manera simultánea a la etapa de operación de la mina, cuando un componente o parte de un componente de la actividad minera deja de ser útil. Debido a ello deberá ser sometido a actividades de cierre tales como desmantelamiento, demolición, restablecimiento de la forma del terreno, y/o revegetación.

Las actividades de cierre progresivo son diseñadas para lograr los objetivos ambientales y sociales específicos, y deberán describirse en los planes de cierre desde su formulación, hasta sus futuras actualizaciones. En el presente Plan de Cierre Conceptual no se han contemplado medidas de cierre progresivo.

Cierre Final. El cierre final es aquel escenario que se presenta una vez terminadas las actividades de exploración o una vez agotados los recursos minerales en la zona de explotación minera, concluido por el fin de operaciones de minado y procesamiento. De esa forma el cierre final constituye la ejecución de las actividades o medidas de cierre, cuyo propósito es cumplir con los objetivos ambientales y sociales específicos, y deberán describirse en los planes de cierre desde su formulación, hasta sus futuras actualizaciones.

Las actividades previstas para el cierre se resumen en la siguiente Tabla:

Tabla II. 24. Actividades a desarrollar por componente

<table>
<tr><th>Componente de Cierre</th><th>Actividades de Cierre</th></tr>
<tr><td colspan="2">Instalaciones de Mina</td></tr>
<tr><td>Tajo</td><td>• Estabilidad Física
o Construcción de berma perimétrica; e
o Instalación de señales de advertencia).
• Estabilidad Hidrológica:
o Llenado del Tajo con agua.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Instalaciones de Procesamiento</td></tr>
<tr><td>Planta de Procesos (Concentradora)</td><td rowspan="2">• Desenergización y limpieza.
• Desmantelamiento y desmontaje de equipamiento.
• Demolición de concreto.
• Recuperación y disposición de equipos e infraestructura desmantelada.
• Establecimiento de la forma del terreno:
o Nivelación superficial del terreno.</td></tr>
<tr><td>Triturado primario</td></tr>
<tr><td>Estanque de Agua en Planta</td><td>• Retiro de Sustancias Peligrosas.
• Desenergización y limpieza.</td></tr>
</table>

Componente de Cierre	Actividades de Cierre

	• Desmantelamiento y desmontaje de equipamiento.
	• Demolición de concreto.
	• Recuperación y disposición de equipos e infraestructura desmantelada.
	• Estabilidad Física
	  ○ Relleno con material inerte del pozo generado por el retiro de estanque
	• Establecimiento de la forma del terreno
	  ○ Nivelación superficial del terreno.

Pila de Mineral para Alimentación de Molino	• Establecimiento de la forma del terreno ○ Nivelación superficial del terreno. (Las Pilas de Mineral serán utilizadas durante la etapa de operación, removiéndose el material dispuesto en ellas en su totalidad)
Pila de Mineral Óxidos	

Presa de manejo de jales	• Desenergización y limpieza.
	• Desmantelamiento y desmontaje de equipamiento.
	• Demolición de concreto.
	• Recuperación y disposición de equipos e infraestructura desmantelada.
	• Estabilidad física
	  ○ Recuperación de bordos; y
	  ○ Construcción de una cubierta de cierre, en bordo y playa, tipo 1, relleno común y compacto de 1 m de espesor.
	• Estabilidad hidrológica
	  ○ Construcción de canales de cierre (periodo de retorno (PR) de 1 000 años;
	  ○ Construcción de un aliviadero de cierre (spillway); y
	  ○ Gestión de los caudales de los cimientos y del sistema de drenaje de la cuenca.
	• Establecimiento de la forma del terreno
	  ○ Renivelación de la superficie de jales para promover el drenaje natural hacia el vertedero de cierre; y
	  ○ La descarga selectiva de jales ocurrirá en los últimos años de operaciones para nivelar la superficie del depósito en la mayor medida posible.
	• Revegetación
	  ○ Revegetación de superficie reconformada; y
	  ○ Revegetación de bordos.

Depósito de Material Orgánico	• Establecimiento de la forma del terreno ○ Nivelación superficial del terreno. (El Depósito de Material Orgánico será utilizado para las medidas de cierre por lo que se ha considerado que el total de material apilado en este componente será retirado).

Depósito de Material Excedente	• Estabilidad física
	  ○ Perfilado de talud de diseño a un talud global de 2H:1V.
	• Estabilidad hidrológica
	  ○ Construcción de canales de cierre (periodo de retorno (PR) de 100 años).
	• Estabilidad Física
	  ○ Cierre de accesos;
	  ○ Corte y perfilado de talud global de 2H:1V; e
	  ○ Instalación de señales de advertencia.
	• Estabilidad hidrológica

Tepetatera	
Tepetatera Norte	
Tepetatera Norte- Zanja Oeste	
Tepetatera Norte - Zanja Este	
Tepetatera De Roca Sur - Zanja De Acceso De Acarreo	

Componente de Cierre	Actividades de Cierre
Tepetatera De Roca Sur - Zanja De La Presa De Colección De Escorrentía	○ Construcción de canales de cierre (periodo de retorno (PR) de 100 años).
Tepetatera Sur – Zanja Sur	
Tepetatera De Roca Sur - Presa De Colección De Escorrentía	
Tepetatera Estanque Norte	
Tepetatera Estanque Sur	
Instalaciones para el Manejo de Aguas	
Canal de Desvío de Drenaje	• Estabilidad Hidrológica ○ Rediseño de canales de cierre y diques (periodo de retorno (PR) de 100 años).
Presa de Colección de Escorrentía	
Presa de Desvío de Escorrentía	
Otras Infraestructuras relacionadas con el Proyecto	
Vía Pública Existente	En función del tipo de componente aplicarán las siguientes medidas de cierre: • Desenergización y limpieza. • Remoción de materiales peligrosos. • Desmantelamiento, desmontaje y retiro de equipos. • Demolición, recuperación y disposición de concreto y materiales • Estabilidad Física • Cierre de accesos; y • Instalaciones de señales de advertencia. • Establecimiento de la forma del terreno ○ Nivelación superficial del terreno. • Caracterización de suelo con base en las normas NOM-0138-SEMARNAT y NOM-147-SEMARNAT. Acciones específica de cierre, en cumplimiento con la NOM-083-SEMARNAT
Derecho de Paso de la Línea Eléctrica Existente	
Línea de Propiedad	
Plataforma de Construcción A	
Plataforma de Construcción B	
Nuevo Desvió de Carretera de Acceso	
Acceso al Almacén de Explosivos	
Garita de Acceso	
Nueva Línea Eléctrica para el sitio	
Pit Shell Revenue Factor 0.60 (Factor De Ingresos De Pit Shell 0.60)	
Acceso de Acarreo	
Límites de Tajo (50 m de desplazamiento)	
Truckshop	
Área de Lavado	
Taller de Mantenimiento	
Grifo de Combustible	
Reactivos	
Patio de Interruptores	
Oficina de Administración	
Laboratorio	
Almacenamiento de Explosivos	
Almacén	
Tubería desde el Espesador de Jales hasta la Instalación de Manejo de Jales	
Tubería desde la Instalación de Manejo de Jales hasta el Tanque de Agua de Proceso	
Área de Plataforma y Disposición	
Estaciones de combustibles	
Relleno sanitario (Landfill) Tipo D	Acciones específica de cierre, en cumplimiento con la NOM-083-SEMARNAT

Otras Infraestructuras relacionadas con el Proyecto

Como actividades previas al cierre de las instalaciones auxiliares u otras infraestructuras relacionadas con el proyecto se requerirá:

- Desenergización de los equipos y líneas eléctricas;
- Actualizar el Inventario de equipos, con indicaciones de dimensiones, pesos y condiciones de conservación;

- Actualización de los planos de instalación de las maquinarias;
- Contratación de las empresas que se encargarán del desmontaje de maquinarias y retiro de estructuras y equipos;
- Recuperar el material de salvamento, en caso se determine necesario: Clasificar entre materiales de rehúso y reciclables, así como identificar la peligrosidad o no peligrosidad de los materiales a recuperar;
- Remoción de los materiales peligrosos en cada sitio de trabajo; y
- Limpieza y retiro de restos que quedarán después de desmantelar los componentes e instalaciones.

II.2.4.1.1 Desmantelamiento y Desmontaje

Las actividades de desmantelamiento y desmontaje, según sean requeridas para cada instalación auxiliar o infraestructura relacionada con el proyecto comprenden:

- Retiro y traslado de las estructuras metálicas superficiales, líneas de tuberías, bombas y válvulas, entre otros
- Las estructuras que se encuentran enterradas (vigas, zapatas y anclaje) se mantendrán enterradas;
- Retiro de los tanques de combustible, retirando con cuidado la geomembrana de su base, techo, parantes de sostenimiento;
- En el caso de las antenas de comunicación, se realizará el retiro de los equipos de las antenas de comunicación;
- Recuperar el material de salvamento: Clasificar entre materiales de rehúso y reciclables, así como identificar la peligrosidad o no peligrosidad de los materiales a recuperar; los salvamentos se desarrollarán bajo el criterio de selección para el proyecto Cordero; estos elementos pueden ser puertas de madera, ventanas, sanitarios, falsos cielos, pisos, entre otras infraestructuras; y
- Limpieza y retiro de restos que quedarán después de desmantelar los componentes o instalaciones.

Si hubiese ocurrido algún derrame de combustible, aditivo o insumo, antes de la rehabilitación de área, se deberá monitorear la calidad del suelo para determinar la magnitud del impacto. En caso de que el suelo se encontrase alterado o impregnado, se extraerá, y se almacenará en un recipiente hermético para su manejo y disposición final por una empresa que realice el manejo y disposición final de residuos sólidos y cuente con las autorizaciones respectivas.

El manejo de residuos peligrosos producto de las actividades de desmantelamiento y desmontaje se realizará de acuerdo con lo considerado en el Plan de Manejo Ambiental aprobado vigente al momento del cierre final. Estos materiales serán almacenados temporalmente en las instalaciones del Proyecto Cordero destinadas para este fin, y retirados por una empresa que realice el manejo y disposición final de residuos sólidos y cuente con las autorizaciones respectivas.

Asimismo, se tiene contemplado el cierre de los accesos que no puedan ser transferidos a la comunidad para su uso posterior. Las actividades de desmantelamiento, desmontaje y demolición en los accesos comprenderán:

- Eliminación de grandes estructuras de puentes; y
- Remoción y eliminación de pequeñas y grandes alcantarillas de drenaje.

II.2.4.1.2 Monitoreo y Mantenimiento Post-Cierre

Las actividades de mantenimiento y monitoreo Post - Cierre tienen como finalidad garantizar la eficacia de las medidas de cierre de estabilización física, geoquímica, hidrológica, establecimiento de la forma del terreno, rehabilitación de hábitats, y revegetación, así como el cumplimiento de los objetivos de cierre establecidos en el presente plan de cierre conceptual.

II.2.4.1.3 Actividades de Monitoreo Post-cierre

El monitoreo post-cierre comprende una serie de actividades de seguimiento ambiental durante los años subsiguientes al cierre del Proyecto, con la finalidad de observar el comportamiento a largo plazo de las variables ambientales, y evaluar la efectividad de las medidas de cierre.

Los resultados del monitoreo serán de gran utilidad para determinar el éxito de las estrategias de cierre propuestas. Asimismo, la frecuencia establecida para el monitoreo post-cierre en el presente documento, podrá aumentar o disminuir en función a los resultados obtenidos en el proceso. Las actividades de monitoreo post-cierre se describen a continuación.

Tabla II. 25. Actividades de monitoreo a realizar en la etapa de post-cierre

Monitoreo		Componentes	Frecuencia (Durante los 5 años de la etapa Post – cierre)
Monitoreo de Estabilidad Física	Inspecciones visuales para identificar fisuras o grietas en la cresta del tajo.	Tajos	Semestral: Dos veces al año, antes y después de la época de lluvias. Además, se realizará el monitoreo, después de un evento de extrema precipitación o un evento sísmico significativo.
	Inspecciones del estado de la berma perimétrica del tajo.		
	Inspecciones visuales a cargo de un ingeniero civil o geotécnico, para verificar el estado de la superficie de los taludes, identificar desprendimientos, filtraciones, cárcavas, fisuras y/o grietas de tensión que se hayan formado en la superficie de los componentes de cierre.	Presa de jales y Tepetateras	
	Mediciones de desplazamientos horizontales y verticales mediante instrumentación geotécnica.		
	Programa de Monitoreo de Cobertura.	Depósito de jales	
	Inspección de las condiciones de los accesos cerrado y áreas nivelas y/o reconformadas.	Instalaciones de Procesamiento, otras infraestructuras relacionadas con el proyecto	Anual y después de un evento de extrema precipitación o un evento sísmico significativo.

Monitoreo		Componentes	Frecuencia (Durante los 5 años de la etapa Post – cierre)
Monitoreo de Estabilidad Geoquímica	Monitoreo de Calidad de Agua.	Estructuras de manejo de aguas, aguas arriba y aguas debajo del proyecto, aguas subterráneas	Semestral: Dos veces al año, antes y después de la época de lluvias. Además, se realizará el monitoreo, después de un evento de extrema precipitación o un evento sísmico significativo.
Monitoreo de Estabilidad Hidrológica	Inspecciones visuales para evaluar el estado de las obras de manejo de aguas (canales de derivación y estructuras hidráulicas).	Presa de jales (estructuras de manejo de aguas para cierre) Tepetateras (canales internos y de coronación) Tajo	Semestral: Dos veces al año, antes y después de la época de lluvias. Además, se realizará el monitoreo, después de un evento de extrema precipitación o un evento sísmico significativo. Cabe resaltar que, si los resultados del monitoreo no cumplen con los estándares de calidad y la norma vigente, se evaluará la medida de cierre considerada.
Monitoreo Biológico	Monitoreo Biológico a las áreas revegetadas.	Área de influencia directa de los componentes cerrados	*Semestral*: Dos veces al año, antes y después de la época de lluvias. Además, se realizará el monitoreo, después de un evento de extrema precipitación o un evento sísmico significativo. Cabe resaltar que, si los resultados del monitoreo no cumplen con los estándares de calidad y la norma vigente, se evaluará la medida de cierre considerada.
	Monitoreo de Fauna.		
Monitoreo Social	Monitoreo de resultados de Programas Sociales.	Programas Sociales	Anual

II.2.4.1.4 Actividades de Mantenimiento Post-cierre

El objetivo de la ejecución del programa de mantenimiento es asegurar que las obras de cierre funcionen eficazmente a fin de lograr su auto sostenibilidad. Previo a la culminación de las actividades del Proyecto se procederá al diseño del programa de Mantenimiento Post–Cierre detallado.

A continuación, se presenta un programa básico de mantenimiento inicial, las pautas y consideraciones que debe abarcar el mismo para garantizar el adecuado seguimiento de las medidas propuestas para el cierre del Proyecto Cordero.

Durante la elaboración del Plan de Cierre a nivel de factibilidad deberán desarrollarse con mayor detalle las actividades de mantenimiento. En la Tabla siguiente se presenta un resumen de las actividades de mantenimiento y monitoreo post cierre, las cuales son descritas a continuación.

Tabla II. 26. Resumen de Actividades de Mantenimiento Post – Cierre

Mantenimiento		Componentes	Frecuencia de Mantenimiento (Durante los 5 años de la etapa Post – cierre)
Mantenimiento Físico	Se deberá mantener un talud global de cierre (2H: 1V).	Presa de jales, Tepetateras	En caso se requiera: Dos veces al año, antes y después de la época de lluvias. En función a los requerimientos de mantenimiento reportados durante el primer año, la frecuencia podrá modificarse. Además, se realizará una inspección, y mantenimiento, en caso se requiera, después de un evento de extrema precipitación o un evento sísmico significativo.
	Mantenimiento de la instrumentación geotécnica propuesta para el monitoreo post – cierre.	Presa de jales, Tepetateras	
	Mantenimiento de la berma perimétrica	Tajos	
	Mantenimiento de áreas niveladas y/o reconformadas.	Instalaciones de Procesamiento, otras infraestructuras relacionadas con el proyecto	En caso se requiera: En forma anual. En función a los requerimientos de mantenimiento reportados durante el primer año, la frecuencia podrá modificarse. Además, se realizará una inspección, y mantenimiento, en caso se requiera, después de un evento de extrema precipitación o un evento sísmico significativo.
	Mantenimiento de vías de acceso, en caso se requiera.	Vías de Acceso	
	Mantenimiento de señales de advertencia, en caso se requiera.	Tajo	
Mantenimiento Geoquímico	Nivelación o reposición del material de cobertura en la Presa de Jales, en caso se requiera, se procederá a reponer el material inerte no PGA.	Presa de jales	En caso se requiera: Dos veces al año, antes y después de la época de lluvias. En función a los requerimientos de mantenimiento reportados durante el primer año, la frecuencia podrá modificarse. Además, se realizará una inspección, y mantenimiento, en caso se requiera, después de un evento de extrema precipitación o un evento sísmico significativo.
Mantenimiento Hidrológico	Limpieza y reparación de las obras hidráulicas que pudieran verse obstruidas, fisuradas, colmatadas por efecto de caída de piedras o roca en el talud aledaño a las estructuras mencionadas.	Presa de jales (estructuras de manejo de aguas para cierre) Tepetateras (canales internos y de coronación) Tajo	En caso se requiera: Dos veces al año, antes y después de la época de lluvias. En función a los requerimientos de mantenimiento reportados durante el primer año, la frecuencia podrá modificarse. Además, se realizará una inspección, y el mantenimiento, en caso se requiera, después de un evento de extrema precipitación o un evento sísmico significativo.

Mantenimiento		Componentes	Frecuencia de Mantenimiento (Durante los 5 años de la etapa Post – cierre)
Mantenimiento Biológico	Revegetación, en caso se requiera	Otras infraestructuras con el proyecto que sean revegetadas.	En caso se requiera: Dos veces al año, antes y después de la época de lluvias. En función a los requerimientos de mantenimiento reportados durante el primer año, la frecuencia podrá modificarse. Además, se realizará una inspección, y el mantenimiento, en caso se requiera, después de un evento de extrema precipitación o un evento sísmico significativo.

II.2.5 Residuos.

La LGEEPA menciona en su artículo 3, fracción XXXII que un residuo es : "*Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó;"* A continuación, se presentan los diferentes residuos que se generarán en el Proyecto.

II.2.5.1 Residuos mineros

Jales La presa de jales está diseñada para almacena 300 millones de toneladas de jales

La NOM-141-SEMARNAT-2003 menciona que:

"*Con el fin de determinar la peligrosidad de los jales, el generador debe proceder de la siguiente manera:*
***5.2.1** Aplicar la prueba de extracción de los constituyentes tóxicos, de acuerdo con el método de prueba para realizar la extracción de metales y metaloides en jales, con agua en equilibrio con CO_2.*
***5.2.2** Para determinar si los jales son generadores potenciales de ácido, se debe aplicar la prueba modificada de balance ácido base (véanse Anexos Normativos 1 y 5)."*

Tabla II. 27. Concentraciones de los elementos analizados en los jales

	Parámetro	Arsénico	Bario	Cadmio	Mercurio	Plata	Plomo	Selenio	Cromo	Interpretación
LMP		**5**	**100**	**1**	**0.2**	**5**	**5**	**1**	**5**	
Muestra	**1 Jale**	0.16	0.199	ND	ND	ND	0.008	ND	0.01	No peligroso
	2 Jale	0.042	0.279	ND	ND	ND	0.011	ND	0.011	No peligroso
	3 Jale	0.024	0.214	ND	ND	ND	0.009	ND	0.01	No peligroso
	4 Jale	0.017	0.216	ND	ND	ND	0.012	ND	0.011	No peligroso

Se realizó caracterización de los jales donde se obtuvieron los resultados presentados en la tabla anterior. De acuerdo a los LMP que indica la NOM-052-SEMARNAT-2005 se determinó que **ninguna** de las muestras de jal analizada es peligrosos pues las concentraciones arrojadas están muy por debajo de los LMP y en varios elementos no se alcanzaron a detectar.

Asimismo, se aplicó la prueba de balance de ácido base con el fin de determinar si los jales son generadores potenciales de ácido, de acuerdo con la NOM-141-SEMARNAT-2003 en el numeral 5.2.2. se menciona que " *... En caso de que la relación Potencial de Neutralización (PN)/Potencial Acido (PA) sea menor a **1.2**, se consideran generadores potenciales de ácido.* Observando los resultados de la siguiente tabla, se tiene que las 4 muestras de jal analizado se consideran como generadores potenciales de drenaje ácido, esto de acuerdo a la NOM-157-SEMARNAT-2007-2009 se define como: "*Lixiviado, efluente o drenaje contaminante que ha sido*

afectado por la oxidación natural de minerales sulfurosos contenidos en rocas o residuos expuestos al aire, agua y/o microorganismos promotores de la oxidación de sulfuros."

Tabla II. 28. Peligrosidad por el potencial de generación de drenaje ácido

	Parámetro	PN (Kg CaCO3/t)	PA (Kg CaCO3/t)	PN/PA (Balance)	Interpretación
Muestra	1 Jale	124.82	122.11	1.02219	Generador potencial de drenaje ácido
	2 Jale	85.05	97.16	0.87536	Generador potencial de drenaje ácido
	3 Jale	107.67	120.26	0.89531	Generador potencial de drenaje ácido
	4 Jale	105.94	110.99	0.95450	Generador potencial de drenaje ácido

Por tanto, se entiende que el potencial de generación de drenaje ácido se debe a las características propias de la geología de la región. Sin embargo, se dará cumplimiento a lo que indica la NOM-141-SEMARNAT-2003, de acuerdo a lo siguiente:

*"**5.7.2** Cuando los jales sean generadores potenciales de ácido se debe cumplir con los siguientes aspectos:*
***5.7.2.1** Cubrir con un material mineral o con agua, para evitar la formación de drenaje ácido del jal, cuidando de no solubilizar otros elementos tóxicos. También se podrán utilizar otros materiales que impidan la acidificación.*
***5.7.2.2** No se deben utilizar especies vegetales que promuevan la acidificación del sustrato.*
***5.7.2.3** Cuando no sea pertinente establecer medidas que eviten la formación de drenaje ácido, se deben establecer medidas de tratamiento del mismo para evitar daños en cuerpos de agua, suelos y sedimentos, ya sea por su acidez o por contaminación con elementos tóxicos."*

Los datos presentados en párrafos previos se presentan en el Anexo II.14, los cuales son los resultados del último muestreo realizado por una empresa certificada.

Tepetate

El tepetate es un residuo minero proveniente del minado. Se prevé una generación de 612.190 millones de toneladas, los cuales se depositarán de acuerdo a la siguiente tabla

Tabla II. 29. Tepetate a generar durante la vida operativa de la mina.

Instalación	Óxidos (miles de ton)	Sulfuros (miles de ton)	Total (miles de toneladas)
Tepetatera 1	55,148	324,753	379,901
Tepetatera 2	15,969	131,788	147,757
Presa de jales	36,025	48,507	84,532
Tepetate total	107,142	505,048	**612,190**

Knight Piesold (Anexo II.15) realizó un análisis para determinar la peligrosidad y el potencial de drenaje ácido del material de desecho en el proyecto. Se analizaron 131 muestras y los resultados se compararon con la normatividad aplicable.

La prueba de generación neta de ácido (NAG) es una prueba estática desarrollada para predecir la generación de drenaje ácido de roca (ARD durante y después de la operación minera.

Es adecuado para usar como herramienta de predicción independiente (Miller *et al*. 1997) y como complemento de otras pruebas estáticas como la prueba de contabilidad ácido-base (ABA) (Räsänen *et al*. 2010, Morin & Hutt 1999).

Se determinó el potencial generador de ácido de las muestras de residuos predominantemente usando valores de potencial de neutralización neto de la prueba ABA, con algunas excepciones cuando se considera el pH de

la generación neta de ácido, radio potencial neto y contenido de sulfuros como criterio de clasificación.

Se tuvieron los siguientes resultados:

Tabla II. 30. Clasificación de las muestras

Clasificación de drenaje ácido	Número de muestras
Potencial generador de drenaje ácido	43
No potencial generador de drenaje ácido	50
Incierta	14
Inerte	24
Total	131

El potencial de generación de ácido de los residuos de Cordero se determinó principalmente usando el potencial de neutralización neto como el criterio de clasificación. Del análisis de las 131 muestras de residuos, 43 se consideran generadoras potenciales, 50 se consideran no generadoras potenciales, 14 tienen potencial incierto de generación de ácido, y 24 se consideran inertes.

Con base en la evaluación del programa de pruebas, los residuos en el Proyecto Cordero tendrán un potencial para generar ácido debido a la meteorización. Además, los residuos producirán lixiviados con concentraciones que exceden los estándares mexicanos de calidad del agua para la agricultura.

Knight Piésold recomienda que se desarrolle un plan de gestión de residuos para reducir el potencial de afectación en la calidad de las aguas subterráneas y aguas abajo del proyecto, dichas recomendaciones se atendieron en el diseño de los depósitos así como en el manejo del agua.

II.2.5.2 Residuos peligrosos

Los residuos peligrosos a generarse serán manejados de acuerdo a lo estipulado en la LGPGIR, la cual define en su artículo 5, fracción XXXII a los residuos peligrosos como "*aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley*;"

Minera Titán cuenta con su registro ante la SEMARNAT como pequeño generador, por lo que deberá cambiar de categoría a "Gran generador" porque debido a las dimensiones del proyecto generará una cantidad mayor a 10 toneladas anuales. Se contará con almacén temporal de residuos que cumpla con todos los requisitos y especificaciones de acuerdo a la LGPGIR y su reglamento. Se solicitará a la SEMARNAT el registro del plan de manejo de residuos peligrosos.

En todo se realizará lo estipulado en el artículo 46 de RLGPGIR, por lo cual deberán

- Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen;
- Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles entre sí, en los términos de las normas oficiales mexicanas respectivas, ni con residuos peligrosos reciclables o que tengan un poder de valorización para su utilización como materia prima o como combustible alterno, o bien, con residuos sólidos urbanos o de manejo especial;
- Envasar los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico, en recipientes cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad para su manejo conforme a lo señalado en el presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes;
- Marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos con rótulos que señalen nombre del generador, nombre del residuo peligroso, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén y lo que establezcan las normas oficiales mexicanas aplicables;
- Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación, los residuos peligrosos en un área que reúna las condiciones señaladas en el artículo 82 del presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes, durante los plazos permitidos por la Ley;

- Transportar sus residuos peligrosos a través de personas que la Secretaría autorice en el ámbito de su competencia y en vehículos que cuenten con carteles correspondientes de acuerdo con la normatividad aplicable;
- . Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos de acuerdo con lo dispuesto en la Ley, en este Reglamento y las normas oficiales mexicanas correspondientes;
- Elaborar y presentar a la Secretaría los avisos de cierre de sus instalaciones cuando éstas dejen de operar o cuando en las mismas ya no se realicen las actividades de generación de los residuos peligrosos, y

II.2.5.3 Residuos de manejo especial

De acuerdo con la LGPGIR los residuos de manejo especial "Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos;" (Artículo 5, Fracción XXX).
De acuerdo a la NOM-161-SEMARNAT-2011 para que un residuo se clasifique como de manejo especial debe cumplir con:

- Que se generen en cualquier actividad relacionada con la extracción, beneficio, transformación, procesamiento y/o utilización de materiales para producir bienes y servicios, y que no reúnan características domiciliarias o no posean alguna de las características de peligrosidad en los términos de la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005,
- Que sea un Residuo Sólido Urbano generado por un gran generador en una cantidad igual o mayor a 10 toneladas al año y que requiera un manejo específico para su valorización y aprovechamiento.

Pero invariablemente debe cumplir con:

- Que sea un residuo, incluido en el Diagnóstico Básico Estatal para la Gestión Integral de Residuos de una o más Entidades Federativas, o en un Estudio Técnico-Económico.

II.2.5.4 Residuos sólidos urbanos

De acuerdo a la LPGIR los residuos sólidos urbanos son: **"**los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole;"

Tabla II. 31. Tipos de residuos a generar por etapa

Etapa	Identificación	Tipos	Características CRETIB	Manejo	Disposición	Instrumentos de cumplimiento
Preparación de sitio	Residuos orgánicos (restos de alimentos), recipientes y envases de aluminio, plástico y cartón.	Residuos sólido-urbanos (RSU)	No	Segregación en reciclables y no reciclables Almacenamiento temporal	Reciclaje de aluminio, PET y cartón. La fracción no reciclable se enviará a relleno sanitario	Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Chihuahua

Etapa	Identificación	Tipos	Características CRETIB	Manejo	Disposición	Instrumentos de cumplimiento
	Madera, Chatarra y embalajes de plástico y cartón	Residuos de manejo especial	No	Segregación en reciclables y no reciclables Almacenamiento temporal	Reciclaje de cartón, madera y plásticos.	Cumplimiento de Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Chihuahua NOM-161-SEMARNAT-2011.
	Aceites gastados (motor e hidráulico)	Residuos Peligrosos (RPE)	Si (T, I)	Almacenamiento temporal (no mayor a 6 meses) ATRP	Sitios autorizados por PROFEPA para reciclaje o coprocesamiento.	El proyecto contará con un almacén temporal de residuos peligrosos (ATRP) en cumplimiento con el artículo 82 del Reglamento de la Ley General para Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).
	Cartuchos de impresora	Residuos de manejo especial	No	Almacenamiento temporal	Reciclaje	Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Chihuahua. NOM-161-SEMARNAT-2011.
	Punzocortantes, no anatómicos	Residuos Peligrosos Biológicos Infecciosos (RPBI)	Si (B)	Almacenamiento temporal no mayor a 30 días.	Incineración en sitios autorizados por PROFEPA.	NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.

Etapa	Identificación	Tipos	Características CRETIB	Manejo	Disposición	Instrumentos de cumplimiento
	Tierra contaminada con hidrocarburos	Residuos Peligrosos (RPE)	Si (T)	Almacenamiento temporal (no mayor a 6 meses) ATRP	Sitios autorizados por PROFEPA	El proyecto contará con un almacén temporal de residuos peligrosos (ATRP) en cumplimiento con el artículo 82 del Reglamento de la Ley General para Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).
	Aguas residuales de servicios sanitarios	Residuos sólido-urbanos (RSU)	No	Almacenamiento temporal	Disposición mediante empresas autorizadas. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Hidalgo del Parral.	Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Chihuahua. Junta Municipal de Aguas de Hidalgo del Parral, Chihuahua.
Construcción	Escombros, cascajo, costales de cemento, arena, varilla y chatarra.	Manejo especial	No	Almacenamiento temporal	Disposición en sitios autorizados pro SEDUE Chihuahua	Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Chihuahua. NOM-161-SEMARNAT-2011.
	Madera, PVC, embalajes de PET y cartón	Residuos de manejo especial	No	Segregación en reciclables y no reciclables Almacenamiento temporal	Reciclaje de cartón, madera y plásticos.	Cumplimiento de Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Chihuahua NOM-161-SEMARNAT-2011.

Etapa	Identificación	Tipos	Características CRETIB	Manejo	Disposición	Instrumentos de cumplimiento
	Residuos orgánicos (restos de alimentos), recipientes y envases de aluminio, plástico y cartón.	Residuos sólido-urbanos (RSU)	No	Segregación en reciclables y no reciclables Almacenamiento temporal	Reciclaje de aluminio, PET y cartón. La fracción no reciclable se enviará a relleno sanitario	Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Chihuahua.
	Baterías y pilas	Residuos Peligrosos (RPE)	Si (T)	Almacenamiento temporal (no mayor a 6 meses) ATRP	Sitios autorizados por PROFEPA	El proyecto contará con un almacén temporal de residuos peligrosos (ATRP) en cumplimiento con el artículo 82 del Reglamento de la Ley General para Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).
	Sólidos impregnados con pinturas y solventes, hidrocarburos y desmoldantes.	Residuos Peligrosos (RPE)	Si (T, I)	Almacenamiento temporal (no mayor a 6 meses)	Sitios autorizados por PROFEPA para su reciclaje.	NOM-052-SEMARNAT-2005. El proyecto contará con un almacén temporal de residuos peligrosos (ATRP) en cumplimiento con el artículo 82 del Reglamento de la Ley General para Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).

Etapa	Identificación	Tipos	Características CRETIB	Manejo	Disposición	Instrumentos de cumplimiento
	Tierra contaminada con hidrocarburos.	Residuos Peligrosos (RPE)	Si (T, I)	Almacenamiento temporal (no mayor a 6 meses)	Sitios autorizados por PROFEPA para su reciclaje y/o tratamiento.	NOM-052-SEMARNAT-2005 En caso de incidentes ambientales. El proyecto contará con un almacén temporal de residuos peligrosos (ATRP) en cumplimiento con el artículo 82 del Reglamento de la Ley General para Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).
Operación	Terreros o tepetates (roca estéril)	Residuos mineros.	No	Monitoreo y prevención de generación de drenaje ácido (ARD).	*In situ* Tepetateras autorizadas	NOM-157-SEMARNAT-2009
	Jales o jales	Residuos mineros.	No	Monitoreo ambiental en presa de jales	*In situ* Presa de Jales	NOM-141-SEMARNAT-2003. NOM-157-SEMARNAT-2009
	Químicos y residuos de laboratorio: Copelas y crisoles con Pb, soluciones ácidas y/o alcalinas.	Residuos Peligrosos (RPE)	Sí (C, R, T)	Almacenamiento temporal (no mayor a 6 meses)	Sitios autorizados por PROFEPA para su reciclaje y/o tratamiento.	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento. NOM-052-SEMARNAT-2005.
	Sólidos y materiales impregnados con hidrocarburos, restos de pintura, solventes y reactivos químicos.	Residuos Peligrosos (RPE)	Sí (C, R, T, I)	Almacenamiento temporal (no mayor a 6 meses)	Sitios autorizados por PROFEPA para su confinamiento, reciclaje y/o tratamiento.	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento. NOM-052-SEMARNAT-2005.

Etapa	Identificación	Tipos	Características CRETIB	Manejo	Disposición	Instrumentos de cumplimiento
	Sólidos impregnados con cianuro	Residuos Peligrosos (RPE)	Si (T)	Almacenamiento temporal (no mayor a 6 meses)	Sitios autorizados por PROFEPA	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento. NOM-052-SEMARNAT-2005.
	Punzocortantes, residuos no anatómicos	Residuos Peligrosos Biológicos Infecciosos (RPBI)	SI (B)	Almacenamiento temporal no mayor a 30 días.	Incineración en sitios autorizados por PROFEPA.	NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.
	Totes y/o costales de anti incrustante, espumantes, etc.	Residuos de manejo especial	No	Almacenamiento temporal	Reciclaje	Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Chihuahua. NOM-161-SEMARNAT-2011.
	Residuos electrónicos y tecnológicos (cartuchos de impresora, pantallas, teclados, cables, etc.)	Residuos de manejo especial	No	Almacenamiento temporal	Reciclaje	Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Chihuahua. NOM-161-SEMARNAT-2011.
Cierre y Post-cierre	Residuos orgánicos (restos de alimentos), recipientes y envases de aluminio, plástico y cartón.	Residuos sólido-urbanos (RSU)	No	Segregación en reciclables y no reciclables Almacenamiento temporal	La fracción no reciclable se enviará a relleno sanitario	Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Chihuahua
	Escombros, cascajo, y chatarra.	Manejo especial	No	Almacenamiento temporal	Disposición en sitios autorizados pro SEDUE Chihuahua	Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Chihuahua. NOM-161-SEMARNAT-2011.

Etapa	Identificación	Tipos	Características CRETIB	Manejo	Disposición	Instrumentos de cumplimiento
	Madera y embalajes de plástico y cartón	Residuos de manejo especial	No	Segregación en reciclables y no reciclables Almacenamiento temporal	Reciclaje de cartón, madera y plásticos.	Cumplimiento de Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Chihuahua NOM-161-SEMARNAT-2011.
	Aguas residuales de servicios sanitarios portátiles	Residuos sólido-urbanos (RSU)	No	Almacenamiento temporal	Disposición mediante empresas autorizadas por SEDUE Chihuahua y la Junta Municipal de Aguas de Hidalgo del Parral.	Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Chihuahua. Junta Municipal de Aguas de Hidalgo del Parral, Chihuahua.

Tomando como referencia la información anterior, así como indicadores de residuos se realizó una estimación de la generación de residuos en el Proyecto Cordero a través de indicadores de producción en operaciones mineras.

Tabla II. 32. Volumen de residuos a generar

Residuo	Tipo	Cantidad	Fuente:
Roca estéril (Waste rock)	Residuos mineros (no peligrosos)	612,190,000 toneladas	Estudio de prefactibilidad Considerando un tiempo estimado de 18 años.
Jales	Residuos mineros (no peligrosos)	300,000,00 toneladas	Estudio de prefactibilidad Considerando un tiempo estimado de 18 años.
Residuos peligrosos (RPE)	Residuos con características CRETIB.	1,040 toneladas (1 año) 3,119 toneladas (a 3 años)	Elaboración propia, análisis de indicadores de reportes públicos de sostenibilidad. Tomando como referencia un indicador de $1.04x10^{-02} \pm 7.04x10^{-03}$ Ton/ oz y una base producción anual de 100,000 oz.
Sólidos urbanos	Domésticos, no peligrosos.	329.76 toneladas	Atlas Nacional de Residuos Sólidos Urbanos. SEMARNAT/INECC (2021). https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/693803/125_2022_Atlas_Nacional_Residuos_Solidos.pdf Considerando el promedio de Chihuahua de 0.908 kg/día y tomando en cuenta 995 empleados.
(Lodos, chatarra, maderas, cartón, electrónicos y escombros.	Manejo especial	10,364 toneladas (1 año) 31,093 toneladas (a 3 años)	Elaboración propia, análisis de indicadores de reportes públicos de sostenibilidad. Tomando como referencia un indicador de 104 ± 101 Ton/ oz y una base producción anual de 100,000 oz.

Es importante mencionar que la promovente considera el diseño y construcción de un sitio de disposición final de residuos sólido-urbanos (Landfill) en cumplimiento con la NOM-083-SEMARNAT-2003. Como se observa

en la tabla anterior, se estima una generación diaria de 903.46 kg diarios, con una generación anual de 329.76 toneladas. El sitio de disposición final se categorizará de acuerdo con la norma como tipo D, para una generación y disposición de residuos menor a 10 ton/día.

II.2.6 Generación de gases efecto invernadero.

II.2.6.1 Identificar por etapas del proyecto, en su caso las fuentes generadoras de gases de efecto invernadero.

Se identificaron los siguientes emisiones por etapa de proyecto:

Tabla II. 33. Emisiones analizadas por fase

Etapa	Recurso	Actividad	Tipo de emisión asociada
Fase 1	Diésel Electricidad	Desmonte, despalme, preparación del sitio, voladuras, extracción y acarreo de material, traslado del personal, generación de energía, trituración, beneficio del mineral, campamento, oficinas	CO2, CH_4, N_2O
Fase 2	Diésel Electricidad	Voladuras, extracción y acarreo de material, traslado del personal, generación de energía, trituración, beneficio del mineral, campamento, oficinas	CO2, CH_4, N_2O
Fase 3	Diésel Electricidad	Voladuras, extracción y acarreo de material, traslado del personal, generación de energía, trituración, beneficio del mineral, campamento, oficinas, desmantelamiento, traslado de equipos, residuos, traslado de personal	CO2, CH_4, N_2O

II.2.6.2 Determinación de los gases de efecto invernadero que se generarán durante las diferentes etapas del proyecto, como sea el caso de vapor de agua, C02, CH4, N20, CFC, O3, entre otros.

De acuerdo con el Instituto de Recursos Mundiales (WRI) y el consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sustentable (WBCSD 2005), un inventario de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) es una lista de cuantificación de emisiones de GEI y de las fuentes de emisión correspondientes a una organización determinada. Con base en la definición de un inventario de emisiones de GEI, se tendrá que poner atención en dos tipos de listados:

1. Fuentes de emisiones de GEI directas e indirectas.
2. Cuantificación de dichas emisiones de GEI.

Además, es importante indicar que un inventario de emisiones de GEI, entregable a un usuario (ej. dueño de una organización o la Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental de la SEMARNAT), es un reporte que generalmente cubre un año.

Los gases o compuestos de efecto invernadero a reportar son: el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso, el carbono negro u hollín, gases fluorados, hexafluoruro de azufre, trifluoruro de nitrógeno, éteres halogenados, halocarbonos, mezclas de estos gases y otros gases identificadas por el IPCC y designados por la SEMARNAT.

La promovente, a través de una consultoría de ingeniería (Ausenco) elaboró un inventario de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en el cual se estima el total de toneladas equivalentes de dióxido de carbono (CO_2) el cual se incluye en el Anexo II.16. En la siguiente tabla se representa el resumen de la emisión de GEI total clasificado por etapa

Tabla II. 34. Resumen de emisiones de GEI por etapa por año

Resumen de emisiones de GEI por su vida útil.	
Tipo	**Total (toneladas CO_2e)**
Construcción: Cambio de uso de suelo	
Emisiones de GEI (toneladas CO2e) inferior	41,437
Emisiones de GEI (toneladas CO2e) predeterminado	44,616
Emisiones de GEI (toneladas CO2e) superior	47,796
Construcción: Equipos de movilidad restringida	
Emisiones de GEI (toneladas CO2e) inferior	33,937
Emisiones de GEI (toneladas CO2e) predeterminado	36,316
Emisiones de GEI (toneladas CO2e) superior	43,435
Operación: Consumo de energía eléctrica	
Emisiones de GEI (ton CO2e) inferior	2,055,025
Emisiones de GEI (toneladas CO2e) predeterminado	2,153,932
Emisiones de GEI (toneladas CO2e) superior	2,274,893
Operación: Equipos de movilidad restringida	
Emisiones de GEI (ton CO2e) inferior	1,595,422
Emisiones de GEI (toneladas CO2e) predeterminado	1,707,277
GHG Emissions (ton CO2e) - superior	2,041,928
Operación: Vehículos de transporte	
Emisiones de GEI (ton CO2e) inferior	403,346
Emisiones de GEI (toneladas CO2e) predeterminado	415,798
GHG Emissions (ton CO2e) - superior	432,395
Cierre/postcierre: cambio de uso de suelo	
Emisiones de GEI (ton CO2e) inferior	-3,117
Emisiones de GEI (toneladas CO2e) predeterminado	-3,370
GHG Emissions (ton CO2e) - superior	-3,622
Cierre/postcierre: equipos de movilidad restringida	
Emisiones de GEI (ton CO2e) inferior	7,213
Emisiones de GEI (toneladas CO2e) predeterminado	7,719
GHG Emissions (ton CO2e) - superior	9,232
Cierre/postcierre: consumo de energía eléctrica	
Emisiones de GEI (ton CO2e) inferior	11,439
Emisiones de GEI (toneladas CO2e) predeterminado	11,990
GHG Emissions (ton CO2e) - superior	12,663
Resumen general	
GEI total del Proyecto (ton de CO2e - Inferior	**4,144,701**
Emisiones de GEI (toneladas CO2e) predeterminado	**4,374,278**
GEI total del Proyecto (ton de CO2e - Superior	**4,858,718**

CAPÍTULO III

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

Proyectocordero
Minera Titán

Julio 2023

Great Place To Work. Certified NOV 2022 - NOV 2023 México

ESR Empresa Socialmente Responsable

MUJERES WiM - MÉXICO -

CONTENIDO

III VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES 1
III.1 Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET). 1
III.1.1 Programa de ordenamiento ecológico general del territorio (POEGT). 2
III.1.2 Programa de ordenamiento ecológico regional del territorio del estado de chihuahua. 10
III.1.3 Programas de ordenamiento locales o marítimos 10
III.2 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas. 11
III.2.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP). 11
III.2.2 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) 12
III.2.3 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) 15
III.2.4 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) 16
III.2.5 Sitios Prioritarios Terrestres (SPT) para la Conservación de la Biodiversidad. 17
III.3 Planes o programas de desarrollo. 18
III.3.1 Plan Municipal de Desarrollo de Hidalgo de Parral (2021-2024) 18
III.3.2 Plan Municipal de Desarrollo de Valle de Zaragoza (2021-2024) 19
III.3.3 Plan Estatal de desarrollo de Chihuahua 2022 - 2027 20
III.3.4 Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 21
III.3.5 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020 – 2024 24
III.3.6 Programa Nacional Hídrico 2020 – 2024 25
III.3.7 Programa Hídrico Regional 2021-2024. Región Hidrológico-Administrativa VI Río Bravo. 26
III.3.8 Estrategia Nacional de Cambio Climático 27
III.4 Normas Oficiales Mexicanas 29
III.5 Otros instrumentos nacionales a considerar. 37
III.5.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 37
III.5.2 Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente ("LGEEPA") 39
III.5.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental 43
III.5.4 Ley General de Vida Silvestre 44
III.5.5 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre 45
III.5.6 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 46
III.5.7 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 47
III.5.8 Ley de Aguas Nacionales 50
III.5.9 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales 52
III.5.10 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) 53
III.5.11 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 57
III.5.12 Ley Minera. 60
III.5.13 Reglamento de la Ley Minera 61

III.5.14 Ley General de Cambio Climático 62
III.5.15 Reglamento de Ley General de Cambio Climático 62
III.5.16 Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos 64
III.5.17 Reglamento de la Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos 64
III.5.18 Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y su reglamento. 65
III.5.19 Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del estado de Chihuahua. 66
III.6 Otros instrumentos internacionales a considerar. 67
III.6.1 Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). 68
III.6.2 Sitios Ramsar. 68
III.6.3 Convenio de la Diversidad Biológica. 69
III.6.4 Acuerdo de Escazú. 70
III.6.5 Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo sobre Pueblos Indígenas y Tribales em Países Independientes. 71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III. 1 Descripción de la UAB 110. 3
Tabla III. 2 Características de desarrollo de la UAB 110. 4
Tabla III. 3 Vinculación del proyecto con la UAB 110. 4
Tabla III. 4 Descripción de la UAB 14. 7
Tabla III. 5 Características de desarrollo de la UAB 14. 7
Tabla III. 6 Vinculación de desarrollo de la UAB 14. 7
Tabla III. 7 Decretos y programas de conservación y ANP 11
Tabla III. 8 Características de la RHP 39. 12
Tabla III. 9 Vinculación del proyecto con la Región Hidrológica Prioritaria 13
Tabla III. 10 Vinculación del proyecto con el PMD Mpio. Hidalgo de Parral. 19
Tabla III. 11 Vinculación con el RDU de Hidalgo de Parral. 19
Tabla III. 12 Vinculación del proyecto con el PMD Mpio. Valle de Zaragoza 20
Tabla III. 13 Vinculación del proyecto con el PED de Chihuahua. 21
Tabla III. 14 Objetivos y Metas de Desarrollo Sostenible 2030 del PND 23
Tabla III. 15 Vinculación con los objetivos prioritarios del PROMARNAT 24
Tabla III. 16 Vinculación con los objetivos y estrategias del PNH. 25
Tabla III. 17 Vinculación con los objetivos del PHR 2021-2024 26
Tabla III. 18 Vinculación con las líneas de acción de la Estrategia Nacional de Cambio Climático 28
Tabla III. 19 Vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas en materia de emisiones. 29
Tabla III. 20 Vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas en materia de residuos peligrosos. 31
Tabla III. 21 Vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas en materia de Agua. 32
Tabla III. 22 Vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas en materia de ruido 33
Tabla III. 23 Vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas en materia de suelo 33
Tabla III. 24 Vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas en materia de flora y fauna 34
Tabla III. 25 Vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas en materia de impacto ambiental 35
Tabla III. 26 Vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas conjunta con otras secretarias 35
Tabla III. 27 Vinculación con las Normas de la Secretaría del Trabajo y prevención Social. 36
Tabla III. 28 Vinculación del proyecto con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 37
Tabla III. 29 Vinculación del proyecto con la LGEEPA. 39

Tabla III. 30 Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGEEPA. 43
Tabla III. 31 Vinculación del proyecto con la LGVS. 44
Tabla III. 32 Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGVS. 45
Tabla III. 33 Vinculación del proyecto con la LGDFS 46
Tabla III. 34 Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGDFS 47
Tabla III. 35 Vinculación del proyecto la Ley de Aguas Nacionales 50
Tabla III. 36 Vinculación del proyecto con la LGPGIR. 53
Tabla III. 37 Vinculación con el RLGPGIR. 57
Tabla III. 38 Vinculación del proyecto con la Ley Minera 60
Tabla III. 39 Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley Minera 61
Tabla III. 40 Vinculación con la Ley General de Cambio Climático 62
Tabla III. 41 Vinculación con el Reglamento de la Ley General de Cambio Climático 63
Tabla III. 42 Vinculación con la Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos 64
Tabla III. 43 Vinculación con el Reglamento de la Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos 64
Tabla III. 44 Vinculación con la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y su reglamento 65
Tabla III. 45 Vinculación del proyecto con la LEEPACH. 66
Tabla III. 46 Vinculación del proyecto con el Convenio de la Diversidad Biológica 70
Tabla III. 47 Vinculación con el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo 71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III.1 Unidades Ambientales Biofísicas (UAB). 3
Figura III.2 Ubicación de Áreas Naturales Protegidas respecto al Proyecto. 12
Figura III.3 Región Hidrológica Prioritaria. 15
Figura III.4 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP). 16
Figura III.5 Ubicación de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves respecto al Proyecto. 17
Figura III.6 Ubicación de los sitios priocitarios terrestres para la conservación de la biodiversidad respecto al Proyecto. 18
Figura III.6 Ubicación del Sitio Ramsar respecto al Proyecto. 69

III VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

A continuación, se identifican y analizan los diferentes instrumentos de planeación que ordenan la zona donde se ubica el proyecto "Cordero", para poder detectar los instrumentos jurídicos que son aplicables.

Es importante mencionar que el promovente considera todos los elementos para el desarrollo adecuado ya que todas las actividades que se efectúan son congruentes con el marco regulatorio general, ambiental y se incorpora al marco de gestión existente.

Por otro lado, se hace mención que, en diciembre de 2022, en su etapa de exploración Minera Titán, S.A. de C.V. (Proyecto Exploración Cordero), presentó ante la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) su registro en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental (PNAA) y solicitud de Certificado de Calidad Ambiental con números de trámite 16579 y registro 15815. Tras haber realizado un Diagnóstico ambiental y quedando asentado en el Reporte el cumplimiento del marco legal aplicable y sin No Conformidades abiertas. Esto se puede consultar en el Anexo III.1, donde se presenta oficio PFPA/2.2/1S.5/2487/3023 donde la Autoridad **determina** que el informe de Auditoría Ambiental presentado por MineraTitán, demostró que su desempeño ambiental es conforme con los términos de referencia establecidos en la NMX-AA-162-SCFI-2012 para el Nivel de Desempeño Ambiental 1, por lo que es apta para obtener el Certificado Ambiental correspondiente. La promovente tiene el compromiso de continuar en el PNAA conforme avance en sus diferentes etapas del Proyecto Cordero.

Adicionalmente se hace de conocimiento de la autoridad que se cuenta con un estudio de "licencia social", esta se refiere a la aceptación por parte de la sociedad y las partes interesadas para que una empresa minera desarrolle sus operaciones en un área geográfica socio ecológica bien definida (Nelsen and Scoble, 2006). Para este estudio, se consideraron los niveles de licenciamiento social especificados por Boutilier y Thomson (2011) los cuales se concretan en forma jerárquica; estos niveles son:

a) Legitimidad, b) Credibilidad y, c) Confianza, éste último estado representa la consolidación social del proyecto, ya que los distintos actores involucrados se identifican con el mismo, gracias a una relación de respeto continuo de los aspectos de materialidad de sus asuntos prioritarios. Los niveles jerárquicos pasan por estados de (retención/retiro, aceptación, aprobación e identificación psicológica).

Por lo antes descrito, nos permitimos ofrecer a la autoridad los elementos que sustentan el cumplimiento con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables, para que con fundamento en los artículos 28 y 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), así como en el artículo 9 y 10 fracción I y XI del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (RLGEEPAMEIA) se emita una respuesta de acuerdo a los plazos de prevención y evaluación contenidos en dicha Ley y su Reglamento .

III.1 Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET).

El POET es un instrumento de la política ambiental que se concibe como un proceso de planeación cuyo objetivo es encontrar un patrón de ocupación del territorio que maximice el consenso y minimice el conflicto entre los diferentes sectores sociales y las autoridades en una región. Durante este proceso se generan, instrumentan, evalúan y, en su caso, modifican las políticas ambientales con las que se busca alcanzar un mejor balance entre las actividades productivas y la protección de los recursos naturales a través de la vinculación entre los tres órdenes de gobierno, la participación activa de la sociedad y la transparencia en la gestión ambiental.

El ordenamiento ecológico es una herramienta diseñada para caracterizar y diagnosticar el estado del territorio y sus recursos naturales, plantear escenarios futuros y, a partir de esto, proponer formas para utilizarlos de manera racional y diversificada, con el consenso de la población.

De acuerdo al listado publicado en la página de la SEMARNAT http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D4_R_ORDECOL00_03&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce no se encuentra vigente ningún programa de ordenamiento ecológico regional, local o marino, en el Municipio de Hidalgo del Parral.

En el estado de Chihuahua se cuenta con dos programas de ordenamiento publicados denominados "Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de Chihuahua", así como el "Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de Juárez". Estos fueron decretados en el año del 2019 y 2015 respectivamente.

En noviembre de 2021, a través de un escrito la promovente presentó ante la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología del Estado de Chihuahua la Solicitud del estado que guarda el Ordenamiento Ecológico de Estado Chihuahua así de las regulaciones aplicables en ese mismo tema con respecto al "Proyecto de Exploración Minera Cordero". A la consulta anterior, a través del Oficio DOEIA.IA 3462/2021 con fecha de 25 de noviembre de 2021, emitido por la Dirección de Ecología, Departamento de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental del Estado de Chihuahua, fue notificado a la promovente que: "*a la fecha, el estado de Chihuahua no cuenta con un programa de ordenamiento ecológico publicado en el Periódico Oficial del Estado. En estos momentos la Secretaría está en la fase de formulación del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Chihuahua, mismo que está en elaboración y terminación de la etapa denominada "Propuesta", sin embargo, todavía restan varios pasos, y por ende tiempo de varios meses para llegar a sus término, publicación e inicio de la fase de ejecución*". Esta información se puede consultar en el Anexo correspondiente.

Como se pudo leer en el párrafo anterior, a la fecha de presentación del presente estudio se encuentra en progreso el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Chihuahua, el cual se ha desarrollado tres etapas, Caracterización, Diagnóstico y pronóstico, sin embargo, no existen unidades de gestión ambiental por lo cual no existen criterios para vincular el proyecto con este estudio.

La LGEEPA define cuatro modalidades de ordenamiento ecológico, considerando la competencia de los tres órdenes de gobierno, así como los alcances de acuerdo con el área territorial de aplicación.

III.1.1 Programa de ordenamiento ecológico general del territorio (POEGT).

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. *Es de observancia obligatoria para la Administración Pública Federal (APF)* y tiene el propósito de establecer las bases para que las dependencias y entidades de la APF formulen e instrumenten sus programas sectoriales con base en la aptitud territorial, las tendencias de deterioro de los recursos naturales, los servicios ambientales, los riesgos ocasionados por peligros naturales y la conservación del patrimonio natural. Todo ello, analizado y visualizado como un sistema, en el cual se reconozca que la acción humana tiene que estar armonizada con los procesos naturales.

Con fundamento en el artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPA, última reforma DOF. 31 de octubre de 2014), la propuesta del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización, por lo cual nos permitimos realizar un análisis y vinculación con el proyecto, aunque se entienda que el POEGT es de observancia para la APF.

Regionalización ecológica. La base para la regionalización ecológica, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y

suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas **unidades ambientales biofísicas (UAB)**, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales.

Unidades Ambientales Biofísicas (UAB). Se definen como una unidad espacial que ofrece oportunidades para la identificación, la aplicación de opciones de manejo de los recursos naturales y son una herramienta base para la toma de decisiones durante el proceso de planeación. Estas unidades se derivan de la información biofísica y socioeconómica disponible y su dinámica está dada por las intervenciones humanas en el paisaje (Dumaski y Craswell, 1998).

El área del proyecto se encuentra dentro de las unidades ambientales biofísicas **110 Bolsón de Mapimí Sur y la UAB 14 Sierras y Llanuras de Durango,** como se muestra a continuación.

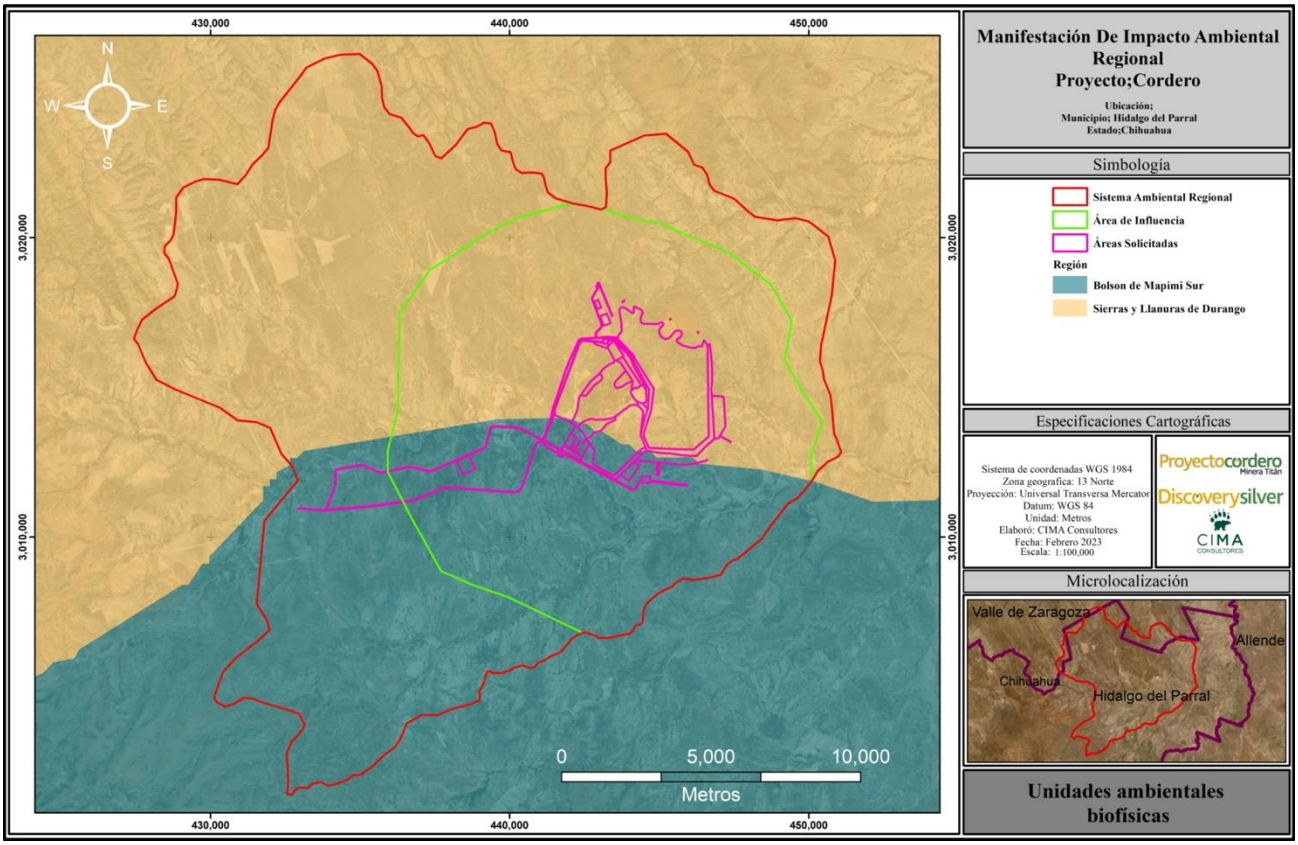


Figura III.1 Unidades Ambientales Biofísicas (UAB).

UAB 110 Bolsón de Mapimí Sur

Tabla III. 1 Descripción de la UAB 110.

110. Bolsón de Mapimí Sur	
Localización	Sureste de Chihuahua, Noreste de Durango, Suroeste de Coahuila
Superficie km^2	36,334 km^2
Población por UAB	1,533,601

Población indígena	Sin presencia
Estado actual del medio ambiente (2008)	Inestable. Conflicto Sectorial Bajo. Baja superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Media degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (Hab/km2): Baja. El uso de suelo es de Otro tipo de vegetación-Agrícola: Sin información. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 38.4. Baja marginación social. Alto índice medio de educación. Medio índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola altamente tecnificada. **Alta importancia de la actividad minera**. Alta importancia de la actividad ganadera.
Escenario al 2030	Crítico a muy crítico
Prioridad de atención	Aprovechamiento sustentable y preservación
Prioridad de atención	Baja

Tabla III. 2 Características de desarrollo de la UAB 110.

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
110	Preservación de Flora y Fauna	Ganadería-**Minería**	Agricultura-Desarrollo Social	Forestal	1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,14,15,15 BIS,31,32,36,37,40,41,42,43,44

Tabla III. 3 Vinculación del proyecto con la UAB 110.

Estrategias. UAB 110		
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		**Vinculación**
A) Preservación	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	1.-Se plantean diversas acciones que contribuyen a la conservación, mismas que se detallan en el presente estudio, entre las cuales destacan el monitoreo anual de biodiversidad y los programas de conservación de suelos, rescate y reubicación de flora y fauna entre otros
	2. Recuperación de especies en riesgo.	2.-Desde el inicio de actividades se implementará un programa de rescate y reubicación de fauna para no afectar las poblaciones locales, aunado a un programa de reproducción en vivero de especies de alto valor para la conservación.
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	3.- Se realizará una continuidad del monitoreo de biodiversidad de forma anual, donde se podrán determinar acciones específicas para la no afectación a la biodiversidad.
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	4.-El proyecto no pretende aprovechar especies de flora, así como tampoco de fauna, puesto que se centra en la explotación de minerales, aunque la superficie del proyecto es extensa, los ecosistemas presentes se encuentran ampliamente distribuidos en toda la región (SAR). Los cambios de uso de suelo solicitados no prevén el aprovechamiento de los arbustos, únicamente trituración y almacenamiento.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	5.- La promovente se limita a realizar las actividades mineras y emplear las áreas impactadas previamente por las áreas agrícolas y pecuarias para el establecimiento de explotación minera y su infraestructura de apoyo.

	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	6.- La promovente se limita a realizar las actividades mineras, sin embargo dentro de los planes sociales se trabajará en mejorar las técnicas de producción de alimentos en comunidades cercanas.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	7.- Con la apertura de las zonas dedicadas a la minería se pretende la remoción de la vegetación por lo cual se implementará un Programa de Manejo y Rescate de Flora y Fauna, con el fin de llevar a cabo las medidas necesarias para rescatar, y en su caso reubicar las especies que se encuentren bajo algún estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la CITES. Todas las plantas removidas serán trituradas y almacenadas en las zonas destinadas a ello. La calidad de las especies del área de estudio no permite un aprovechamiento forestal, ya que no tienen valor en el mercado, únicamente cumplen con una labor ecosistémica. Se prevé la orientación de conservación en un polígono que sea proporcional 1:1 denominado Área de Conservación Cordero (Anexo VI.3), equivalente al área sujeta a cambio de uso de suelo
	8. Valoración de los servicios ambientales.	8.- En la identificación de los impactos se describen aquellos que se verán afectados y a los que se les dará un énfasis especial en reducir, mitigar, atenuar o en su caso eliminar los impactos adversos detectados.
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas	12.- Al llevar a cabo el proyecto se ejecutarán medidas preventivas, de mitigación y compensación con la finalidad de preservar los recursos naturales de la zona.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	13.- No aplica este concepto, debido a que se realizarán únicamente actividades propias de la minería.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	14.- El proyecto cuenta con medidas de protección, reducción y mitigación de impactos que se puedan generar por sus actividades, aunado a esto se cuenta con un plan de cierre el cual se aplicará al finalizar la operación del proyecto. El plan se incluye en el Anexo III.2
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	15.- De acuerdo al Servicio Geológico Mexicano, el proyecto se pretende desarrollar en una zona mineralizada, por lo que a partir de la comprobación de los contenidos de mineral de interés se realizará la explotación de estos.
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	15 bis. – EL Proyecto comprende actividades de explotación y beneficio de minerales, por lo que para el desarrollo de estas la promovente se apegará en todo momento la normatividad y legislación aplicables, buscando en todo momento promover una minería sustentable.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	31.- Este punto como tal, no aplica al proyecto, sin embargo a la fecha se han realizado diversas acciones sociales (se pueden consultar notas periodísticas). Y se desarrollarán programas que coadyuvará con esta tarea, a través de un área de relaciones comunitarias.
	32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	32.-No aplica al proyecto, ya que este solo contempla actividades mineras en zonas rurales alejadas de centros de población.

E) Desarrollo social	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	36.- No aplica al proyecto, ya que este solo contempla actividades mineras, sin embargo, se cuenta con programas sociales de capacitación y apoyo a la tecnificación de actividades rurales, para fortalecer al sector en las zonas cercanas al proyecto. La promovente cuenta desde 2021 con el distintivo de Empresa Socialmente Responsable (ESR) otorgado por el Centro Mexicano para la Filantropía (CEMEFI).
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	37.-La generación de empleos que acarrea el presente proyecto contempla la ocupación de diversos puestos sin distinción de sexo o grupos pertenecientes, dejando abierta la oportunidad de empleo a la población en general, sin embargo, el promovente tiene una estricta política de contratar gente y proveeduría local como primera opción. Así mismo, la promovente desde su etapa de Exploración cuenta con políticas de No discriminación, diversidad e inclusión. Por lo que, al transitar a una siguiente etapa, estas políticas serán observadas y vigiladas consistentemente.
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	40.- No aplica al proyecto en este momento, sin embargo se planean nuevos programas comunitarios donde se puede incluir a población de 70 años y más.
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	41.- Todo el personal que labore directamente para el promovente, asi como su proveeduría deberá estar dado de alta ante el Instituto Mexicano del Seguro Social.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco Jurídico	42. Asegurará la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	42.- La promovente no pude realizar actividades sin previo consentimiento de los propietarios de las tierras, respetando completamente los derechos de la propiedad, con el fin de tener una buena relación entre la empresa y los propietarios.
B) Planeación del ordenamiento territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	43. Actualmente se cuenta con poligonales rectificadas y ordenadas en conjunto con el RAN para lograr una mejor definición de los territorios donde intervendrá el proyecto.
	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	44.- Las actividades que se realicen deberán de tener previo consentimiento para realizarlas según le aplique el caso, respetando las instancias de los 3 órdenes de gobierno u otros que rigen los ordenamientos territoriales. La empresa promovente sigue de cerca los trabajos que se realizan en el gobierno del estado en temas de ordenamiento por medio del clúster minero de Chihuahua A.C..

UAB 14 Sierras y Llanuras de Durango

Tabla III. 4 Descripción de la UAB 14.

14. Sierras y Llanuras de Durango	
Localización	Centro-sur de Chihuahua, centro de Durango y noroeste de Zacatecas
Superficie km^2	43,933.92 km^2
Población por UAB	920,790
Población indígena	Sin presencia
Estado actual del medio ambiente (2008)	Medianamente estable. Conflicto Sectorial Nulo. Muy baja superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (Hab/km2): Muy baja. El uso de suelo es de Otro tipo de vegetación y Agrícola. Con disponibilidad de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 60.5. Baja marginación social. Medio índice medio de educación. Medio índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola con fines comerciales. **Alta importancia de la actividad minera**. Alta importancia de la actividad ganadera.
Escenario al 2030	Inestable
Prioridad de atención	Aprovechamiento sustentable
Prioridad de atención	Muy baja

Tabla III. 5 Características de desarrollo de la UAB 14.

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
14	Ganadería-**Minería**	Agricultura-Poblacional	Forestal	-	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44

Tabla III. 6 Vinculación de desarrollo de la UAB 14.

Estrategias. UAB 14		
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		**Vinculación**
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	4.-El proyecto no pretende aprovechar especies de flora, así como tampoco de fauna, puesto que se centra en la explotación de minerales, aunque la superficie del proyecto es extensa, los ecosistemas presentes se encuentran ampliamente distribuidos en toda la region (SAR).
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	5.- La promovente se limita a realizar las actividades mineras y emplear las áreas impactadas previamente por las áreas agrícolas y pecuarias para el establecimiento de explotación minera y su infraestructura de apoyo.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	6.- La promovente se limita a realizar las actividades mineras, sin embargo dentro de los planes sociales se trabajará en mejorar las técnicas de producción de alimentos en comunidades cercanas.

	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	7.- Con la apertura de las zonas dedicadas a la minería se pretende la remoción de la vegetación por lo cual se implementará un Programa de Manejo y Rescate de Flora y Fauna, con el fin de llevar a cabo las medidas necesarias para rescatar, y en su caso reubicar las especies que se encuentren bajo algún estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la CITES. Todas las plantas removidas serán trituradas y almacenadas en las zonas destinadas a ello. La calidad de las especies del área de estudio no permite un aprovechamiento forestal, ya que no tienen valor en el mercado, únicamente cumplen con una labor ecosistémica. Se prevé la orientación de conservación en un Área de Conservación Cordero, las cuales estarán distribuidas en todo el SAR y estas se irán reportando anualmente, la superficie será acumulativa, cada año se irá ampliando hasta llegar a la misma cantidad de hectáreas con cambio de uso de suelo.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	8.- En la identificación de los impactos se describen aquellos que se verán afectados y a los que se les dará un énfasis especial en reducir, mitigar, atenuar o en su caso eliminar los impactos adversos detectados.
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas	12.- Al llevar a cabo el proyecto se ejecutarán medidas preventivas, de mitigación y compensación con la finalidad de preservar los recursos naturales de la zona.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	13.- No aplica este concepto, debido a que se realizarán actividades propias de la minería.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	14.- El proyecto cuenta con medidas de protección, reducción y mitigación de los impactos, aunado a esto se cuenta con un programa de cierre el cual se aplicará al finalizar la operación del proyecto
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	15.- De acuerdo al Servicio Geológico Mexicano, el proyecto se pretende desarrollar en una zona mineralizada, por lo que a partir de la comprobación de los contenidos de mineral de interés se realizará la explotación de estos.
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	15 bis. - La etapa del proyecto comprende actividades mineras de explotación y beneficio de minerales, por lo que para el desarrollo de estas la promovente se apegará en todo momento la normatividad y legislación aplicables, buscando en todo momento promover una minería sustentable.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
A) Suelo Urbano y Vivienda	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	24.- No existen localidades en el sistema ambiental, sin embargo en un futuro se pueden llegar a implementar este tipo de acciones.
B) Zonas de Riesgo y Prevención de Contingencias	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil. 26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.	25.- Se contará con cuadrillas contra incendio y respuesta a emergencias, los cuales mantendrán coordinación con protección civil municipal. 26.- Todos los diseños de la mina están elaborados con los más altos estándares de protección de los empleados, aunado a ello se realizarán labores de medición de riesgos, se contará con un plan de contingencias y un programa para la prevención de accidentes.

C) **Agua y Saneamiento**	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región. 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	27.- No aplica este concepto por el momento. 28.- La promovente hará el uso adecuado del recurso hídrico en cada una de las etapas, apegándose a la normatividad que regula la materia. 29.- La promovente hará el uso adecuado del recurso hídrico en cada una de las etapas, existen proyectos alternos a futuro que podrán posicionar a Cordero como uno de los mejores aliados del municipio en cuestión de uso de aguas residuales.
E) **Desarrollo Social**	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza. 34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional. 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Promover la asistencia y permanencia escolar entre la población más pobre. Fomentar el desarrollo de capacidades para el acceso a mejores fuentes de ingreso.	33.- El desarrollo del proyecto contempla la generación de empleos y capacitación de personal local, así como el impulso de la proveeduría local, en busca de una mejora y desarrollo de los servicios en las comunidades cercanas, siempre en coordinación y acorde a los programas establecidos por las administraciones Municipales, Estatales y Federales. 34.- No aplica este concepto. 35.- Todos los empleados del proyecto contaran con seguridad social. 36.- Se trabaja en programas de capacitación y desarrollo de mejoras con los productores locales. 37.-La generación de empleos que acarrea el presente proyecto contempla la ocupación de diversos puestos sin distinción de sexo o grupos pertenecientes, dejando abierta la oportunidad de empleo a la población en general, sin embargo el promovente tiene una estricta política de contratar gente y proveeduría local como primera opción. 38.- Se pretende realizar convenios de colaboración con universidades de la region para contar con personal especializado local en la unidad minera

	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	40.- No aplica al proyecto en este momento, sin embargo se planean nuevos programas comunitarios donde se puede incluir a población de 70 años y más.
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	41.- Todo el personal que labore directamente para el promovente, asi como su proveeduría deberá estar dado de alta ante el Instituto Mexicano del Seguro Social.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco Jurídico	42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	42.- La promovente no pude realizar actividades sin previo consentimiento de los propietarios de las tierras, respetando completamente los derechos de la propiedad, con el fin de tener una buena relación entre la empresa y los propietarios.
B) Planeación del ordenamiento territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	43. Actualmente se cuenta con poligonales rectificadas y ordenadas en conjunto con el RAN para lograr una mejor definición de los territorios donde intervendrá el proyecto.
	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	44.- Las actividades que se realicen deberán de tener previo consentimiento para realizarlas según le aplique el caso, respetando las instancias de los 3 órdenes de gobierno u otros que rigen los ordenamientos territoriales. La empresa promovente sigue de cerca los trabajos que se realizan en el gobierno del estado en temas de ordenamiento por medio del clúster minero de Chihuahua A.C.

Como conclusión se puede afirmar que el Proyecto es compatible con las estrategias y políticas planteadas en el POEGT ya que las disposiciones en las dos UAB mantienen la minería como principal rector del desarrollo y/o coadyuvante de este último. En capítulos posteriores analizaremos a detalle las acciones de prevención, reducción, mitigación y compensación para reafirmar que el proyecto no aportará afectaciones adicionales en gran escala al estado que guardan actualmente las UAB.

III.1.2 Programa de ordenamiento ecológico regional del territorio del estado de Chihuahua.

De acuerdo con el listado publicado en la página de la SEMARNAT (https://www.semarnat.gob.mx/gobmx/ordenamiento.html, Consultado 19 de julio del 2023). El ordenamiento más cercano al estado de Chihuahua es el programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Coahuila.

Se tiene conocimiento de que el Gobierno del estado de Chihuahua se encuentra en la etapa de propuesta del POERT, por lo cual se ingresó información de las concesiones de la promovente por medio de oficio libre (Anexo III.3), a lo cual la autoridad emitió respuesta donde acepta tomar en cuenta la información de Minera Titan para incluirla en la propuesta, además de aclarar que a la fecha no ha sido publicado.

III.1.3 Programas de ordenamiento locales o marítimos

En el Estado de Chihuahua se cuenta con dos ordenamientos locales publicados "Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial de los Municipios de Chihuahua y Juarez". Estos fueron decretados en el año del 2019 y

2015 respectivamente. Debido a la ubicación del municipio de Hidalgo del Parral, no aplican ordenamientos marítimos.

III.2 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.

Tabla III. 7 Decretos y programas de conservación y ANP

Tipo de decreto o programa	Proyecto localizado en el	Decreto o programa más cercana	Distancia (km)
Área Natural Protegida Federal	No	Reserva de la Biosfera Mapimí	158 km al sureste
Área Natural Protegida Estatal	No	Parque estatal Cañón de Fernández en Coahuila	271 km al suroeste
Región terrestre prioritaria RTP	No	Rocahuachi-Nanaruchi	80 km al oeste
Región Hidrológica Prioritaria (RHP)	**Si**	RHP 39 Cuenca Alta del Río Conchos	Dentro
Áreas de Importancia para laConservación de las Aves (AICA)	No	AICA Cuchillas de la zarca, Durango	95 km al sureste
Sitios Ramsar	No	Rio San Pedro -Vado del Meoqui	110 km al norte
Sitios prioritarios Terrestres (SPT)	No	2397 Valle de Zaragoza	12.5 km al noreste
Área destinada voluntariamente a laConservación (ADVC)	No	Ejido Panalachi	171 km al noreste

III.2.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP).

El estado de Chihuahua **No** cuenta con áreas naturales protegidas de carácter estatal o municipal. El área del proyecto **No** se ubica dentro de algún Área Natural Protegida Federal, la más cercana es denominada como Reserva de la Biósfera "Mapimí", que se encuentra al este del SA en la frontera con los estados de Coahuila y Durango, a una distancia aproximada de 158 km lineales, como se puede apreciar a continuación:

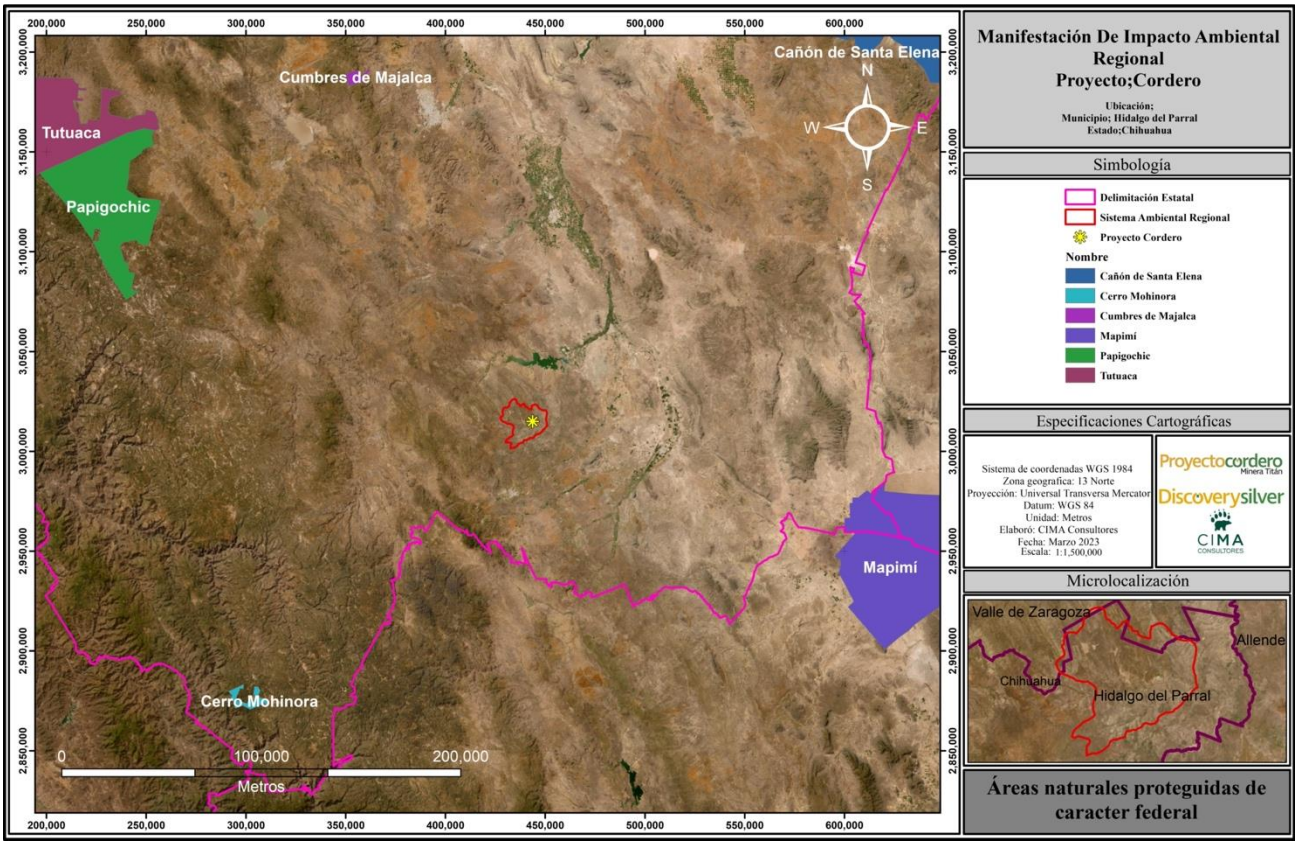


Figura III.2 Ubicación de Áreas Naturales Protegidas respecto al Proyecto.

III.2.2 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).

En mayo de 1998, la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

CONABIO tiene identificadas 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza. Se identificaron también 29 áreas que son importantes biológicamente, pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad.

El SAR del proyecto se encuentra dentro de la **RHP 39 Cuenca Alta del Río Conchos** en la totalidad de su superficie. A continuación, se describe dicha RHP.

Tabla III. 8 Características de la RHP 39.

Factor	Descripción
Estados	Chihuahua y Durango
Extensión	21 139.93 km^2
Polígono	Latitud 28°06'36" - 26°03'36" N Longitud 107°43'48" - 105°15'00" W
Recursos Hídricos Principales	**Lénticos:** Presas La Boquilla, Colina, San Miguel, Francisco I. Madero, Torreoncillos, Talamantes, Parral, Canutillos y San Juan, lagos Chancaplea, Las Arenosas, El Gigante, El Milagro, El Remolino y el Rincón

	Lóticos: Ríos Florido, Conchos, San Pedro, Primero, El Álamo, Chuvíscar, Parral, San Juan, Balleza, Nonoava, Matalotes y de Gallos
Limnología Básica	N/D
Geología/Edafología	Entre las sierras Tarahumara, de Las Pampas, de Los Remedios, Las Vírgenes, El Llano y Los Gigantes. Tipos de suelo Regosol, Feozem, Cambisol, Litosol y Xerosol.
Características Varias	Clima semiseco templado, semiseco semicálido, muy seco semicálido, templado subhúmedo, semifrío subhúmedo. Temperatura media anual 8-18°C. Precipitación total anual 300-1 000 mm. Principales poblados: Chihuahua, Delicias, Hidalgo del Parral, Cd. Camargo Actividad económica principal: acuicultura, ganadería, minería y agricultura Indicadores de calidad de agua: ND
Biodiversidad	Tipos de vegetación: pastizal natural huizachal, matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo, bosques de pino-encino, encino-pino, de encino y vegetación halófila. Fauna característica: de crustáceos *Orconectes (Gremicambarus) virilis y Procambarus (Scapulicambarus) clarkii; de peces Ameiurus melas, Astyanax mexicanus, Campostoma ornatum, Cyprinella lutrensis, Cyprinodon eximius, C. pachycephalus, Dionda episcopa, Gambusia affinis, G. hurtadoi, G. senilis, Etheostoma australe, E. grahami, E. pottsi, Lepisosteus osseus, Lepomis cyanellus, L. marginatus, Moxostoma austrinum, Notropis amabilis, Oncorhynchus chrysogaster, Pylodictis olivaris, Rhinichthys cataractae*. Todas estas especies se encuentran amenazadas, muchas de ellas son indicadoras de aguas limpias. Especies endémicas de peces *Codoma ornata, Cyprinella panarcys, Cyprinodon macrolepis, Gambusia alvarezi, Gila nigrescens, G. pulchra, Notropis braytoni, N. chihuahua, N. jemezanus, Pimephales promelas.*
Aspectos Económicos	Explotación de robalo, truchas, pescado blanco, bagre, carpa, charal y tilapia. Actividad forestal, agropecuaria, minera e industrial (maquiladoras). Existen recursos petroleros.
Problemática	**Modificación del entorno:** desforestación, desecación y sobreexplotación de mantos freáticos. **Contaminación:** cuenca media altamente contaminada por agroquímicos, desechos sólidos y aguas residuales urbanas e industriales. **Uso de recursos:** pesca de especies nativas como el bagre de canal *Ictalurus punctatus*, la lobina negra *Micropterus salmoides* e introducidas como las carpas *Carpiodes carpio* y *Cyprinus carpio*, los charales *Chirostoma aculeatum, C. consocium, C. jordani, C. labarcae*; la sardina molleja *Dorosoma cepedianum*, el pez zebra *Fundulus zebrinus*, el pez sol *Lepomis cyanellus*, la mojarra azul *L. macrochirus*, la mojarra gigante *L. megalotis*, el plateadito *Menidia beryllina*, el robalo blanco *Pomoxis annularis*. La introducción de especies exóticas ha puesto en riesgo a numerosos endemismos.
Conservación	Preocupa la desforestación, la sobreexplotación de recursos hidráulicos y la contaminación industrial y de agroquímicos. Faltan inventarios biológicos, estudios fisicoquímicos del entorno, estudio de los sistemas subterráneos y de dinámica poblacional sensibles a alteraciones del ambiente. Se proponen planes de manejo integrales y compartidos con las cuencas adyacentes.
Grupos e Instituciones	Universidad Autónoma de Chihuahua; Universidad Autónoma de Nuevo León; Bioconservación A.C.

Tabla III. 9 Vinculación del proyecto con la Región Hidrológica Prioritaria

Factor	Descripción	Vinculación
Problemática	**Modificación del entorno:** desforestación, desecación y sobreexplotación de mantos freáticos.	El proyecto presenta vegetación característica del desierto chihuahuense, como se concluye en el estudio, no se ponen en riesgo especies, sin embargo si existirá una afectación por cambio de uso de suelo, sin embargo las medidas propuestas minimizarán esta afectación, aunado a la ejecución del plan de cierre y su monitoreo posterior lograrán restablecer la vegetación nativa de la

		zona, contribuyendo a disminuir sustancialmente los impactos generados por las obras solicitadas
	Contaminación: cuenca media altamente contaminada por agroquímicos, desechos sólidos y aguas residuales urbanas e industriales.	No se utilizarán agroquímicos en ninguna etapa del proyecto, por lo que concierne a los residuos mineros, cada tipo de residuo tendrá su plan de manejo, estos serán tratados de manera adecuada con el fin de que no puedan generar daños ambientales. El proceso de la mina es un circuito cerrado, por lo cual no se generará ningún tipo de descargas.
Conservación	Preocupa la desforestación, la sobreexplotación de recursos hidráulicos y la contaminación industrial y de agroquímicos. Faltan inventarios biológicos, estudios fisicoquímicos del entorno, estudio de los sistemas subterráneos y de dinámica poblacional sensibles a alteraciones del ambiente. Se proponen planes de manejo integrales y compartidos con las cuencas adyacentes.	Las medidas propuestas minimizarán esta afectación, aunado a la ejecución del plan de cierre y su monitoreo posterior lograrán restablecer la vegetación nativa de la zona, contribuyendo a disminuir sustancialmente los impactos generados por las obras solicitadas Se realizarán estudios de flora y fauna dentro del SAR de manera anual para conocer la condición actual y las especies que están presentes, las especies encontradas en linea base y muestreo para MIA-R se encuentran bien representadas en el SAR y más aún dentro de la región hidrológica prioritaria por lo que no se considera exista una disminución en cuanto a su biodiversidad.

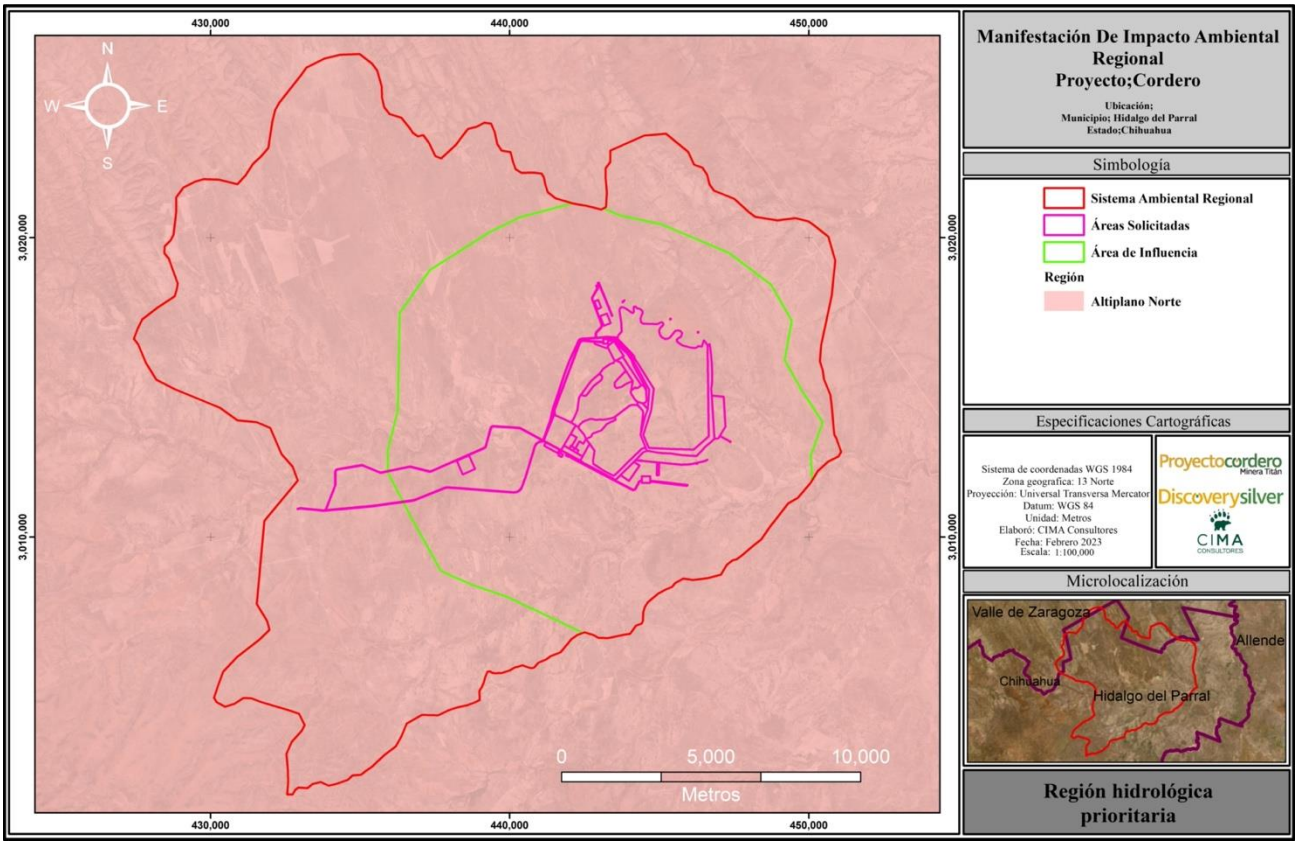


Figura III.3 Región Hidrológica Prioritaria.

III.2.3 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Las RTP corresponden a unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica y una presencia de especies endémicas comparativamente mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación. Esto último implicó necesariamente considerar las tendencias de apropiación del espacio por parte de las actividades productivas de la sociedad a través del análisis del uso del suelo.

Dentro del SA **NO** se encuentra alguna RTP, la más cercana al SA es la denominada "Rocahuachi-Nanaruchi" que se localiza al oeste aproximadamente a 80 km lineales, como se puede apreciar a continuación:

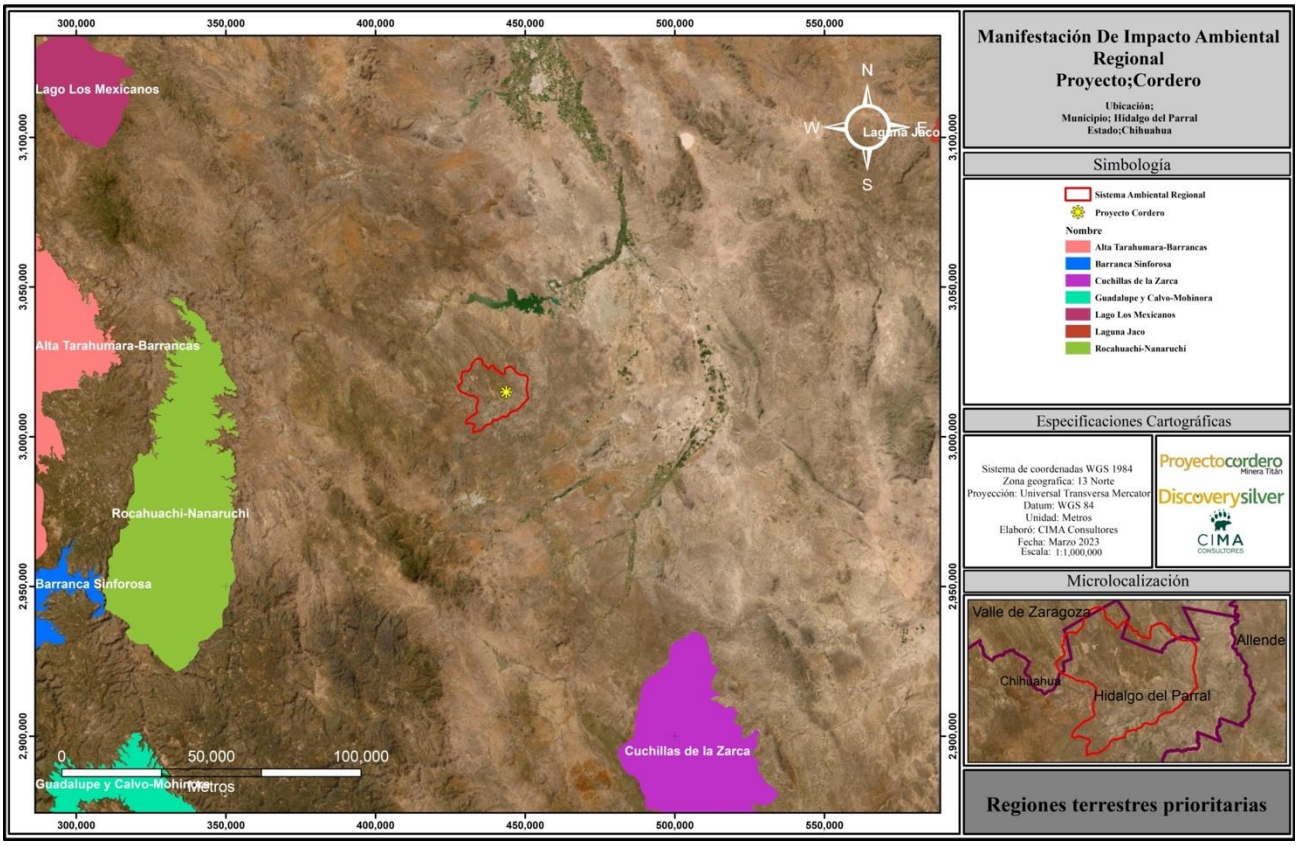


Figura III.4 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

III.2.4 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

Un AICA es un área de importancia internacional para la conservación de aves. Normalmente provee hábitat esencial para una o más especies de aves. Estos sitios pueden tener aves amenazadas, con rango de distribución restringida, las que son representativas de un bioma o concentraciones numerosas de aves en sitios de reproducción, durante su migración, o en sus sitios de hibernación. El estado de Chihuahua cuenta con 16 AICAS, sin embargo, el área del proyecto **NO** se encuentra situada sobre alguna. La más cercana al sistema ambiental, es la denominada Cuchillas de la Zarca que se localiza al sureste aproximadamente a 95 km en línea recta como se puede apreciar en la siguiente figura:

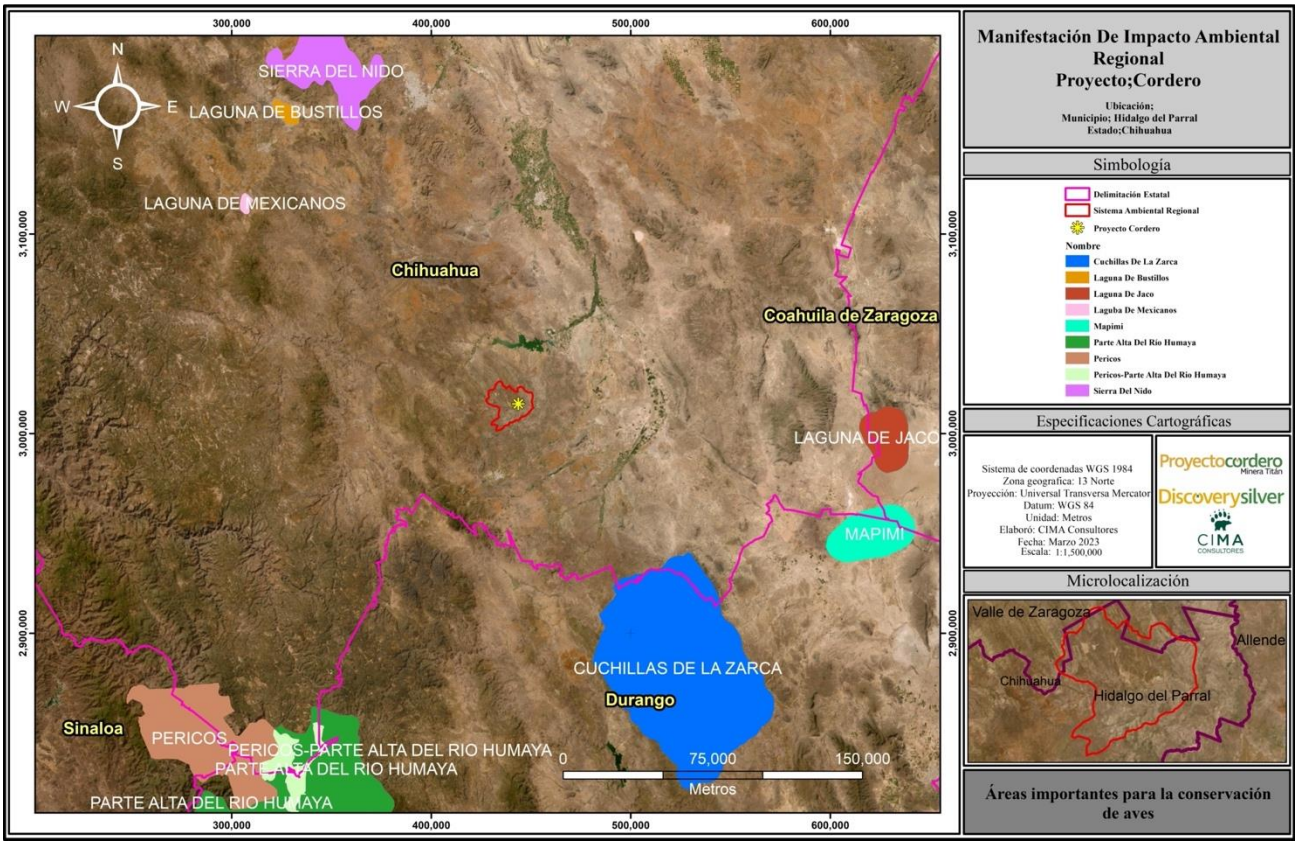


Figura III.5 Ubicación de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves respecto al Proyecto.

III.2.5 Sitios Prioritarios Terrestres (SPT) para la Conservación de la Biodiversidad.

Los sitios prioritarios son aquellos hexágonos que permiten cumplir con las metas de conservación establecidas para los distintos elementos de la biodiversidad seleccionados en la menor área posible y con los valores más bajos del índice de factores de presión y amenaza.

Cercano al proyecto se encuentran dos hexágonos localizados en las áreas rivereñas del Río Conchos a la altura de la localidad de Valle de Zaragoza los cuales están catalogados como zonas de prioridad media de conservación. En el proyecto NO se localiza ningún hexágono de algún sitio prioritario terrestre para la conservación de la biodiversidad.

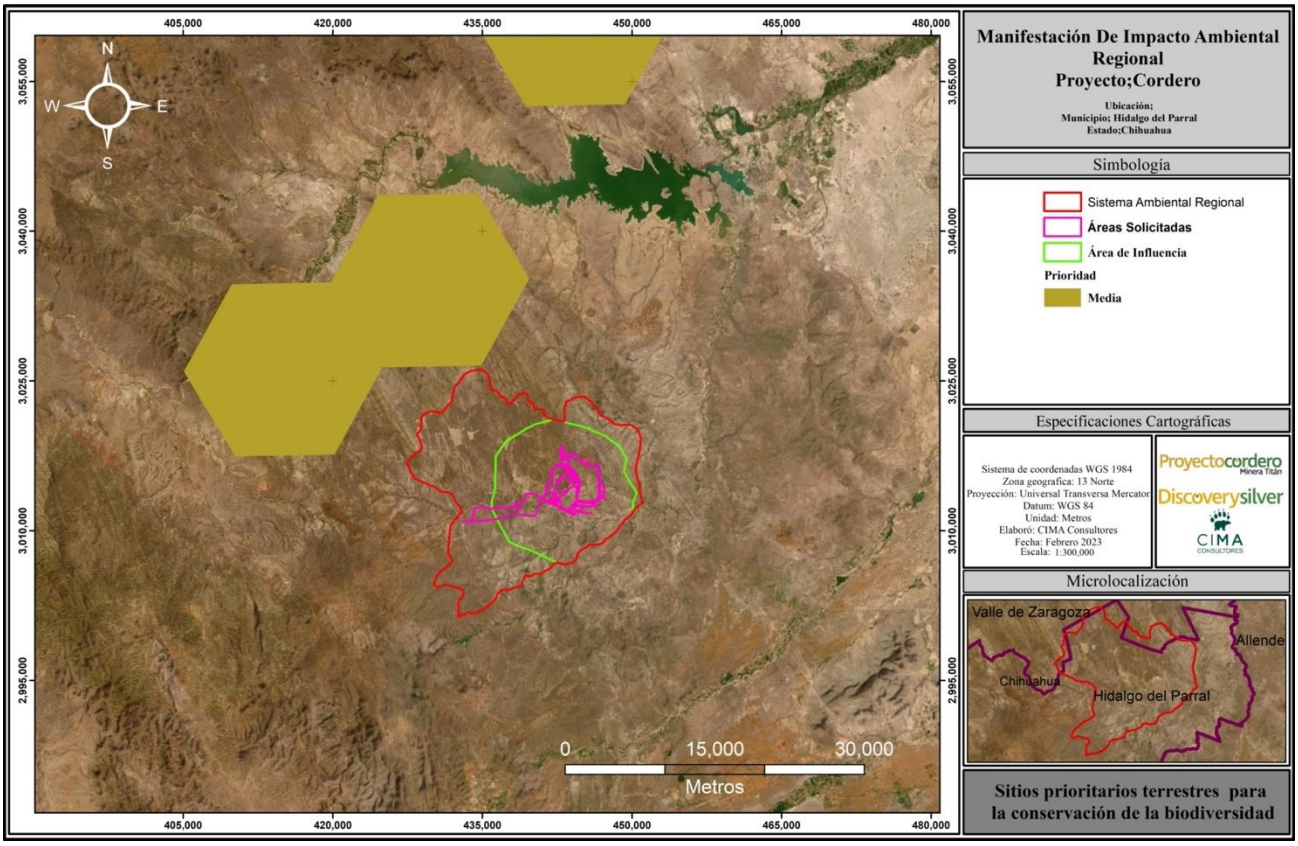


Figura III.6 Ubicación de los sitios priocitarios terrestres para la conservación de la biodiversidad respecto al Proyecto.

III.3 Planes o programas de desarrollo.

III.3.1 Plan Municipal de Desarrollo de Hidalgo de Parral (2021-2024)

El presente Plan Municipal de Desarrollo, es el instrumento Rector de la Administración Municipal, que plasma las bases que dan sustento a las acciones que se realizarán durante la gestión 2021-2024. La Administración Municipal refiere que este es resultado de un trabajo incluyente y participativo, en el que se expresa el compromiso de progreso de la actual administración, pues todos los planteamientos aquí expresados tienen como fin fundamental lograr mejoras en beneficio de la ciudadanía. Se ha procurado que el documento elaborado sea objetivo, apegado a nuestra realidad y que sus planteamientos sean alcanzables. Con la misión de Gobernar el Municipio con políticas y estrategias derivadas de la participación ciudadana con criterio humanista, administración eficiente y transparente, para mejorar la calidad de vida de los habitantes y las condiciones para que sea el mejor lugar para vivir.

Tabla III. 10 Vinculación del proyecto con el PMD Mpio. Hidalgo de Parral.

Plan Municipal de Desarrollo Municipio Hidalgo de Parral			
Eje Estratégico 2	**Estrategia**	**Línea de acción**	**Vinculación con el Proyecto**
Potencializar la economía y el turismo en el municipio	2.1.1 Buscar la reactivación económica de los distintos sectores estratégicos del municipio de Hidalgo del Parral, dando prioridad al comercio, la minería, el turismo, la industria forestal, industria metalmecánica etc.	Concentrar e impulsar el sector minero de la ciudad, a través de la creación de una sociedad con personalidad jurídica que integre al empresariado minero para detonar proyectos de mejoramiento al sector en lo particular y permita un posicionamiento al exterior del municipio.	El proyecto impulsa el desarrollo del Municipio en el sector minero, ya que considera la generación de empleo en la región, así como los aspectos legislativos aplicables para llevar a cabo una minería responsable con el medio ambiente. Además el promovente buscará realizar sinergia con municipio para el desarrollo del sector. Como se ha hecho mención, el promovente dará prioridad a la proveeduría local, por lo cual la generación de empleos directos e indirectos detonará en la histórica region minera de Hidalgo del Parral.

Reglamento de Desarrollo Urbano del Municipio de Hidalgo del Parral.

Tabla III. 11 Vinculación con el RDU de Hidalgo de Parral.

RDU del municipio de Hidalgo del Parral		
Art.	**Descripción**	**Vinculación**
5 fracción III.	Artículo 5. Fracción III. No deberá dañar los bienes patrimoniales del Municipio ni perturbar negativamente el sano equilibrio ecológico local o regional, a juicio de las dependencias federales, estatales y municipales.	El proyecto va a impulsar el desarrollo económico del municipio además de fomentar el desarrollo sustentable como eje principal a partir de la legislación aplicable, impulsando el nivel de vida de sus habitantes y satisfacer la demanda de minerales.
9	Con base en los ordenamientos urbanos se tendrán que respetar las áreas consideradas como reservas en los rubros de áreas de conservación, protección ecológica y preservación del patrimonio histórico, cultural y turístico; priorizando, a las zonas de protección a causes y cuerpos acuíferos, las cuales se encuentran detalladas en el programa y los planes.	El promovente se apegará a los establecido en el programa de desarrollo urbano del municipio de Hidalgo de Parral, además de la normatividad ambiental vigente.

III.3.2 Plan Municipal de Desarrollo de Valle de Zaragoza (2021-2024)

El Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 se inspira en principios políticos de democracia, justicia social y la búsqueda del bien común.

El Plan Municipal de Desarrollo de Valle de Zaragoza, instrumento donde se plasman las bases mismas que dan sustento a las acciones que se llevarán a cabo durante la gestión 2021-2024, la Administración municipal señala que, dicho plan es resultado de trabajo participativo e incluyente, representa compromiso y sus planteamientos tienen el fin de alcanzar mejoras en beneficio de los ciudadanos, a partir de seis ejes, permitiendo al municipio el fortalecimiento de las capacidades, con el fin de disminuir la vulnerabilidad, erradicar pobreza y generar acciones públicas a favor de la población. Gobernar el Municipio de Valle de Zaragoza con estrategias y políticas resultantes de la participación ciudadana con criterio transparente, humanista y administración eficiente, para mejorar la calidad de vida de los habitantes y propiciar condiciones favorables para que sea el mejor lugar para vivir.

Tabla III. 12 Vinculación del proyecto con el PMD Mpio. Valle de Zaragoza

Plan Municipal de Desarrollo Municipio Valle de Zaragoza			
Eje rector	**Estrategia**	**Línea de acción**	**Vinculación con el Proyecto**
Desarrollo social y humano	3.1.1 Coordinar y concentrar acciones entre los sectores públicos, social y privado, a fin de integrar metas y criterios demográficos en la implementación de el plan municipal de desarrollo y los programas de corto y mediano plazo, con el propósito de fortalecer las acciones encaminadas a combatir la pobreza, con el fin de mejorar la calidad y el bienestar integral de la población.	- Promover la ampliación de cobertura de los programas de combate a la pobreza para todas las familias que se encuentran en condiciones vulnerables. - Impulsar la organización y participación comunitaria en cada una de las acciones que se realizan.	Como parte del compromiso de la empresa con la sociedad durante la ejecución del proyecto, el promovente realizará un programa de desarrollo socioeconómico en la región.

Respecto a ambos planes de desarrollo municipal, se enfocan a la atracción de inversiones para la aceleración de las economías regionales, es por esto, que el proyecto Cordero impulsará sustancialmente ambos municipios con la creación de empleos nuevos y bien remunerados y una inversión total de más de 1,000 millones de dólares americanos.

III.3.3 Plan Estatal de desarrollo de Chihuahua 2022 - 2027

El Plan Estatal de Desarrollo 2022–2027 es la guía que establece las prioridades de gestión gubernamental para orientar el desarrollo en Chihuahua. Además, sustenta las decisiones en materia de gasto e inversión de los recursos públicos y las ordena a largo plazo, con el objetivo de sentar las bases para la erradicación de múltiples desequilibrios y desigualdades.

La minería es una actividad económica del sector secundario representada por la explotación o extracción de los minerales que se han acumulado en el suelo y subsuelo en forma de yacimientos. México es un país de gran actividad minera, especialmente de oro, plata, zinc y cobre.

Para el caso de Chihuahua, y según datos del INEGI, esta actividad económica produce solo el 4.1% del PIB estatal. En términos nacionales, en 2020, se estima que generó 28 mil 680 millones de pesos en la extracción de oro, plata, plomo, cobre y zinc, participando el estado con 10.6% del valor de la producción nacional. Estos productos colocan a Chihuahua en los primeros lugares de volumen de producción minera nacional desde hace más de 10 años, con grandes inversiones de empresas líderes en el ramo.

La actividad minera en el Estado genera impacto importante para el desarrollo social y económico de las comunidades en las que se lleva a cabo. La pequeña minería es la base para la consolidación de los proyectos a gran escala, que son a su vez generadores de empleos e infraestructura en zonas marginadas con pocas alternativas de desarrollo.

Tabla III. 13 Vinculación del proyecto con el PED de Chihuahua.

Eje Dos. Crecientito económico innovador y competitivo.		
Eje estratégico	**Línea de acción de Acción**	**Vinculación con el Proyecto**
Proporcionar apoyos financieros y asesoría técnica y legal a empresarios y concesionarios para el desarrollo regional del sector minero y metalúrgico en el estado.	1. Promocionar y facilitar los apoyos financieros para proyectos mineros y metalúrgicos en el estado. 2. Desarrollar, promocionar y facilitar cursos de capacitación y servicios de asesoramiento a empresarios y concesionarios del sector minero metalúrgico en el estado.	El proyecto se ajusta a este eje ya que el promoverte buscará realizar sinergia con gobierno estatal y municipal para el desarrollo del proyecto de manera eficaz y sustentable.
Promover y fortalecer el desarrollo sustentable del sector minero y metalúrgico en el Estado.	1. Promover las buenas prácticas en materia del proceso minero, protección ambiental y seguridad laboral en las empresas mineras. 2. Promover en el sector minero la implementación de proyectos para la conservación y preservación del medio ambiente.	La promovente solicita a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la autorización en Materia de Impacto Ambiental, misma que en su evaluación realiza consulta a los diferentes órganos gubernamentales de la viabilidad del mismo. El proyecto considera diversas actividades encaminadas a la preservación del ecosistema y una variedad de programas que coadyuvan a aminorar el impacto que puede ocasionar la operación del proyecto.

III.3.4 Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.

El 12 de julio de 2019, se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el PND 2019-2024 y en congruencia con el eje 3 Economía, el 24 de junio de 2020 la SE publicó en el DOF el Programa Sectorial de Economía (PROSECO) 2020-2024, que incluye un diagnóstico de las problemáticas más relevantes del desarrollo económico nacional.

En este sentido y con la finalidad de promover el desarrollo productivo e inclusivo, generar condiciones de certidumbre que estimulen la inversión, y propiciar espacios para la colaboración público-privada encaminados a diseñar proyectos estratégicos de mediano y largo plazo, en el PROSECO se establecieron los siguientes Objetivos prioritarios: 1) Fomentar la innovación y el desarrollo económico de los sectores productivos; 2) Impulsar la competencia en el mercado interno y la mejora regulatoria; 3) Promover la creación y consolidación de las MIPYMES productivas para una mayor inclusión productiva; y 4) Fomentar la diversificación económica para una mayor igualdad entre regiones y sectores.

Economía para el bienestar

El objetivo de la política económica no es producir cifras y estadísticas armoniosas sino generar bienestar para la población. Los macro indicadores son un instrumento de medición, no un fin en sí. Retomaremos el camino del crecimiento con austeridad y sin corrupción, disciplina fiscal, cese del endeudamiento, respeto a las

decisiones autónomas del Banco de México, creación de empleos, fortalecimiento del mercado interno, impulso al agro, a la investigación, la ciencia y la educación.

El Plan Nacional de Desarrollo se divide en los siguientes ejes rectores:

I. Política y Gobierno

II. Política Social

XV. Economía

Proyectos regionales

XV. ECONOMÍA

Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo

Una de las tareas centrales del actual gobierno federal es impulsar la reactivación económica y lograr que la economía vuelva a crecer a tasas aceptables. Para ello se requiere, en primer lugar, del fortalecimiento del mercado interno, lo que se conseguirá con una política de recuperación salarial y una estrategia de creación masiva de empleos productivos, permanentes y bien remunerados.

Hoy en día más de la mitad de la población económicamente activa permanece en el sector informal, la mayor parte con ingresos por debajo de la línea de pobreza y sin prestaciones laborales. Esa situación resulta inaceptable desde cualquier perspectiva ética y perniciosa para cualquier perspectiva económica: para los propios informales, que viven en un entorno que les niega derechos básicos, para los productores, que no pueden colocar sus productos por falta de consumidores, y para el fisco, que no puede considerarlos causantes.

El sector público fomentará la creación de empleos mediante programas sectoriales, Proyectos regionales y obras de infraestructura, pero también facilitando el acceso al crédito a las pequeñas y medianas empresas (que constituyen el 93 por ciento y que general la mayor parte de los empleos) y reduciendo y simplificando los requisitos para la creación de empresas nuevas.

El Gobierno Federal impulsará las modalidades de comercio justo y economía social y solidaria.

Vinculación.- El Plan Nacional de Desarrollo se encuentra directamente vinculado con el desarrollo del presente Proyecto, ya que al igual que su sección tercera de "Económica" comparten parte del mismo objetivo; derivado del desarrollo de las actividades del Proyecto se espera la generación directa de empleos y servicios y por lo tanto la activación económica de la región.

Principios Rectores

Las estrategias y acciones de este Programa están directamente relacionadas con los siguientes principios rectores plasmados en el PND: Honradez y honestidad; No al gobierno rico con pueblo pobre; Al margen de la ley, nada; por encima de la ley, nadie; Economía para el bienestar; El mercado no sustituye al Estado; Por el bien de todos, primero los pobres; No dejar a nadie atrás, no dejar a nadie fuera.

La orientación del FIFOMI consiste fundamentalmente en lograr que la dinámica de la actividad productiva genere bienestar y justicia, y que la creación de riqueza esté acompañada de mecanismos para asegurar que ésta se distribuya a todos los segmentos de la población.

Contribución al PND

Así, el Programa está alineado al PND en el Eje 3 Economía. Las estrategias y acciones planteadas en este Programa permitirán detonar el desarrollo de la minería y su cadena de valor y mejorar el bienestar de las familias mexicanas generando ingresos y posicionando al país como una economía sólida y sustentable en el mediano y largo plazo.

Los Objetivos prioritarios definidos en el Programa están alineados con lo establecido en el PND, en el marco del Eje 3. Economía, en los subtemas siguientes: 1) Detonar el crecimiento y 2) Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo.

Los objetivos prioritarios, las estrategias y las acciones puntuales de este Programa contribuirán al cumplimiento de la Agenda para el Desarrollo Sostenible 2030, auspiciada por la Organización de las Naciones Unidas e integrada por 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), de los cuales el programa se vincula con los siguientes objetivos y metas:

Tabla III. 14 Objetivos y Metas de Desarrollo Sostenible 2030 del PND

Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030	
Objetivos	**Metas**
Objetivo 8: Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.	Meta 8.3 Promover políticas orientadas al desarrollo que apoyen las actividades productivas, la creación de puestos de trabajo decentes, el emprendimiento, la creatividad y la innovación, y fomentar la formalización y el crecimiento de las microempresas y las pequeñas y medianas empresas, entre cosas mediante el acceso a servicios financieros.
Objetivo 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.	Meta 9.3 Aumentar el acceso de las pequeñas industrias y otras empresas, particularmente en los países en desarrollo, a los servicios financieros, incluidos créditos asequibles, y su integración en las cadenas de valor y los mercados.

La minería es un sector estratégico para la economía nacional ya que es uno de los principales proveedores de materias primas para la industria. El sector minero contribuye al desarrollo regional y estatal, generando grandes inversiones, fuentes de empleo y una importante captación de divisas. A través del PND, el Gobierno Federal ha establecido como una de sus prioridades el fortalecimiento y expansión del sector energético. El sector minero como un pilar de la actividad energética nacional juega un papel fundamental en la búsqueda de una mayor competitividad en la materia.

La promovente declara que apoya los ODS, así como las metas desarrolladas para cada uno. En su etapa de exploración se ha enfocado en 9 en los cuales declara haber ejercido un impacto positivo (discoverysilver_2021_esg-report_spanish_v4.pdf). Tal es el caso de:

- Objetivo 3: Ofrecer un lugar de trabajo y ambiente seguro, sano y respetuoso. Cabe señalar que la promovente, en su etapa de exploración obtuvo la distinción como "Gran lugar para trabajar" (*Great place to work*) asi como "Empresa socialmente responsable". El certificado se adjunta en el Anexo III.4.
- Objetivo 5: Lograr igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y niñas. La promovente tiene el objetivo de contar con el 30% de mujeres en la fuerza laboral hacia finales del 2024. Adicionalmente se ha unido a la Red Internacional de Mujeres en la Minería (International Women in Mining).
- Objetivo 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.
- Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. Desde su etapa de exploración, la promovente ha realizado estudios hidrológicos, así como monitoreo de calidad de agua, lo cual se continuará realizando como parte del programa de vigilancia ambiental. Esto se encuentra detallado en la LBA.
- Objetivo 8: Promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y trabajo dingo para todos.
- Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.

- Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
- Objetivo 15: Proteger, restablecer y promover ecosistemas terrestres sostenibles, manejo sostenible de los bosques, combatir la desertificación, detener y revertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad. La promovente continuará monitoreando la flora y fauna estacionalmente cada año a fin de detectar y controlar oportunamente posibles afectaciones a la biodiversidad del sistema ambiental. Este monitoreo lo ha realizado desde su etapa de exploración.
- Objetivo 16: Operar con excelencia e integridad.

III.3.5 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020 – 2024

Publicado el 7 de julio de 2020 en el Diario Oficial de la Federación. En él se manifiesta que es: "*...un instrumento para enunciar los problemas nacionales y enumerar las soluciones en una proyección sexenal*."

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT) contribuirá a los objetivos establecidos por el nuevo gobierno en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) como parte del Segundo Eje de Política Social. Sus Objetivos prioritarios, Estrategias prioritarias y Acciones puntuales están centrados en la búsqueda del bienestar de las personas, todo ello de la mano de la conservación y recuperación del equilibrio ecológico en las distintas regiones del país.

El actuar del Programa se inspira y tiene como base el principio de impulso al *desarrollo sostenible* establecido en el PND, considerado como uno de los factores más importantes para lograr el bienestar de la población.

Tabla III. 15 Vinculación con los objetivos prioritarios del PROMARNAT

Objetivos prioritarios del PROMARNAT	
Objetivos	**Vinculación**
1. Promover la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y su biodiversidad con enfoque territorial y de derechos humanos, considerando las regiones bioculturales, a fin de mantener ecosistemas funcionales que son la base del bienestar de la población.	Como parte de los principios establecidos en las políticas del promovente se desarrolla el objetivo de manera directa, Minera Titan tiene la certificación de Empresa Socialmente Responsable, su misión empresarial es: Entregar valor sostenible a todas las partes interesadas al operar de una manera segura y responsable y tener un impacto positivo en las comunidades locales. Haremos esto aprovechando oportunidades de crecimiento orgánicas y externas al tiempo que mejoramos continuamente nuestros estándares a través del compromiso de operaciones seguras, aprendizaje de los empleados y gestión social y ambiental responsable.
2. Fortalecer la acción climática a fin de transitar hacia una economía baja en carbono y una población, ecosistemas, sistemas productivos e infraestructura estratégica resilientes, con el apoyo de los conocimientos científicos, tradicionales y tecnológicos disponibles.	Proyecto Cordero considerará el uso de equipos propulsados por energía eléctrica, asi como la instalación de equipos fotovoltaicos para el alumbrado en áreas determinadas del proyecto con lo cual se puede llegar a reducir el consumo diésel y así contribuir a la disminución de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). Desde su etapa de exploración, la empresa ha realizado el cálculo total de sus emisiones anualmente, siendo los resultados de conocimiento público en el portal de la promovente: https://discoverysilver.com/sustainability/esg-management/
3. Promover al agua como pilar de bienestar, manejada por instituciones transparentes, confiables, eficientes y eficaces que velen por un medio ambiente sano y donde una sociedad participativa se involucre en su gestión.	Proyecto Cordero estará integrado como un circuito cerrado, donde no existen salidas al sistema de aguas de contacto, aunado a ello la reutilización del agua en los procesos minimizará el volumen de agua que se tiene que reponer, siendo esta únicamente la pérdida por evapotranspiración.

4. Promover un entorno libre de contaminación del agua, el aire y el suelo que contribuya al ejercicio pleno del derecho a un medio ambiente sano.	Como parte de la línea base ambiental (LBA) realizada desde el año 2021 y actualizada constantemente, se tiene datos específicos de valores de referencia antes del proyecto, con las medidas de protección, reducción, mitigación y compensación establecidas en el estudio se busca tener el control absoluto de los impactos, evitando que los parámetros rebasen la normatividad vigente y con ello logrando la vinculación total con este objetivo. Esta LBA establece la calidad del sistema ambiental en el que se encuentra circunscrito el Proyecto Cordero y permitirá evaluar periódicamente sus posibles cambios o permanencia a través de las medidas de mitigación y control propuestas.
5. Fortalecer la gobernanza ambiental a través de la participación ciudadana libre, efectiva, significativa y corresponsable en las decisiones de política pública, asegurando el acceso a la justicia ambiental con enfoque territorial y de derechos humanos y promoviendo la educación y cultura ambiental.	Se ha implementado previo a la solicitud de esta autorización un análisis para medir el licenciamiento social del proyecto, asi como una línea base social (LBS), por lo cual la promovente mantiene a sus partes interesadas como comunidades y gobierno actualizados y enterados de las distintas etapas del proyecto, teniendo como resultado una respuesta muy favorable a la operación. La LBS se incluye en el Anexo III.5

III.3.6 Programa Nacional Hídrico 2020 – 2024

El Programa Nacional Hídrico (PNH) 2020-2024 es un programa especial derivado del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024. El PNH es el resultado de un proceso de consulta que inició con los foros para la construcción del PND, se complementó con 44 foros específicos para el PNH, en adición a 8 foros de consulta para el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Promarnat). El PNH establece 5 objetivos prioritarios para atender la problemática identificada:

Tabla III. 16 Vinculación con los objetivos y estrategias del PNH.

Objetivos prioritarios del PNH		
Objetivos	**Estrategia**	**Vinculación**
1. Garantizar progresivamente los derechos humanos al agua y al saneamiento, especialmente en la población más vulnerable.	Estrategia prioritaria 1.1. Proteger la disponibilidad de agua en cuencas y acuíferos para la implementación del derecho humano al agua.	Como parte de las acciones previas, el promovente ha realizado una revisión de concesiones existentes dentro de los predios particulares donde se inserta el proyecto para verificar que las concesiones se encuentran vigentes y al corriente en sus obligaciones, aunado a esto se ha realizado un estudio detallado de niveles freáticos para garantizar el agua que requiere el proyecto sin afectar a los ranchos particulares y ejidos cercanos.
2. Aprovechar eficientemente el agua para contribuir al desarrollo sostenible de los sectores productivos.	Estrategia prioritaria 1.2. Abatir el rezago en el acceso al agua potable y al saneamiento para elevar el bienestar en los medios rural y periurbano	Se cuenta con un plan de apoyo social para el mejoramiento de infraestructura para las localidades cercanas, aunado a la futura implementación de mejoras a los sistemas de riego agrícolas.

3. Reducir la vulnerabilidad de la población ante inundaciones y sequías, con énfasis en pueblos indígenas y afromexicanos.	Sin vinculación con el proyecto.	
4. Preservar la integralidad del ciclo del agua a fin de garantizar los servicios hidrológicos que brindan cuencas y acuíferos.	Estrategia prioritaria 1.4. Atender los requerimientos de infraestructura hidráulica para hacer frente a las necesidades presentes y futuras.	Se cuenta con un plan de apoyo social para el mejoramiento de infraestructura para las localidades cercanas, aunado a la futura implementación de mejoras a los sistemas de riego agrícolas. Se contempla ofrecer capacitaciones para mejorar el uso del agua.
5. Mejorar las condiciones para la gobernanza del agua a fin de fortalecer la toma de decisiones y combatir la corrupción.	Estrategia prioritaria 5.1. Garantizar el acceso a la información para fortalecer el proceso de planeación y rendición de cuentas.	Los resultados de monitoreos realizados en proyecto cordero serán publicados para conocimiento de autoridades y localidades, con la finalidad de mantener informados a nuestros grupos de interés de las acciones que implementamos.

III.3.7 Programa Hídrico Regional 2021-2024. Región Hidrológico-Administrativa VI Río Bravo.

El marco normativo del sector hídrico contiene los instrumentos legales mediante los cuales se regula el uso y aprovechamiento de las aguas, de propiedad nacional, estatal; así como, de la protección al medio ambiente y demás legislación inherente al aprovechamiento y planeación de los recursos naturales en los dos ámbitos de competencia, su aplicación requiere de una adecuada observancia y apego por parte de las autoridades y usuarios; respectivamente.

ZM Hidalgo del Parral. Se localiza en la UP Conchos, está conformada por los municipios de Hidalgo del Parral, Chih. y San Francisco de Conchos; en esta ZM se concentra el 0.9% del total de la población del RHAVI-RB. El municipio de Hidalgo del Parral cuenta con un potencial de crecimiento en las áreas metalmecánica y automotriz, por lo que se considera a esta ZM como el principal polo de desarrollo económico de la zona sur del estado de Chihuahua

Sobre explotación de acuíferos. De los 102 acuíferos 68 se encuentran en condición de sobreexplotación o déficit de disponibilidad, que equivale al 66%; según los datos publicados en el DOF de fecha 17 de Sept. 2020, donde se aplica la "NOM-011-CONAGUA-2015".

Tabla III. 17 Vinculación con los objetivos del PHR 2021-2024

Programa Hídrico Nacional 2021-2024	
Objetivos	**Vinculación**
Los acuíferos de mayor importancia por el volumen de extracción son los ubicados en Chihuahua: Ascensión, Buenaventura, Cuauhtémoc, Casas Grandes, Janos, Flores Magón-Villa Ahumada, Meoqui-Delicias, Jiménez Camargo, Valle de Juárez, Bocoyna, Carichí-Nonoava y los Juncos.	El acuífero donde se localiza en el proyecto "Valle de Zaragoza" no se considera como de alta importancia, aunque tiene un déficit negativo en su disponibilidad, el proyecto cuenta con agua suficiente para su operación de agua proveniente de laboreo, esto en pago a lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.

Riesgos por efectos de la minería y sectores productivos. La actividad minera, realizada durante siglos en el norte del país ha dejado grandes cantidades de residuos no confinados. Los jales de las minas abandonadas son potencialmente tóxicos, debido su alto potencial de erosión. Particularmente, en zonas áridas y semi-áridas los intensos procesos de erosión representan riesgos para las presas de jales inactivas, ya que se afectan seriamente por erosión hídrica que puede resultar en el colapso de las estructuras.	En el proyecto se tienen localizadas varias obras mineras antiguas, no se tiene presencia de jales antiguos. En el proyecto existen restos de asentamientos mineros antiguos los cuales serán gestionados en cumplimiento de la legislación específica. Todos los residuos serán identificados y manejados de acuerdo con su naturaleza.
III.3 Desarrollo de capacidades técnicas y profesionales. Eje estratégico 5. Contar con balances hídricos e hidrológicos de la RHAVI-RB actualizados y proyecciones de disponibilidad que consideren las condiciones de variabilidad propias de la región bajo el cambio climático.	Los estudios geohidrológicos que se realizan son de conocimiento de CONAGUA, por lo cual el proyecto ya comienza a colaborar con la línea de acción de este eje estratégico "Elaborar estudios de geohidrología para contar con mayor conocimiento de los acuíferos de la cuenca"
Eje estratégico 6. Implementar planes de manejo, recuperación y/o conservación para el mantenimiento de ecosistemas naturales.	El proyecto dará cumplimiento a legislación ambiental aplicable, así como, a las normas internacionales. Se implementarán los planes de manejo, asi como planes de cierre y monitoreo post cierre para asegurar a la sociedad que el proyecto no pondrá en riesgo el medio ambiente ni el entorno que nos rodea.
III.5 Economía y productividad. Eje estratégico.1. Establecer mecanismos para incentivar la productividad del agua en los sectores agrícolas, industriales y energéticos de la cuenca.	El proyecto tiene como una de sus directrices el uso de la menor cantidad de agua posible, por lo cual será un circuito cerrado donde no existirán salidas (descargas) de agua fuera del proyecto, esto se logrará contando con la mejor tecnología existente y recirculando toda el agua dentro de los procesos.
III.6 Cambio climático. Eje estratégico 1. Identificar el grado de vulnerabilidad de la RHAVI-RB frente al cambio climático y establecer medidas de adaptación y mitigación en los usos del agua. Eje estratégico 2. Establecer metas de reducción de gases de efecto invernadero e implementar medidas de reducción progresiva	Una de las líneas de acción es Adquirir, instalar y operar estaciones de radar meteorológico, el proyecto contará con una estación meteorológica, los datos obtenidos serán facilitados a la instancia correspondiente. Adicional a la línea de acción del PHR, el proyecto siempre buscará la reducción de gases de efecto invernadero, implementando las mejores tecnologías para lograr estos objetivos.
III.8 Sustentabilidad hídrica. Eje estratégico 1. Contar con balances hídricos e hidrológicos de la RHAVI-RB actualizados y proyecciones de disponibilidad que consideren las condiciones de variabilidad propias de la región bajo el cambio climático.	La empresa puede participar facilitando la información de monitoreo de los aprovechamientos y estudios de geohidrología en el proyecto con la finalidad de aportar información al sistema de monitoreo del PHR.

III.3.8 Estrategia Nacional de Cambio Climático

El Acuerdo por el que se expide la Estrategia Nacional de Cambio Climático fue publicado en el DOF en fecha 3 de junio de 2013.

En México prevalecen condiciones de alta vulnerabilidad ante el cambio climático. La información sobre los impactos climáticos históricos y las tendencias socio ecológicas y socioeconómicas, aunados a los fenómenos

actuales de industrialización y urbanización, el uso indiscriminado y consecuente deterioro de los recursos naturales, entre otros, representan un problema ambiental, social y económico que se agudizará por los efectos del cambio climático. En ese contexto, la adaptación debe ser un componente central de cualquier esfuerzo de combate al cambio climático. Respecto a la emisión de CO2, México contribuyó en 2011 con el 1.4% de las emisiones globales derivadas principalmente de la quema de combustibles fósiles. De acuerdo con estas cifras, México es el décimo segundo país con mayores emisiones del mundo.

Pese a que podría decirse que nuestra contribución no es significativa, si se compara con la de los grandes emisores, México es un país con responsabilidad global, convencido de que el desarrollo económico puede y debe alcanzarse protegiendo al medio ambiente, por ser éste un bien público del que dependemos todos los países del mundo.

Con base en la LGCC, los principios rectores que sustentan la política nacional de cambio climático y que rigen también el contenido de la ENCC son:

» Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y recursos naturales.

» Corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad.

» Precaución ante la incertidumbre.

» Prevención de los daños al medio ambiente y preservación del equilibrio ecológico.

» Adopción de patrones de producción y consumo sustentables.

» Integralidad y transversalidad, al adoptar un enfoque de coordinación y cooperación entre órdenes de gobierno, así como con los sectores social, público y privado.

» Participación ciudadana efectiva.

» Responsabilidad ambiental.

» Transparencia, acceso a la información y a la justicia.

» Compromiso con la economía y el desarrollo económico sin vulnerar la competitividad frente a los mercados internacionales.

A continuación, presentamos en que elementos el proyecto puede aportar a los Ejes estratégicos y líneas de acción de la ENCC.

Tabla III. 18 Vinculación con las líneas de acción de la Estrategia Nacional de Cambio Climático

Estrategia Nacional de Cambio Climático	
Línea de acción	**Vinculación**
A2. Reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de la infraestructura estratégica y sistemas productivos ante los efectos del cambio climático. **A2.6** Impulsar el uso eficiente y sustentable del recurso hídrico en todas las actividades productivas actualizando periódicamente la disponibilidad total de agua. **A2.12** Incorporar criterios de cambio climático en la planeación y construcción de nueva infraestructura estratégica y productiva.	Se generará información actualizada de disponibilidad y mediciones del acuífero para asegurar la disponibilidad de agua de laboreo, los sistemas utilizados en Proyecto Cordero facilitarán el uso eficiente y sustentable del agua. Se instalarán dispositivos de medición telemétrica con medición en tiempo real para el agua de laboreo. La infraestructura propuesta para Proyecto Cordero incorpora estos criterios en su diseño, logrando con esto ser mucho más eficientes en el uso de los recursos naturales.

A3 Conservar y usar de forma sustentable los ecosistemas y mantener los servicios ambientales que proveen.	
A3.1 Impulsar la gestión territorial integral para la reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático de ecosistemas, considerando el manejo y aprovechamiento sustentable, la protección, la conservación y la restauración; con énfasis en regiones prioritarias y cuencas hidrográficas.	Las medidas de reducción, protección y mitigación propuestas en este documento están enfocadas para lograr un manejo sustentable e integral del proyecto, logrando con esto disminuir nuestra huella y ser mucho más eficientes en la operación.
A3.4 Asegurar la inclusión de vulnerabilidad de ecosistemas, comunidades biológicas y especies prioritarias en los atlas de vulnerabilidad ante el cambio climático.	Los análisis se encuentran dentro del estudio, los resultados indican que el nivel de impacto a los ecosistemas, biodiversidad y sobre todo a las especies prioritarias para la conservación es relativamente bajo.
A3.9 Aumentar la superficie bajo reforestación y restauración de ecosistemas con especies nativas, aptas para las condiciones climáticas regionales.	Se propone contar con un área de conservación de la biodiversidad, con lo cual se compensa una parte de nuestros impactos, se puede asegurar que con la ejecución del plan de cierre, el ecosistema volverá a prestar los servicios ambientales que originalmente se evaluaron con algún nivel de impacto.
A3.11 Garantizar la protección ambiental de los ecosistemas ante proyectos de obra pública y servicios industriales y productivos (mineros, textiles, cementeros, energéticos, agropecuarios, turísticos, entre otros) mediante la incorporación de criterios de cambio climático en instrumentos de planeación, como el impacto ambiental y el ordenamiento ecológico del territorio.	La evaluación de los impactos, medidas de mitigación y los pronósticos de los escenarios con proyecto contempla escenarios derivados del cambio climático

III.4 Normas Oficiales Mexicanas

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las Dependencias de la Administración Pública Federal, que establecen reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) expide las NOM del Sector Ambiental con el fin de establecer las características, y especificaciones, criterios y procedimientos, que permitan proteger y promover el mejoramiento del medio ambiente y los ecosistemas, así como la preservación de los recursos naturales.

Las Normas Oficiales Mexicanas de la SEMARNAT que se relacionan con el desarrollo del proyecto serán consideradas durante todas las etapas del proyecto y se enlistan a continuación:

Tabla III. 19 Vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas en materia de emisiones.

#	Norma Oficial Mexicana	Descripción	Vinculación
En Materia de Emisiones			
1	NOM-021-SSA1-2021.	Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO). valor permisible para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.	La principal fuente de emisión de CO corresponde a la combustión de hidrocarburos empleados en todo tipo de vehículos automotores en las instalaciones. La medidas mitigatorias correspondientes serán ejecutadas mediante los

			planes de mantenimiento de vehículos e instalaciones.
2	NOM-022-SSA1-2019.	Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de azufre (SO2). Valores normados para la concentración de dióxido de azufre (SO2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.	La principal fuente de emisión de SO2 corresponde a las emisiones por la combustión de diésel empleado en todo tipo de vehículos automotores que transitarán en la mina, La medidas mitigatorias correspondientes serán ejecutadas mediante los planes de mantenimiento de vehículos e instalaciones.
3	NOM-023-SSA1-2021.	Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de nitrógeno (NO2). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno (NO2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.	Las principales fuentes de emisiones de NO2 corresponden a las emisiones por voladuras, así como a las emisiones de vehículos automotores de la mina. Se aplicarán medidas de mitigación únicamente si se detecta en los monitoreos que se está excediendo el LMP.
4	NOM-025-SSA1-2021.	Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a las partículas suspendidas PM10 y PM2.5. Valores normados para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.	El monitoreo se llevará a cabo mediante empresas y signatarios acreditados por la EMA y autorizados por PROFEPA. Entre las medidas mitigatorias que se emplearán se encuentra el riego de caminos, control de polvos con supresores, voladuras controladas y límites de velocidad controlados.
5	NOM-035-SEMARNAT-1993	Métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición.	El monitoreo se llevará a cabo mediante empresas y signatarios acreditados por la EMA y autorizados por PROFEPA.
6	NOM-041-SEMARNAT-2015	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	A todo vehículo automotor que use gasolina como combustible se someterá a revisión para conocer si se encuentra dentro de los parámetros marcados por dicha norma, en caso contrario se tomaran las medidas necesarias para mantenerlo dentro de los límites permisibles. Para garantizar que estos no lleguen a los límites máximos permisibles se le darán servicio preventivo y correctivo periódicamente a todos los vehículos para evitar que estén trabajando fuera de norma.
7	NOM-042-SEMARNAT-2003	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.	Los vehículos automotores nuevos y usados que no excedan los 3857 kg que usen gasolina como combustible se someterán a servicios periódicos y se revisarán para conocer si se encuentran dentro de los parámetros marcados por dicha norma, en caso contrario se tomarán las medidas necesarias para mantenerlos dentro de los límites permisibles.

8	NOM-044-SEMARNAT-2006.	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.	Los vehículos a base de diésel serán revisados conforme a la presente NOM, con la finalidad de conocer los contaminantes como óxidos de nitrógeno, PST, opacidad entre otras con la finalidad de mantener dichos agentes dentro del rango permitido. En caso de que estén fuera se tomarán las medidas pertinentes.
9	NOM-045-SEMARNAT-2017	Vehículos en circulación que usan diésel como combustible, límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	La opacidad de humo será medida con la finalidad de mantener los agentes contaminantes dentro del rango permitido. En caso de que estén fuera, se tomarán las medidas pertinentes.
10	NOM-165-SEMARNAT-2013	Que establece la lista de sustancias sujetas a reporte para el registro de emisiones y transferencia de contaminantes.	Una vez que el proyecto se encuentre en operación, se cumplirá con lo estipulado en los registros de emisiones y transferencia de contaminantes (RETC), registro nacional de emisiones (RENE) y por medio de la Cédula de Operación Anual (COA).

Tabla III. 20 Vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas en materia de residuos.

#	Norma Oficial Mexicana	Descripción	Vinculación
En Materia de Residuos Peligrosos			
1	NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Se elaborará un plan de manejo integral de residuos peligrosos, todos los residuos generados serán clasificados y tratados de acuerdo a la Norma, se contratarán empresas especializadas y acreditadas para el manejo de los residuos, se contará con evidencias mediante manifiestos de entrega-recepción, así como manifiestos consolidados respecto de la disposición y tratamiento final de los residuos.
2	NOM-053-SEMARNAT-1993	Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	Se seguirán las especificaciones de dicha norma con la finalidad de determinar los constituyentes que hacen a un residuo toxico.
3	NOM-054-SEMARNAT-1993	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.	Se llevará a cabo el estudio para conocer la incompatibilidad entre 2 o más residuos clasificados como peligrosos, en caso de encontrarse serán separados con el fin de evitar una reacción adversa de acuerdo a lo indicado en la norma, los resultados serán plasmados en el PMIRP que se ingrese a la secretaría para su registro correspondiente.
	NOM-083-SEMARNAT-2003	Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo,	El Proyecto considera un sitio de disposición final de residuos sólido urbanos, el cual estará en

		clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	cumplimiento de esta norma, así mismo incluido en el plan de cierre y post-cierre.
7	NOM-141-SEMARNAT-2003	Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y post operación de presas de jales.	La presa de jales contará con las especificaciones que marca la norma, ha sido diseñada y será construida y operada cumpliendo las especificaciones de norma, todas las especificaciones técnicas se encuentran en el capítulo II y en su apartado de anexos, sin embargo se aclara, que el promovente dará cumplimiento a medidas adicionales a las de la norma que se manejan en legislación internacional. Los jales se analizaron, encontrando que no se consideran un residuo peligroso, sin embargo si son potenciales generadores de drenaje ácido, por lo que se realizarán las medidas necesarias para evitar que haya afectación.
8	NOM-157-SEMARNAT-2009	Que establece los elementos y procedimientos para instrumentar planes de manejo de residuos mineros.	Se efectuarán planes de manejo para los residuos mineros, con el fin de minimizar, reducir, atenuar o eliminar los peligros que estos presentan. En el capítulo II se presenta información técnica de construcción de las tepetateras, cantidades de generación entre otros detalles apegado todo a la norma.
9	NOM-161-SEMARNAT-2011	Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de estos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.	Los planes de manejo estarán diseñados para incluir solo aquellos que cumplen los criterios de selección para ser catalogados como residuos de manejo especial y su posterior administración.

Tabla III. 21 Vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas en materia de Agua.

#	Norma Oficial Mexicana	Descripción	Vinculación
En Materia de Agua			
1	NOM-001-SEMARNAT-2021	Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas.	Aunque en la operación del proyecto no se contempla las descargas de aguas hacia los medios receptores naturales, se realizará su análisis para poder usarla en el mismo proceso y servicios internos de la mina, sin embargo, se hace la aclaración que el proyecto se denomina un circuito cerrado, con cero descargas a cuerpos de agua.
2	NOM-004-CONAGUA-1996	Establece los requisitos que deberán cumplirse durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y el cierre de pozos en general, para la protección de acuíferos.	Para cumplimiento a esta norma se dará atención a los numerales del 6.1 al 6.3 para el agua de laboreo de mina, asi como las especificaciones para su verificación.

3	NOM-011-CONAGUA-2015	Conservación del recurso agua, Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.	Se aplicará lo concerniente a esta norma en cuanto a caudal y disponibilidad de agua superficial que entre al proyecto.
4	NOM-127-SSA1-2021	Establece los límites permisibles de calidad y tratamiento a que debe ser sometida el agua para su potabilización.	Se utilizan como referencia los parámetros de calidad del agua mencionados en las tablas 1 al 6 de esta NOM para efectos del monitoreo de calidad del agua subterránea como parte de los monitoreos que se realizarán. Adicionalmente, se realizará el monitoreo y en su caso, tratamiento del agua que sea utilizada como potable para los servicios de aseo de personal e instalaciones en Campamento y oficinas en el Proyecto.

Tabla III. 22 Vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas en materia de ruido

#	Norma Oficial Mexicana	Descripción	Vinculación
En Materia de Contaminación por Ruido			
1	NOM-081-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Existen procesos que generan condiciones de ruido que pueden ser adversas, sin embargo, se preparan los equipos fijos para sus mantenimientos preventivos y en su caso correctivos para mantenerlos en niveles óptimos. Aquel equipo que presente anomalías será puesto a una revisión minuciosa con el fin de mantener el nivel sonoro por debajo de los límites máximos de emisión de ruido. El monitoreo de ruido se llevará a cabo mediante empresas acreditadas por la EMA y autorizados por PROFEPA.

Tabla III. 23 Vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas en materia de suelo

#	Norma Oficial Mexicana	Descripción	Vinculación
En Materia de Suelo			
1	NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004	Que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por Arsénico, Berilio, Cadmio, Cromo Hexavalente, Mercurio, Níquel, Plomo, Selenio, Talio y Vanadio.	En caso de contaminación de suelo por productos químicos o minerales, se observará la aplicación de esta norma. Es importante señalar, que la LBA incluye resultados de análisis de suelo, encontrando particularmente Pb y Cd de manera natural en suelo. Estos resultados se incluyen en el anexo correspondiente. (Anexo II.14 y Anexo II.15)

2	NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012	Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.	Durante los trabajos en el proyecto, se realizarán acciones de mantenimiento y supervisión en los vehículos, equipo y maquinaria que sean utilizados con la finalidad de prevenir derrames de hidrocarburos en suelo de acuerdo a norma. El cumplimiento estará basado en no rebasar los límites máximos permisibles que establece la presente norma.

Tabla III. 24 Vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas en materia de flora y fauna

#	Norma Oficial Mexicana	Descripción	Vinculación
En Materia de Protección de Flora y Fauna			
1	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.	Se tomarán bajo consideración especial a las especies de flora y fauna que se encuentren sujetas a la presente norma, donde aplican programas de manejo de flora y fauna para mantenerlas distribuidas dentro del ecosistema. En el supuesto de encontrar especies dentro de la NOM, se tomarán las medidas necesarias para salvaguardar a los individuos como rescate y reubicación. Se harán recomendaciones en relación con especies de fauna silvestre amenazadas, para en caso de encontrarse en algún espacio de operación se tomen las medidas necesarias, como es ahuyentamiento o reubicación, en caso necesario y así procurar su conservación. Se presenta en los anexos del capítulo VI los Programas de Rescate y Reubicación de Flora (Anexo VI.1) Silvestre y Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre (Anexo VI.2), adicionalmente se propone un monitoreo anual de biodiversidad para monitorear la no afectación a la flora y fauna aledaña al proyecto.
2	NOM-126-SEMARNAT-2000	Por la que se establecen las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional.	La colecta se hará por medio fotográfico, con el fin de determinar en escritorio la especie y hacer un mejor análisis de la flora y fauna real que se tiene. En ningún momento se efectuarán colectas biológicas para venta o comercialización de especies, inclusive se tiene prohibido y se sancionará los incumplimientos a dichos avisos. En caso de ser necesario se obtendrá un permiso de recolección de germoplasma forestal para la producción de plantas en vivero.

Tabla III. 25 Vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas en materia de impacto ambiental

#	Norma Oficial Mexicana	Descripción	Vinculación
En Materia de Impacto Ambiental			
1	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.	El promovente continuará desarrollando actividades de exploración con el objetivo de cuantificar un incremento de las reservas del yacimiento mineral. La exploración podrá darse en cualquiera de las áreas autorizadas dentro de los polígonos de la MIA, aunado a zonas dentro de las concesiones del promovente con apego a lo que se estipulan las especificaciones de esta norma.

Tabla III. 26 Vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas conjunta con otras secretarias

#	Norma Oficial Mexicana	Descripción	Vinculación
Elaboración Conjunta con otras Secretarías			
2	NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002	Protección ambiental - Salud ambiental - Residuos peligrosos biológico-infecciosos - Clasificación y especificaciones de manejo.	Los residuos serán clasificados según su característica, para los cuales se les da un almacenamiento adecuado, ya sea en porrones, tambos los cuales no están en contacto con el medio ambiente. El tratamiento lo brindará una compañía ajena a la empresa la cual ofrecerá el procedimiento correcto para cada tipo siendo acreditada para realizar las actividades.

Normas de la Secretaría del Trabajo y Prevención Social (STPS).

La seguridad y salud en el trabajo se encuentra regulada por diversos preceptos contenidos en nuestra Constitución Política, la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, la Ley Federal del Trabajo, la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, así como por las normas oficiales mexicanas de la materia, entre otros ordenamientos.

El artículo 123, Apartado "A", fracción XV, de la Ley Suprema dispone que el patrón estará obligado a observar, de acuerdo con la naturaleza de su negociación, los preceptos legales sobre higiene y seguridad en las instalaciones de su establecimiento, y a adoptar las medidas adecuadas para prevenir accidentes en el uso de las máquinas, instrumentos y materiales de trabajo, así como a organizar de tal manera éste, que resulte la mayor garantía para la salud y la vida de los trabajadores.

La Ley Federal del Trabajo, en su artículo 132, fracción XVI, consigna la obligación del patrón de instalar y operar las fábricas, talleres, oficinas, locales y demás lugares en que deban ejecutarse las labores, de acuerdo con las disposiciones establecidas en el reglamento y las normas oficiales mexicanas en materia de seguridad, salud y medio ambiente de trabajo, a efecto de prevenir accidentes y enfermedades laborales, así como de adoptar las medidas preventivas y correctivas que determine la autoridad laboral.

Asimismo, el referido ordenamiento determina, en su fracción XVII, la obligación que tienen los patrones de cumplir el reglamento y las normas oficiales mexicanas en materia de seguridad, salud y medio ambiente de

trabajo, así como de disponer en todo tiempo de los medicamentos y materiales de curación indispensables para prestar oportuna y eficazmente los primeros auxilios.

A continuación, se enlistan aquellas normas aplicables, así como la vinculación con el proyecto.

Tabla III. 27 Vinculación con las Normas de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

Norma Oficial Mexicana	Aspectos regulatorios	Acciones para su atención
Normas de Seguridad		
NOM-002-STPS-2010	Prevención y protección contra incendios.	Se establecerán los requerimientos de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.
NOM-004-STPS-2004	Sistemas y dispositivos de seguridad en maquinaria.	Se establecerán las condiciones de seguridad y los sistemas de protección y dispositivos para prevenir y proteger a los trabajadores contra los riesgos de trabajo que genere la operación y mantenimiento de la maquinaria y equipo.
NOM-005-STPS-2004	Manejo, transporte y almacenamiento de sustancias peligrosas.	Se fijarán las condiciones de seguridad e higiene para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, para prevenir y proteger la salud de los trabajadores y evitar daños al centro de trabajo.
NOM-006-STPS-2014	Manejo y almacenamiento de materiales – Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.	Se llevarán a cabo las condiciones de seguridad y salud en el trabajo que se deberán cumplir en las actividades de operación para evitar riesgos a los trabajadores y daños a las instalaciones por las actividades de manejo y almacenamiento de materiales, mediante el uso de maquinaria o de manera manual.
Normas de Salud		
NOM-011-STPS-2001	Condiciones de Seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.	Se establecerán las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido que, por sus características, niveles y tiempo de acción, sea capaz de alterar la salud de los trabajadores; los niveles máximos y tiempos máximos permisibles de exposición por jornada de trabajo, su correlación y la implementación de un programa de conservación de la audición.
NOM-015-STPS-2001	Condiciones térmicas elevadas o abatidas-Condiciones de seguridad e higiene.	Se instaurarán las condiciones de seguridad e higiene, los niveles y tiempos máximos permisibles de exposición a condiciones térmicas extremas que, por sus características, tipo de actividades, nivel, tiempo y frecuencia de exposición, sean capaces de alterar la salud de los trabajadores.
NOM-024-STPS-2001	Vibraciones - Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.	Se delimitarán los límites máximos permisibles de exposición y las condiciones mínimas de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen vibraciones que, por sus características y tiempo de exposición, sean capaces de alterar la salud de los trabajadores.
NOM-025-STPS-2008	Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.	Disponer los requerimientos de iluminación en las áreas de los centros de trabajo, para que se cuente con la cantidad de iluminación requerida para cada actividad visual, a fin de proveer un ambiente seguro y saludable en la realización de las tareas que desarrollen los trabajadores.
Normas de organización		
NOM-017-STPS-2008	Equipo de protección personal-Selección, uso y	Se pondrán los requisitos mínimos para que se seleccione, adquiera y proporcione a los empleados, el equipo de protección personal correspondiente para protegerlos de

	manejo en los centros de trabajo.	los agentes del medio ambiente de trabajo que puedan dañar su integridad física y su salud.
NOM-018-STPS-2000	Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.	Se identificarán los depósitos, los recipientes o las áreas que contengan sustancias químicas peligrosas.
NOM-019-STPS-2011	Constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene.	Capacitar al personal sobre los requerimientos para la integración, organización, constitución y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en el centro de trabajo.
NOM-021-STPS-1994	Requerimientos y características de los informes de los riesgos de trabajo que ocurran, para integrar las estadísticas.	Implementar los requerimientos y características de informes de los riesgos de trabajo que ocurran, para que las autoridades del trabajo lleven una estadística nacional de los mismos.
NOM-023-STPS-2012	Minas subterráneas y minas a cielo abierto-condiciones de seguridad y salud en el trabajo.	Se establecerán manuales y procedimientos con los requisitos de seguridad y salud en el trabajo para prevenir riesgos a los trabajadores que desarrollarán las actividades de minería a cielo abierto
NOM-026-STPS-2008	Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.	Se identificarán y delimitarán aquellas prohibiciones, obligaciones, precauciones, entre otras con sus respectivos colores y símbolos de seguridad dentro de las áreas de trabajo
NOM-030-STPS-2009	Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo-Funciones y actividades.	Se establecerá un responsable de seguridad y salud en el trabajo para que lleve a cabo las funciones establecidas y descritas en dicha norma.

III.5 Otros instrumentos nacionales a considerar.

III.5.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

A continuación, se transcriben los artículos de la Constitución mexicana que resultan relevantes de conformidad con los fines expuestos al inicio de este capítulo:

Tabla III. 28 Vinculación del proyecto con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS		
Art.	**Descripción**	**Vinculación**
1	*En los Estados Unidos Mexicanos todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en esta Constitución y en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano sea parte, así como de las garantías para su protección, cuyo ejercicio no podrá restringirse ni suspenderse, salvo en los casos y bajo las condiciones que esta Constitución establece.* *Las normas relativas a los derechos humanos se interpretarán de conformidad con esta Constitución y con los tratados internacionales de la materia favoreciendo en todo tiempo a las personas la protección más amplia.*	Por medio del análisis de licenciamiento social (Anexo III.5) Se han identificado, y en la medida de lo posible involucrado a grupos de interés dentro de los dos municipios de injerencia, y del gobierno estatal, entre otros actores como las comunidades del área de influencia, para considerar sus inquietudes y percepciones, tratando de mantener el respeto de los derechos humanos, promoviendo así lo que refiere el artículo de la Constitución.

	Todas las autoridades, en el ámbito de sus competencias, tienen la obligación de promover, respetar, proteger y garantizar los derechos humanos de conformidad con los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad. En consecuencia, el Estado deberá prevenir, investigar, sancionar y reparar las violaciones a los derechos humanos, en los términos que establezca la ley. Queda prohibida toda discriminación motivada por origen étnico o nacional, el género, la edad, las discapacidades, la condición social, las condiciones de salud, la religión, las opiniones, las preferencias sexuales, el estado civil o cualquier otra que atente contra la dignidad humana y tenga por objeto anular o menoscabar los derechos y libertades de las personas.	
2	*La Nación tiene una composición pluricultural sustentada originalmente en sus pueblos indígenas que son aquellos que descienden de poblaciones que habitaban en el territorio actual del país al iniciarse la colonización y que conservan sus propias instituciones sociales, económicas, culturales y políticas, o parte de ellas.* *La conciencia de su identidad indígena deberá ser criterio fundamental para determinar a quiénes se aplican las disposiciones sobre pueblos indígenas.* *Son comunidades integrantes de un pueblo indígena, aquellas que formen una unidad social, económica y cultural, asentadas en un territorio y que reconocen autoridades propias de acuerdo con sus usos y costumbres.* *El derecho de los pueblos indígenas a la libre determinación se ejercerá en un marco constitucional de autonomía que asegure la unidad nacional. El reconocimiento de los pueblos y comunidades indígenas se hará en las constituciones y leyes de las entidades federativas, las que deberán tomar en cuenta, además de los principios generales establecidos en los párrafos anteriores de este artículo, criterios etnolingüísticos y de asentamiento físico.* ***A)*** *Esta Constitución reconoce y garantiza el derecho de los pueblos y las comunidades indígenas a la libre determinación y, en consecuencia, a la autonomía.* ***B)*** *La Federación, las entidades federativas y los Municipios, para promover la igualdad de oportunidades de los indígenas y eliminar cualquier práctica discriminatoria, establecerán las instituciones y determinarán las políticas necesarias para garantizar la vigencia de los derechos de los indígenas y el desarrollo integral de sus pueblos y comunidades, las cuales deberán ser diseñadas y operadas conjuntamente con ellos.* ***C)*** *Esta Constitución reconoce a los pueblos y comunidades afro mexicanas, cualquiera que sea su autodenominación, como parte de la composición pluricultural de la Nación. Tendrán en lo conducente los derechos señalados en los apartados anteriores del presente artículo en los términos que establezcan las*	Como ya se mencionó previamente en ese capítulo, en el área de influencia social del Proyecto, no existen ni pueblos ni comunidades indígenas. Descriptivamente se hace la observación de que no se asienta ninguna comunidad indígena, tampoco hay personas que estén asentadas en un territorio indígena y reconozcan autoridades propias de acuerdo con sus usos y costumbres, lo cual son elementos para considerar la existencia de una Comunidad o pueblo indígena sujeta de derechos colectivos que deban ser tutelados y garantizados por el Estado y respetados por el Promovente. Se anexa respuesta electrónica del COEPI (Comisión Estatal para los Pueblos Indígenas) y plano de ubicación de comunidades urbanas (asentamientos) en la ciudad de Parral. Asimismo, se anexa oficio ingresado al Instituto Nacional de Pueblos Indígenas (INPI) donde se consulta sobre la existencia de registros de territorios y pueblos indígenas o afromexicanos, dentro de los límites de la superficie que comprende el proyecto Cordero. (Anexo III.6)

	leyes, a fin de garantizar su libre determinación, autonomía, desarrollo e inclusión social.	
4.	*Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar. (Diario Oficial de la Federación, 28 de junio de 1999).* *Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la Federación, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines (Párrafo adicionado DOF 08-02-2012).*	La promovente a partir de diversas actividades considera la preservación del ecosistema y una variedad de programas que contribuyen a aminorar el impacto que pueda ocasionar la operación del proyecto. Adicionalmente se tienen impactos positivos de carácter socioeconómicos que ninguna industria genera actualmente en los municipios de influencia del proyecto.
27.	*La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada.* *Corresponde a la Nación el dominio directo de todos los recursos naturales de todos los minerales o substancias que, en vetas, mantos, masas o yacimientos, constituyan depósitos cuya naturaleza sea distinta de los componentes de los terrenos, tales como los minerales de los que se extraigan metales y metaloides utilizados en la industria. (Diario Oficial de la Federación, 20 de enero de 1960).*	La promovente solicita en el presente la autorización en materia de Impacto Ambiental a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), para desarrollar el proyecto dentro del marco legal y ambiental correspondiente, misma que en su evaluación también realiza una consulta a los diferentes órganos gubernamentales de la viabilidad del mismo.

III.5.2 Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente ("LGEEPA")

Las leyes secundarias que reglamentan sobre el Medio Ambiente, son principalmente la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, sus reglamentos, la Ley de Bienes Nacionales y su reglamento y otras que se aplican de manera supletoria.

La LGEEPA fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988, entrando en vigor el 1 de marzo del mismo año. El 13 de diciembre de 1996 se publicaron en el Diario Oficial de la Federación el decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la misma, posteriormente, en el año 2000 y años subsecuentes se realizaron diversas modificaciones menores hasta llegar a la última versión del 11 de abril de 2022 .

Tabla III. 29 Vinculación del proyecto con la LGEEPA.

LGEEPA		
Art.	**Descripción**	**Vinculación**

5	VI.- La regulación y el control de las actividades consideradas como altamente riesgosas, y de la generación, manejo y disposición final de materiales y residuos peligrosos para el ambiente o los ecosistemas, así como para la preservación de los recursos naturales, de conformidad con esta Ley, otros ordenamientos aplicables y sus disposiciones reglamentarias; X.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes; XIV.- La regulación de las actividades relacionadas con la exploración, explotación y beneficio de los minerales, substancias y demás recursos del subsuelo que corresponden a la nación, en lo relativo a los efectos que dichas actividades puedan generar sobre el equilibrio ecológico y el ambiente;	El proyecto contempla la exploración, explotación y beneficio de metales básicos, los cuales se consideran como minerales reservados a la federación. Para el beneficio de minerales se pretende utilizar sustancias catalogadas como altamente riesgosas, así como la elaboración de planes y programas de manejo.
28.	Dicho artículo establece que, la evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: III.- Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las Leyes Minera y Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear. VII. Cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.	La promovente solicita la autorización en materia de impacto ambiental, ya que el proyecto comprende obras de exploración a cielo abierto y sus servicios. Además, la promovente requiere de la remoción de la vegetación forestal del proyecto por lo cual de acuerdo al inciso o) del artículo 5 del reglamento de la presente Ley es necesario contar con la autorización en materia de impacto ambiental, seguido de la autorización de Cambio de Uso de suelo en terrenos Forestales para poder llevar a cabo el mismo.
30.	Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente. Si después de la presentación de una manifestación de impacto ambiental se realizan modificaciones al proyecto de la obra o actividad respectiva, los interesados deberán hacerlas del conocimiento de la Secretaría, a fin de que ésta, en un plazo no mayor de 10 días les notifique si es necesaria la presentación de información adicional para evaluar los efectos al ambiente, que pudiesen	El presente estudio cumple con los lineamientos jurídicos y técnicos previstos para la Evaluación de Impacto Ambiental por lo cual se somete a consideración de la autoridad la MIA-R para obtener la autorización del Proyecto Cordero. Se presenta una MIA-R debido a que el proyecto incluye un conjunto de obras y actividades dentro de una región ecológica específica, además de que incluye impactos acumulativos y sinérgicos que deben ser objeto de su evaluación, también se contemplan actividades altamente riesgosas, de acuerdo con los listados de actividades altamente riesgosas de la SEMARNAT por lo cual la MIA contiene un Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo.

	ocasionar tales modificaciones, en términos de lo dispuesto en esta Ley. Los contenidos del informe preventivo, así como las características y las modalidades de las manifestaciones de impacto ambiental y los estudios de riesgo serán establecidos por el Reglamento de la presente Ley.	
35	Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días. Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables. Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación. Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente en la que podrá: I.- Autorizar la realización de la obra o actividad de que se trate, en los términos solicitados; II.- Autorizar de manera condicionada la obra o actividad de que se trate, a la modificación del proyecto o al establecimiento de medidas adicionales de prevención y mitigación, a fin de que se eviten, atenúen o compensen los impactos ambientales adversos susceptibles de ser producidos en la construcción, operación normal y en caso de accidente. Cuando se trate de autorizaciones condicionadas, la Secretaría señalará los requerimientos que deban observarse en la realización de la obra o actividad prevista, o III.- Negar la autorización solicitada, cuando: a) Se contravenga lo establecido en esta Ley, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones aplicables; b) La obra o actividad de que se trate pueda propiciar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción o cuando se afecte a una de dichas especies, o c) Exista falsedad en la información proporcionada por los promoventes, respecto de los impactos ambientales de la obra o actividad de que se trate.	Es importante destacar que el promovente cumplirá con todas las leyes, normas, reglamentos y demás disposiciones legales, además de lo planteado en el presente documento y en los términos y condicionantes que la autoridad vea a bien requerir, por lo cual solicitamos la respuesta otorgada a nuestra solicitud en los tiempos planteados en nuestra legislación.

	La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en la autorización, en aquellos casos expresamente señalados en el reglamento de la presente Ley, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas. La resolución de la Secretaría sólo se referirá a los aspectos ambientales de las obras y actividades de que se trate.	
79	Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, se considerarán los siguientes criterios: I.- La preservación y conservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y fauna que se encuentran en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción; II.- La continuidad de los procesos evolutivos de las especies de flora y fauna y demás recursos biológicos, destinando áreas representativas de los sistemas ecológicos del país a acciones de preservación e investigación; III.- La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;	El promovente cumplirá con los programas de flora y fauna estipulados en la MIA-R, aunado a realizar un monitoreo de biodiversidad de manera anual, para contar con información actualizada de biodiversidad del SAR con la finalidad de concretar acciones en pro de la conservación.
98	Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios: I. El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas; VI.- La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.	El promovente se compromete a ejecutar el programa de restauración y conservación de suelos, el cual incluye una serie de obras de conservación provenientes de los manuales de la CONAFOR, además de incluir acciones de revegetación con especies de flora, durante la elaboración del cambio de uso de suelo en terrenos forestales se compensará la perdida de suelo que originará el proyecto.
99	Los criterios ecológicos para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán en: XI. Las actividades de extracción de materias del subsuelo; la exploración, explotación, beneficio y aprovechamiento de sustancias minerales; las excavaciones y todas aquellas acciones que alteren la cubierta y suelos forestales.	En los capítulos se demuestra que las acciones de reducción, protección, mitigación y compensación establecidas en la MIA-R permiten cumplir con los criterios establecidos.
101 BIS	En la realización de actividades en zonas áridas, deberán observarse los criterios que para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se establecen en esta Ley y las demás disposiciones que resulten aplicables.	Se prevé en la MIA-R el cumplimiento a todos los criterios establecidos.
108	Para prevenir y controlar los efectos generados en la exploración y explotación de los recursos no renovables en el equilibrio ecológico e integridad de los ecosistemas, la Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas que permitan: I.- El control de la calidad de las aguas y la protección de las que sean utilizadas o sean el resultado de esas actividades, de modo que puedan ser objeto de otros usos;	Se prevé en la MIA-R el cumplimiento a todas las NOM previstas en este capítulo también se contemplarán las futuras adecuaciones o modificaciones a estas.

	II. La protección de los suelos y de la flora y fauna silvestres, de manera que las alteraciones topográficas que generen esas actividades sean oportuna y debidamente tratadas; y III. La adecuada ubicación y formas de los depósitos de desmontes, relaves y escorias de las minas y establecimientos de beneficios de los minerales.	
109	Las normas oficiales mexicanas a que se refiere el artículo anterior serán observadas por los titulares de concesiones, autorizaciones y permisos para el uso, aprovechamiento, exploración, explotación y beneficio de los recursos naturales no renovables.	Se dará cumplimiento a las normas oficiales mexicanas que son aplicables al Proyecto en materia de agua, suelo, flora, fauna y residuos, las cuales fueron descritas.
120	Para evitar la contaminación del agua, quedan sujetos a regulación federal o local: I. Las descargas de origen industrial; II. Las descargas de origen municipal y su mezcla incontrolada con otras descargas; IV. Las descargas de desechos, sustancias o residuos generados en las actividades de extracción de recursos no renovables;	Se implementará un Programa de Monitoreo, que incluye el monitoreo periódico de agua superficial y subterránea, los análisis de calidad serán realizados por una empresa y signatarios acreditados por la EMA y autorizados por PROFEPA. Es importante mencionar que se tiene planes de aprovechar el agua tratada de la ciudad de parral para minimizar el gasto de agua de laboreo, con esto se generaría un nuevo beneficio directo para la ciudad.

III.5.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

Tabla III. 30 Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGEEPA.

Reglamento LGEEPA		
Art.	**Descripción**	**Vinculación**
5.	Quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental, señalando específicamente en su inciso o) el concepto del cambio de uso del suelo y sus excepciones. **K)** INDUSTRIA ELÉCTRICA II. Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución; III. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica. **L)** EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN Y BENEFICIO DE MINERALES Y SUSTANCIAS RESERVADAS A LA FEDERACIÓN **O)** CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:	Se pretende construir una línea de transmisión eléctrica y una subestación como parte del proyecto integral, las obras a que se refieren las fracciones II a III del inciso K No requerirán autorización en materia de impacto ambiental cuando pretendan ubicarse en servicios, industriales. Para la ejecución del proyecto es necesaria la autorización en materia de Impacto Ambiental, puesto que pretende la exploración, explotación y beneficio de minerales reservados a la federación. La promovente requiere de la remoción de la vegetación forestal del proyecto por lo cual es necesario contar con la autorización en materia de impacto ambiental, seguido de la autorización de Cambio de Uso de suelo en terrenos Forestales para poder llevar a cabo el mismo.

8	Quienes hayan iniciado una obra o actividad para prevenir o controlar una situación de emergencia, además de dar el aviso a que se refiere el artículo anterior, deberán presentar, dentro de un plazo de veinte días, un informe de las acciones realizadas y de las medidas de mitigación y compensación que apliquen o pretendan aplicar como consecuencia de la realización de dicha obra o actividad.	El promovente plantea todas las medidas de protección para que no llegue a suceder ningún percance, sin embargo nos damos por enterados de las acciones que se tienen que realizar.
9	Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización. La Información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto. La Secretaría proporcionará a los promoventes guías para facilitar la presentación y entrega de la manifestación de impacto ambiental de acuerdo al tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo. La Secretaría publicará dichas guías en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica.	El presente estudio fue elaborado en seguimiento a la Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional de Enero de 2022
11	Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.	Se presenta la MIA-R debido a que el proyecto corresponde a un conjunto de obras y actividades como lo son el aprovechamiento de minerales de manera superficial, presa de jales y tepetateras (depósitos de residuos mineros), beneficio de minerales, y obras y servicios auxiliares, los cuales, debido a su interacción pudieran llegar a generar acumulación y sinergia.

III.5.4 Ley General de Vida Silvestre

Última reforma actualizada al día 20 de mayo de 2021. El objetivo de la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat, es su conservación mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de modo que simultáneamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, así como incrementar el bienestar de los habitantes del país.

En la formulación y la conducción de la política nacional en materia de vida silvestre se observarán, por parte de las autoridades competentes, los principios establecidos en el artículo 15 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Tabla III. 31 Vinculación del proyecto con la LGVS.

LGVS		
Art.	**Descripción**	**Vinculación**
18	Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento.	En lo que respecta a la vegetación para no comprometer la estructura del ecosistema, se propone principalmente ejecutar el Programa de rescate y reubicación de especies de flora silvestre (Anexo VI.1). Para el caso de la fauna silvestre, se proponen las medidas de protección, ahuyentamiento,

	Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.	rescate y reubicación, con un énfasis especial a las especies de lento desplazamiento.
31	Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características	Se realizará el rescate y reubicación de fauna silvestre durante todas las etapas hasta llegar al cierre, por lo que se ejecutará el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, como medida de protección de la vida silvestre.
58	Entre las especies y poblaciones en riesgo estarán comprendidas las que se identifiquen como: a) En peligro de extinción (…) b) Amenazadas (…) c) Sujetas a Protección Especial (…)	El proyecto se sujeta a las políticas de conservación y las acciones que se deberán de realizar para no afectar, o en su caso, rescatar flora y fauna silvestre ecológica relevante o que se encuentre sujeta a alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
106	Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona que cause daños a la vida silvestre o su hábitat, en contravención de lo establecido en la presente Ley o en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, estará obligada a repararlos en los términos del Código Civil para el Distrito Federal en materia del Fuero Común y para toda la República en materia del Fuero Federal, así como en lo particularmente previsto por la presente Ley y el reglamento. Los propietarios y legítimos poseedores de los predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.	En este estudio se proponen las medidas de mitigación y prevención para el rescate y reubicación de especies de flora con estatus en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y para el caso de la fauna silvestre, se proponen las medidas de protección, ahuyentamiento, rescate y reubicación, con un énfasis especial a las especies de lento desplazamiento.

III.5.5 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre

El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General de Vida Silvestre, este instrumento regulatorio fue publicado en el DOF el 30 de noviembre de 2006 y su última reforma fue publicada el 9 de mayo de 2014.

Tabla III. 32 Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGVS

LGVS		
Art.	**Descripción**	**Vinculación**
78	Las medidas de manejo, control y remediación de ejemplares o poblaciones perjudiciales podrán consistir en cualquiera de las siguientes, de acuerdo al orden de prelación que se indica: III. La reubicación de ejemplares, en cuyo caso se deberá evaluar el hábitat de destino y las condiciones de los ejemplares, en los términos señalados en la Ley y en el presente Reglamento para la liberación;	La reubicación de especies de flora rescatadas se realizará en lugares con características similares a las de su lugar de origen. Para ello se designó un área específica donde serán reubicadas las especies. Para el caso de la fauna silvestre, se proponen las medidas de protección, ahuyentamiento, rescate y reubicación, con un énfasis especial a las especies que se llegaran a presentar en el área del proyecto.

		Además de que dentro del Anexo VI.1 y V.2 se encuentra el programa de rescate de flora y fauna respectivamente de las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o en CITES.

III.5.6 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

La presente Ley es Reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos; así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México. Fue publicada el 25 de Febrero de 2003 en el Diario Oficial de la Federación, y su última reforma fue publicada en el DOF el 28 de abril de 2022

Tabla III. 33 Vinculación del proyecto con la LGDFS

LGDFS		
Art.	**Descripción**	**Vinculación**
33	Son criterios obligatorios de política forestal de carácter económico, los siguientes: XV. La realización de las obras o actividades públicas o privadas que por ellas mismas puedan provocar deterioro de los recursos forestales, debe incluir acciones equivalentes de regeneración, restauración y restablecimiento de los mismos, y	Se presentará un estudio técnico justificativo para cambio de uso de suelo en terrenos forestales para obtener la autorización, en el cual se desarrollarán las justificaciones pertinentes para restaurar y restablecer los recursos forestales que se pudieran ver afectados por la actividad minera.
55	Las solicitudes para obtener las autorizaciones, avisos, informes y otros documentos señalados en esta Ley, podrán presentarse en la Secretaría mediante el uso de la tecnología de la información con que cuenten para ese fin. La presentación de avisos y autorizaciones deberán acompañarse del comprobante de pago de derechos respectivo, de conformidad con las disposiciones aplicables. El Reglamento establecerá los requisitos que deban cumplirse para la presentación de las solicitudes para la obtención de autorizaciones, avisos, informes y otros documentos previstos en esta Ley, así como los procedimientos que deban desahogarse y el contenido de las resoluciones o constancias que deban emitirse.	Se realizarán los trámites correspondientes para el CUSTF de acuerdo a las leyes vigentes aplicables
93	La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, 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 se mitiguen	Se someterá a la Secretaría el cambio de uso de suelo en terrenos forestales cuando se requiera. **Para no comprometer la biodiversidad:** Se propone principalmente ejecutar el Programa de rescate y reubicación de especies de flora silvestre. Para la fauna se ejecutará el Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre enfocado en las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

	en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal. En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate. La Secretaría podrá emitir criterios y lineamientos en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en el ámbito de sus atribuciones y de conformidad con lo establecido en esta Ley y su Reglamento. Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables. Tratándose de terrenos ubicados en territorios indígenas, la autorización de cambio de uso de suelo además deberá acompañarse de medidas de consulta previa, libre, informada, culturalmente adecuada y de buena fe, en los términos de la legislación aplicable. Para ello, la Secretaría se coordinará con el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas	**Para mitigar la erosión del suelo**: Con la remoción de la vegetación (CUSTF) se propone principalmente implementar distintas obras de conservación las cuales son, presas filtrantes de piedra acomodada, barreras de piedra acomodada a curvas de nivel y terrazas individuales. Se agrega anexo del programa de obras para la conservación del suelo. **Para mitigar el deterioro de la calidad y disminución de la captación del agua:** Con la remoción de la vegetación (CUSTF) se generará una pérdida de escurrimiento e infiltración; sin embargo, se propondrá un programa de obras para la conservación del suelo, con lo cual se va a mitigar este impacto. Se realizará el Pago al Fondo Forestal Mexicano por motivo de Compensación Ambiental por Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales, que tiene como propósito llevar a cabo acciones de restauración de suelos, reforestación y mantenimiento de los ecosistemas forestales deteriorados. En el SAR no existen localidades o comunidades consideradas en clasificación del COEPI; también se preguntó al INPI sobre la existencia de registros de territorios y pueblos indígenas o afromexicanos, dentro de los límites de la superficie que comprende el proyecto Cordero (Anexo III.6).

III.5.7 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y de sus recursos, así como su conservación, protección y restauración. Este fue publicado en el DOF el 21 de Febrero de 2005 y su última reforma fue publicada en el DOF el 09 de diciembre de 2020.

Tabla III. 34 Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGDFS

LGVS		
Art.	**Descripción**	**Vinculación**
82	La colecta de Recursos biológicos forestales requiere de un aviso ante la Secretaría en los casos siguientes: I. La colecta de Germoplasma forestal para Reforestación y Forestación con fines de conservación o restauración.	En caso de ser necesario durante la vida del proyecto se solicitará la recolección de germoplasma forestal con la finalidad de producir planta en el vivero y realizar actividades de reforestación y forestación.
138	Los Terrenos forestales seguirán considerándose como tales, aunque pierdan su cubierta forestal por acciones ilícitas, Plagas, Enfermedades, Incendios, deslaves, huracanes o cualquier otra causa.	Dentro de las superficies solicitadas se cuenta con caminos de acceso y planillas de barrenación autorizados para la etapa de exploración, estas superficies serán cuantificadas a las áreas que

		tienen vegetación forestal para hacer los pagos de compensación correspondientes.
139	Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría, el cual deberá contener, por lo menos, lo siguiente: I. Nombre o denominación o razón social, así como domicilio, número telefónico y correo electrónico del solicitante; II. Lugar y fecha; III. Datos de ubicación del predio o Conjunto de predios, y IV. Superficie forestal solicitada para el Cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar identificada conforme a la Clasificación del Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.	Cuando asi se requiera se presentará el estudio, el cual estará basado en la Guía para la Elaboración de Estudios Técnicos Justificativos emitida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
141	Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener, por lo menos, lo siguiente: I. Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno; II. Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el Cambio de uso del suelo en los Terrenos forestales, precisando su localización geográfica en los planos del predio correspondiente, los cuales estarán georeferenciados y expresados en coordenadas UTM; III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la Cuenca hidrográfica, subcuenca y microcuenca, donde se encuentra ubicada la superficie solicitada incluyendo clima, tipos de suelo, topografía, hidrografía, geología y la composición y estructura florística por tipos de vegetación y composición de grupos faunísticos; IV. Descripción de las condiciones del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales, que incluya clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna; V. Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica, que permita determinar el grado de afectación por el Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales; VI. Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la Vegetación forestal; VII. Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las Materias primas forestales derivadas del Cambio de uso del suelo; VIII. Plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo; IX. Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el Cambio de uso de suelo; X. Medidas de prevención y mitigación por la afectación sobre los Recursos	Posterior a la evaluación de la MIA-R se ingresará ante la SEMARNAT el estudio técnico justificativo considerando todos los puntos establecidos en este artículo. El Proyecto considera los siguientes programas para cumplir con el presente artículo. - Programa de Rescate y Reubicación de Flora silvestre; - Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna silvestre; - Programa de Restauración y Conservación del Suelo. - Monitoreo anual de biodiversidad. También se afirma que todas las medidas establecidas por la Secretaría serán cumplidas por el promovente.

	forestales, el suelo, el agua, la flora y fauna silvestres aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del Cambio de uso de suelo; XI. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto; XII. Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo se mantenga; XIII. Datos de inscripción en el Registro del Prestador de Servicios forestales que haya elaborado el estudio, y del que estará a cargo de la ejecución del Cambio de uso de suelo; XIV. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables, y XV. Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas. La propuesta de programa a que se refiere la fracción IX del presente artículo deberá incluir el nombre de las especies a rescatar, la densidad de plantación, el Plano georeferenciado del sitio donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de Cambio de uso de suelo, así como las acciones que aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies, los periodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento. Para efectos de lo previsto en la fracción XIV del presente artículo, los interesados identificarán los criterios de los programas de ordenamiento ecológico que emitan las autoridades competentes de los tres órdenes de gobierno, atendiendo al uso que se pretende dar al Terreno forestal.	
144	La Secretaría o la ASEA determinarán el monto económico de Compensación ambiental correspondiente, de conformidad con lo establecido en el artículo 152 de este Reglamento y notificará al solicitante para que realice el Depósito respectivo ante el Fondo, en un plazo que no exceda de treinta días hábiles siguientes a que surta efectos dicha notificación. Una vez que el solicitante haya comprobado que realizó el Depósito a que se refiere el párrafo anterior, mediante copia simple de la ficha de depósito o del comprobante de transferencia electrónica, la Secretaría o la ASEA, expedirán la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales dentro de los diez días hábiles siguientes. Transcurrido este plazo sin que se expida la autorización, esta se entenderá concedida. La solicitud de autorización será negada en caso de que el interesado no acredite ante la Secretaría o la ASEA haber realizado el Depósito en los términos previstos en el presente artículo.	El promovente, una vez emitido el oficio de pago correspondiente, depositará el pago de compensación al fondo forestal mexicano en los plazos estipulados por la secretaría.
145	La autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales amparará el aprovechamiento de las Materias primas forestales derivadas y, para su transporte, se deberá acreditar la legal procedencia con las remisiones forestales respectivas, de conformidad con lo dispuesto	Para el caso específico de este proyecto, no se realizará aprovechamiento de materias primas forestales fuera del proyecto, la vegetación procedente de los desmontes será triturada y almacenada en las zonas solicitadas para tal fin, con

	en la Ley y el presente Reglamento. La Secretaría o la ASEA asignarán el Código de identificación y lo informarán al particular en el mismo oficio de autorización del Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales.	la finalidad de resguardar y utilizar al momento de la ejecución del plan de cierre del proyecto.
146	Los interesados en que se modifique la autorización de Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales presentarán ante la Secretaría o la ASEA, la solicitud en el formato que para tal efecto se expida, en la cual señale la modificación requerida, expondrá las causas que motivan la solicitud y adjuntará la documentación técnica y legal que sustenta su petición. En el caso de que la modificación propuesta incida en alguno de los contenidos del estudio técnico justificativo previstos en el artículo 141 del presente Reglamento, adjuntará la actualización correspondiente. La Secretaría o la ASEA, en un plazo no mayor de quince diez días hábiles, procederán a: I. Solicitar información adicional para evaluar las modificaciones propuestas, o II. Requerir la presentación de una nueva solicitud de autorización cuando las modificaciones propuestas representen un cambio sustancial en términos originalmente autorizados.	En caso de realizar cambios al proyecto autorizado en materia forestal, se realizarán las acciones correspondientes manejadas en el presente artículo, incluyendo una posible ampliación de plazos de ejecución del CUSTF de acuerdo con el artículo 148 y 151 del reglamento.
CAP III	Servicios Forestales, Artículos 154-163	Los estudios forestales y su ejecución quedarán a cargo de un prestador de servicios forestales inscrito en el registro nacional forestal el cual liderara la ejecución, supervisión y firma de informes de los avances en el CUS.

III.5.8 Ley de Aguas Nacionales

La Ley de Aguas Nacionales fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de diciembre de 1992, con su última actualización el 11 de mayo de 2022 y establece en su artículo 1, que:

"La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable."

Tabla III. 35 Vinculación del proyecto la Ley de Aguas Nacionales

Art.	Descripción	Vinculación
3	Para los efectos de esta Ley se entenderá por: I. "Aguas Nacionales": Son aquellas referidas en el Párrafo Quinto del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; XI. "Cauce de una corriente": El canal natural o artificial que tiene la capacidad necesaria para que las aguas de la creciente máxima ordinaria escurran sin derramarse. Cuando las corrientes estén sujetas a desbordamiento, se considera como cauce el canal natural, mientras no se construyan obras de encauzamiento; en los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, cuando el escurrimiento se concentre hacia una depresión topográfica y	Es importante destacar que el agua que precipite sobre las obras solicitadas, será dirigida a zonas de almacenamiento para ser aprovechada en el beneficio de minerales o distintos usos dentro del proyecto, estas aguas, de acuerdo a la legislación, no son consideradas como aguas nacionales, ya que se consideran propiedad de los terrenos por donde corre, por lo cual no requieren de alguna concesión. Para el caso específico de cauces considerados como zona federal, se realizarán los trámites correspondientes ante CONAGUA para su aprovechamiento, desvío o uso según sea el caso.

	éste forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. Para fines de aplicación de la presente Ley, la magnitud de dicha cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad; XX. "Delimitación de cauce y zona federal": Trabajos y estudios topográficos, batimétricos, fotogramétricos, hidrológicos e hidráulicos, necesarios para la determinación de los límites del cauce y la zona federal;	Desde la etapa de exploración, se realizó la consulta ante CONAGUA sobre zonas federales, la cual fue recibida a través del oficio B00.906.04 – 009 de fecha de 23 de enero de 2023 en el que se indica que los cauces consultados reúnen características para ser considerados propiedad Nacional, por lo que al autorizarse el proyecto se obtendrán las concesiones de uso y/u ocupaciones correspondientes. Se han realizado (Anexo III.7)
20	De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" por medio de los Organismos de Cuenca, o directamente por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que dispone la presente Ley y sus reglamentos. Las concesiones y asignaciones se otorgarán después de considerar a las partes involucradas, y el costo económico y ambiental de las obras proyectadas. Corresponde a los Organismos de Cuenca expedir los títulos de concesión, asignación y permisos de descarga a los que se refiere la presente Ley y sus reglamentos, salvo en aquellos casos previstos en la Fracción IX del Artículo 9 de la presente Ley, que queden reservados para la actuación directa de "la Comisión". La explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales por parte de personas físicas o morales se realizará mediante concesión otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" por medio de los Organismos de Cuenca, o por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que establece esta Ley, sus reglamentos, el título y las prórrogas que al efecto se emitan.	La principal fuente de agua del proyecto será por medio de empleo del agua de laboreo (Anexo III.7) y por agua que se colectará de la precipitación y escurrimientos superficiales sobre las áreas operativas del proyecto. Aunado a esto, se cuenta con concesiones (06CHI156308/24AMDL17 y 06CHI138376/24AMGE05 y 816338) de aprovechamiento subterráneo vigentes, y un plan de utilización de agua tratada en la ciudad de parral (Anexo III.7), y llevada al proyecto por medio de un acueducto, este proyecto se contempla paralelo para el Proyecto Cordero.
85	En concordancia con las Fracciones VI y VII del Artículo 7 de la presente Ley, es fundamental que la Federación, los estados, el Distrito Federal y los municipios, a través de las instancias correspondientes, los usuarios del agua y las organizaciones de la sociedad, preserven las condiciones ecológicas del régimen hidrológico, a través de la promoción y ejecución de las medidas y acciones necesarias para proteger y conservar la calidad del agua, en los términos de Ley. Las personas físicas o morales, incluyendo las dependencias, organismos y entidades de los tres órdenes de gobierno, que exploten, usen o aprovechen aguas nacionales en cualquier uso o actividad, serán responsables en los términos de Ley de: a. Realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y, en su caso, para reintegrar las aguas referidas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su explotación, uso o aprovechamiento posterior, y b. Mantener el equilibrio de los ecosistemas vitales.	El proyecto considera las medidas de prevención y mitigación ante cualquier impacto que pudiese afectar a la red fluvial en todas sus etapas y obras propuestas.
86 bis 2.	Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales,	

	lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.	Las etapas del proyecto incluyen medidas preventivas que aseguran la no ocurrencia de arrastres o vertimientos accidentales de desechos a los causes naturales.
97	Los usuarios de las aguas nacionales podrán realizar, por sí o por terceros, cualesquiera obras de infraestructura hidráulica que se requieran para su explotación, uso o aprovechamiento. La administración y operación de estas obras serán responsabilidad de los usuarios o de las asociaciones que formen al efecto, independientemente de la explotación, uso o aprovechamiento que se efectúe de las aguas nacionales.	El proyecto incluye diferentes acciones y obras para lograr el buen manejo del agua, algunas de estas son: construcción de pozos de monitoreo, canales de desvío de agua, piletas de almacenamiento, bordos alcantarillas entre otros tipos de obras que se apegarán a lo dicho en este artículo. En el caso de que estas obras se pudiera afectar el régimen hídrico o hidrológico de los cauces o vasos propiedad de la nación, se realizarán los trámites correspondientes contenidos en el artículo 98
113	Se establece que la administración de los cauces de las corrientes de aguas nacionales quedará a cargo de la Comisión Nacional del Agua. Con base en la definición de "permiso" señalada en el inciso a) de la fracción XL del artículo 3, que a letra señala que: son los que otorga el ejecutivo Federal a través de la Comisión o del Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, para la construcción y obras de infraestructura hidráulica y otras de índole diversa relacionadas con el agua y los bienes nacionales a los que se refiere el artículo 113 de la Ley de Aguas Nacionales.	El proyecto presentado para su autorización mediante el presente Estudio cumplirá con las medidas de seguridad ambiental durante la preparación del sitio, construcción y operación, adoptando las medidas para prevenir el aporte de sedimentos a la red fluvial.

III.5.9 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

El Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales fue publicado en el Diario Oficial de la Federación de fecha 12 de enero de 1994. Su última reforma, consignada en el Diario Oficial de la Federación, date del 25 de agosto de 2014.

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales		
Art.	**Descripción**	**Vinculación**
2	Para los efectos de este "Reglamento", se entiende por: II. Aguas residuales: las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, agrícolas, pecuarios, domésticos y en general de cualquier otro uso; VII. Cuerpo receptor: la corriente o depósito natural de agua, presas, cauces, zonas marinas o bienes nacionales donde se descargan aguas residuales, así como los terrenos en donde se infiltran o inyectan dichas aguas, cuando puedan contaminar el suelo o los acuíferos; XI. Descarga: la acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor;	El presente artículo se vincula ya que en el proyecto tendremos precipitaciones que tendrán contacto con áreas mineras (agua de contacto), por lo cual se pueden considerar como agua residual, sin embargo el proyecto contempla el manejo adecuado de esta agua, mediante un circuito completamente cerrado y de reaprovechamiento del agua, por lo cual se podrá lograr evitar cualquier tipo de contaminación potencial de suelos en áreas aledañas a la unidad minera.

	XXI. Uso industrial: la utilización de agua nacional en fábricas o empresas que realicen la extracción, conservación o transformación de materias primas o minerales, el acabado de productos o la elaboración de satisfactores, así como la que se utiliza en parques industriales, en calderas, en dispositivos para enfriamiento, lavado, baños y otros servicios dentro de la empresa, las salmueras que se utilizan para la extracción de cualquier tipo de sustancias y el agua aún en estado de vapor, que sea usada para la generación de energía eléctrica o para cualquier otro uso o aprovechamiento de transformación;	
124	Para la extracción, explotación, uso o aprovechamiento de las aguas en zonas de veda o reglamentadas, distintas a las provenientes del laboreo de las minas, así como respecto de las aguas superficiales comprendidas dentro del lote que ampare una concesión minera, se estará a lo establecido por los artículos 42, 43 y 82 de la "Ley". Se entiende por aguas provenientes del laboreo de las minas, aquéllas del subsuelo que necesariamente deban extraerse para permitir la realización de obras y trabajos de exploración y explotación. Los titulares de concesiones mineras o sus causahabientes, que aprovechen las aguas a que se refiere el párrafo anterior, estarán obligados a: I. Obtener el permiso de descarga de aguas residuales en cuerpos receptores que sean bienes nacionales; II. Cumplir con las normas oficiales mexicanas para presas de jales, y III. Poner a disposición de "La Comisión" el agua sobrante o disponible después del uso o aprovechamiento que se realice, con base en los derechos que confieren tales concesiones.	El proyecto contempla el uso de las aguas provenientes del laboreo de la mina para permitir la realización de obras y trabajos de explotación y beneficio de minerales, por lo cual se realizarán los trámites correspondientes que se prevé en este artículo.

III.5.10 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).

Los Artículos aplicables al proyecto en relación con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) publicada el 8 de octubre de 2002 con su última actualización del 18 de enero de 2021. La vinculación con el proyecto se describe a continuación:

Tabla III. 36 Vinculación del proyecto con la LGPGIR.

LGPGIR		
Art.	**Descripción**	**Vinculación**
1	La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión	El promovente aplicará el presente artículo con la presentación de un plan de manejo integral de residuos donde se contemplarán los residuos mineros, peligrosos, de manejo especial, y sólidos urbanos. Actualmente Minera Titán cuenta con un procedimiento de Manejo Integral de Residuos aplicable a las actividades de exploración, mismo

	integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como establecer las bases para: I. Aplicar los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, los cuales deben de considerarse en el diseño de instrumentos, programas y planes de política ambiental para la gestión de residuos; V. Regular la generación y manejo integral de residuos peligrosos, así como establecer las disposiciones que serán consideradas por los gobiernos locales en la regulación de los residuos que conforme a esta Ley sean de su competencia; XIII. Establecer medidas de control, medidas correctivas y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones que corresponda.	que será ajustado en tanto cambios dichas actividades.
16	La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.	Los residuos peligrosos que se lleguen a generar serán catalogados y almacenados temporalmente conforme la normatividad vigente.
17	Los residuos de la industria minera-metalúrgica provenientes del minado y tratamiento de minerales tales como jales, residuos de los patios de lixiviación abandonados, así como los metalúrgicos provenientes de los procesos de fundición, refinación y transformación de metales, que se definirán en forma genérica en el reglamento según lo estipulado en el artículo 7 fracción III de esta Ley, son de regulación y competencia federal. Podrán disponerse finalmente en el sitio de su generación; su peligrosidad y manejo integral, se determinará conforme a las normas oficiales mexicanas aplicables, y estarán sujetos a los planes de manejo previstos en esta Ley. Se exceptúan de esta clasificación los referidos en el artículo 19, fracción I de este ordenamiento.	Se contempla la generación de residuos mineros metalúrgicos, los cuales serán dispuestos como jales y tepetate respectivamente. Se presentará el plan de manejo respectivo a la Secretaría para su registro en base a la normatividad aplicable.
18	Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.	Los residuos sólidos urbanos que se lleguen a generar, propio de los trabajadores, por envases, plásticos, papel sanitario, se dispondrán en el relleno sanitario planteado y su disposición se apegará a lo expuesto en la normatividad vigente aplicable.
19	Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:	El Proyecto generará residuos de manejo especial, los cuales serán manejados adecuadamente, valorizados dentro de la unidad minera para posteriormente ser dispuestos en sitios de disposición final autorizados por medio de

	VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general; X. Los neumáticos usados, y XI. Otros que determine la Secretaría de común acuerdo con las entidades federativas y municipios, que así lo convengan para facilitar su gestión integral.	prestadores de servicio. El plan de manejo será presentado ante el gobierno estatal en la dependencia correspondiente.
28	Estarán obligados a la formulación y ejecución de los planes de manejo, según corresponda: II. Los generadores de los residuos peligrosos a los que se refieren las fracciones XII a XV del artículo 31 y de aquellos que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes; III. Los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en residuos sólidos urbanos o de manejo especial que se incluyan en los listados de residuos sujetos a planes de manejo de conformidad con las normas oficiales mexicanas correspondientes; los residuos de envases plásticos, incluyendo los de poliestireno	Se dará cumplimiento a este artículo mediante el plan de manejo integral de residuos, ingresando para su registro los planes de manejo en las dependencias correspondientes.
31	- Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente: I. Aceites lubricantes usados; II. Disolventes orgánicos usados; III. Convertidores catalíticos de vehículos automotores; IV. Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo; V. Baterías eléctricas a base de mercurio o de níquel-cadmio; VI. Lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio; VII. Aditamentos que contengan mercurio, cadmio o plomo; VIII. Fármacos; XII. La sangre y los componentes de ésta, sólo en su forma líquida, así como sus derivados; XV. Los residuos punzo-cortantes que hayan estado en contacto con humanos o animales o sus muestras biológicas durante el diagnóstico y tratamiento, incluyendo navajas de bisturí, lancetas, jeringas con aguja integrada, agujas hipodérmicas, de acupuntura y para tatuajes. La Secretaría determinará, conjuntamente con las partes interesadas, otros residuos peligrosos que serán sujetos a planes de manejo, cuyos listados específicos serán incorporados en la norma oficial mexicana que establece las bases para su clasificación.	En las etapas del proyecto que se generen residuos peligrosos se les acopiará en el almacén temporal de residuos peligrosos propuesto en apego al plan de manejo de residuos peligrosos, el cual será presentado y registrado ante la secretaría.
40	Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven. En las actividades en las que se generen o manejen residuos peligrosos, se deberán observar los principios previstos en el artículo 2 de este ordenamiento, en lo que resulten aplicables.	Se contará con manuales de procedimientos para la identificación de residuos, bitácoras de control de residuos peligrosos, etiquetado de los contenedores y almacenamiento temporal, en apego al Plan de Manejo de Residuos Peligrosos.

41	Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.	Los residuos peligrosos que se lleguen a generar serán tratados conforme la normatividad vigente ingresando a el almacén temporal de residuos peligrosos, mismo que será construido en base a la legislación aplicable.
42	Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador. Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo	Los residuos generados serán manejados a través de una empresa subcontratista autorizada con base a lo que establece este Artículo, en apego al Plan de Manejo de Residuos Peligrosos que sea registrado.
44	Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías: I. Grandes generadores; II. Pequeños generadores, y III. Microgeneradores.	Una vez autorizado el proyecto se solicitará el registro como generador de residuos peligrosos.
45	Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría. En cualquier caso los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.	El proyecto contará con almacén temporal de residuos peligrosos, donde cada residuo que entre, estará identificado en base a la normatividad, además tendrá registro de entradas y salidas.
46	- Los grandes generadores de residuos peligrosos, están obligados a registrarse ante la Secretaría y someter a su consideración el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, así como llevar una bitácora y presentar un informe anual acerca de la generación y modalidades de manejo a las que sujetaron sus residuos de acuerdo con los lineamientos que para tal fin se establezcan en el Reglamento de la presente Ley, así como contar con un seguro ambiental, de conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.	El proyecto se apegará a lo expuesto por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR).
56	La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas para el almacenamiento de residuos peligrosos, las cuales tendrán como objetivo la prevención de la generación de lixiviados y su infiltración en los suelos, el arrastre por el agua de lluvia o por el viento de dichos	El proyecto se apegará a lo expuesto por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos y su Reglamento.

	residuos, incendios, explosiones y acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames. Se prohíbe el almacenamiento de residuos peligrosos por un periodo mayor de seis meses a partir de su generación, lo cual deberá quedar asentado en la bitácora correspondiente. No se entenderá por interrumpido este plazo cuando el poseedor de los residuos cambie su lugar de almacenamiento. Procederá la prórroga para el almacenamiento cuando se someta una solicitud al respecto a la Secretaría cumpliendo los requisitos que establezca el Reglamento.	
68	Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes. Toda persona física o moral que, directa o indirectamente, contamine un sitio u ocasione un daño o afectación al ambiente como resultado de la generación, manejo o liberación, descarga, infiltración o incorporación de materiales o residuos peligrosos al ambiente, será responsable y estará obligada a su reparación y, en su caso, a la compensación correspondiente, de conformidad a lo previsto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.	La promovente contará con la infraestructura necesaria para evitar la contaminación de residuos líquidos o solidos con diferentes estrategias, entre las que destacan las siguientes: Dentro de las diferentes áreas se contará con contenedores para la recolección de residuos domésticos, así mismo se contará con estaciones de recolección y separación de basura. La empresa contará con un área destinada a la recolección de los residuos peligrosos, la cual será diseñada en base a la normatividad aplicable contando con canaletas en caso de algún derrame.
95	La regulación de la generación y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial, se llevará a cabo conforme a lo que establezca la presente Ley, las disposiciones emitidas por las legislaturas de las entidades federativas y demás disposiciones aplicables.	Se realizarán los trámites correspondientes con las autoridades estatales y municipales según sea el caso, esto con la finalidad de cumplir con la legislación ambiental vigente.

III.5.11 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 30 de noviembre de 2006 con su última reforma actualizada al día 31 de octubre de 2014. El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Tabla III. 37 Vinculación con el RLGPGIR

RLGPGIR		
Art.	**Descripción**	**Vinculación**
16	Los planes de manejo para residuos se podrán establecer en una o más de las siguientes modalidades: I. Atendiendo a los sujetos que intervienen en ellos, podrán ser: a) Privados, los instrumentados por los particulares que conforme a la Ley se encuentran obligados a la elaboración, formulación e implementación de un plan de manejo de residuos, o b) Mixtos, los que instrumenten los señalados en el inciso anterior con la participación de las autoridades en el ámbito de sus competencias.	Se registrarán los planes de manejo correspondientes en modalidad a) Privados.
33	Los residuos minero-metalúrgicos se manejarán de acuerdo a los planes de manejo que elaboren los responsables de los procesos que los generen. Estos planes de manejo podrán elaborarse en las modalidades previstas en el presente Reglamento y contendrán:	El Plan de Manejo de Residuos Mineros se elaborará y someterá a registro conforme a lo establecido en la NOM- 157-SEMARNAT-2009.

	I. Los residuos objeto del plan de manejo, así como la cantidad que se estima manejar de cada uno de ellos; II. Las actividades a realizar para el manejo integral de dichos residuos, incluyendo los requisitos de manejo ambiental, su gestión administrativa y su forma de verificación por parte de la Secretaría; III. La forma de aprovechamiento o valorización, cuando ésta sea posible, y IV. Los mecanismos de evaluación y mejora del plan de manejo. El plan de manejo se registrará ante la Secretaría conforme al procedimiento previsto en el artículo 24 del presente Reglamento.	
34	Para los efectos del artículo 17 de la Ley, por sitio de generación debe entenderse tanto el predio en el que se desarrolle el proceso que da origen a los residuos como aquél en donde se encuentran las instalaciones, en términos de la fracción X del artículo 2 de este Reglamento. La disposición final de residuos provenientes de la industria metalúrgica se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que para tal efecto se expidan. La disposición final de residuos de la industria minera se efectuará de conformidad con la norma oficial mexicana correspondiente. Los generadores podrán disponer residuos mineros en minas subterráneas utilizando el proceso de relleno hidráulico o cualquier otro proceso, conforme a lo establecido en las normas oficiales mexicanas que para tal efecto expida la Secretaría. En todo caso, las normas oficiales mexicanas relativas a la disposición final de los residuos señalados en el presente artículo establecerán condiciones de construcción, operación, cierre y, en su caso, almacenamiento temporal que requieran los proyectos.	El Plan de Manejo de Residuos Mineros se elaborará y someterá a registro conforme a lo establecido en las NOM-141-SEMARNAT- 2003 y NOM- 157-SEMARNAT-2009.
60	Los titulares de una autorización podrán solicitar a la Secretaría la modificación de dicha autorización, para lo cual deberán presentar una solicitud, mediante formato expedido por la Secretaría, la cual contendrá el número de autorización, la modificación que solicita y las causas que motivan la modificación, anexando los documentos con los cuales se acrediten dichas causas. La Secretaría aprobará, en su caso, la modificación solicitada en apego a las disposiciones contenidas en este Reglamento para el otorgamiento de autorizaciones. Cuando se trate de cambio de denominación o razón social bastará con que se de aviso a la Secretaría, mismo que se formulará por escrito y al cual deberá acompañarse copia certificada del acta de asamblea general extraordinaria de accionistas de la persona moral correspondiente, protocolizada ante fedatario público y en la cual se haya acordado y aprobado el cambio de denominación o razón social, así como el instrumento jurídico mediante el cual se acredita la personalidad de quien será el representante legal de la	En caso de cambios en la generación de residuos, se podrá someter a evaluación la modificación de los planes de manejo apegado a la normatividad vigente.

	empresa a la que se ha cambiado la denominación o razón social.	
71	Las bitácoras previstas en la Ley y este Reglamento contendrán: I. Para los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos: a) Nombre del residuo y cantidad generada; b) Características de peligrosidad; c) Área o proceso donde se generó; d) Fechas de ingreso y salida del almacén temporal de residuos peligrosos, excepto cuando se trate de plataformas marinas, en cuyo caso se registrará la fecha de ingreso y salida de las áreas de resguardo o transferencia de dichos residuos; e) Señalamiento de la fase de manejo siguiente a la salida del almacén, área de resguardo o transferencia, señaladas en el inciso anterior; f) Nombre, denominación o razón social y número de autorización del prestador de servicios a quien en su caso se encomiende el manejo de dichos residuos, y g) Nombre del responsable técnico de la bitácora. La información anterior se asentará para cada entrada y salida del almacén temporal dentro del periodo comprendido de enero a diciembre de cada año.	Se contará con bitácoras con los datos correspondientes enunciados en el presente artículo. Se asentará para cada entrada y salida del almacén temporal dentro del periodo comprendido de enero a diciembre de cada año
72	Los grandes generadores de residuos peligrosos deberán presentar anualmente ante la Secretaría un informe mediante la Cédula de Operación Anual, en la cual proporcionarán: I. La identificación de las características de peligrosidad de los residuos peligrosos; II. El área de generación; III. La cantidad o volumen anual generados, expresados en unidades de masa; IV. Los datos del transportista, centro de acopio, tratador o sitio de disposición final; V. El volumen o cantidad anual de residuos peligrosos transferidos, expresados en unidades de masa o volumen; VI. Las condiciones particulares de manejo que en su caso le hubieren sido aprobadas por la Secretaría, describiendo la cantidad o volumen de los residuos manejados en esta modalidad y las actividades realizadas, y VII. Tratándose de confinamiento se describirá además; método de estabilización, celda de disposición y resultados del control de calidad. En caso de que los grandes generadores hayan almacenado temporalmente los residuos peligrosos en el mismo lugar de su generación, informarán el tipo de almacenamiento, atendiendo a su aislamiento; las características del almacén, atendiendo al lugar, ventilación e iluminación; las formas de almacenamiento, atendiendo al tipo de contenedor empleado; la cantidad anual de residuos almacenada, expresada en unidades de masa y el periodo de almacenamiento, expresado en días.	Se proporcionarán anualmente todos los datos de manejo de residuos por medio de la COA en cumplimiento a la normatividad ambiental vigente y la contenida en los artículos de referencia de este reglamento.

82	Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular: I. Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento: a) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados; b) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones; c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretiles de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados; d) Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño; e) Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia; f) Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados; g) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles; h) El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y i) La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.	El almacén temporal de residuos peligrosos (ATRP) será construido atendiendo las condiciones establecidas en el presente artículo del Reglamento. El promovente mantiene su compromiso de continuar en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental (PNAA) de PROFEPA, por lo que instalaciones como el ATRP será sometidas a evaluación de cumplimiento a través de una unidad de verificación acreditada y aprobada para tal fin.

III.5.12 Ley Minera.

La Ley Minera fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 26 de junio de 1992 y con su última reforma actualizada al día 20 de abril de 2022.

Tabla III. 38 Vinculación del proyecto con la Ley Minera

Ley Minera		
Art.	**Descripción**	**Vinculación**
4	Son minerales o sustancias que en vetas, mantos, masas o yacimientos constituyen depósitos distintos de los componentes de los terrenos los siguientes: I. Minerales o sustancias de los que se extraigan antimonio, arsénico, bario, berilio, bismuto, boro, bromo, cadmio, cesio, cobalto, cobre, cromo, escandio, estaño, estroncio, flúor, fósforo, galio, germanio, hafnio, hierro, indio, iridio, itrio, lantánidos, litio, magnesio,	La promovente solicita la autorización en materia de impacto ambiental, para llevar a cabo explotación y beneficio de minerales, además se apegará a lo expuesto en la Ley Minera y su Reglamento.

	manganeso, mercurio, molibdeno, niobio, níquel, oro, osmio, paladio, plata, platino, plomo, potasio, renio, rodio, rubidio, rutenio, selenio, sodio, talio, tantalio, telurio, titanio, tungsteno, vanadio, zinc, zirconio y yodo;	
6	La exploración, explotación y beneficio de los minerales o sustancias a que se refiere esta Ley son de utilidad pública, serán preferentes sobre cualquier otro uso o aprovechamiento del terreno, con sujeción a las condiciones que establece la misma, y únicamente por ley de carácter federal podrán establecerse contribuciones que graven estas actividades.	En todo el documento se hace mención del alto impacto económico que generará la actividad minera, en comparación con los usos de suelo actuales, en las concesiones del promovente no hay registros de existencia de hidrocarburos explotables, por lo cual la extracción de minerales es la principal vocación de la zona.
19	Las concesiones mineras confieren derecho a: I. Realizar obras y trabajos de exploración y de explotación dentro de los lotes mineros que amparen. V. Aprovechar las aguas provenientes del laboreo de las minas para la exploración o explotación y beneficio de minerales o sustancias que se obtengan y el uso doméstico del personal empleado en las mismas	Se llevarán a cabo actividades mineras de extracción y beneficio, con esta actividad se dará lugar a nuevas áreas de trabajo, fuentes de empleo y se prolongarán las actividades mineras por más años. El agua a utilizar en el proyecto es de laboreo y agua de precipitaciones dentro de la concesión minera.

III.5.13 Reglamento de la Ley Minera

El Reglamento de la Ley Minera fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 12 de octubre de 2012 y con su última reforma actualizada el día 31 de octubre de 2014.

Tabla III. 39 Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley Minera

Reglamento de la Ley Minera		
Art.	**Descripción**	**Vinculación**
25	Quienes estén realizando la exploración o explotación de minerales o sustancias que el Ejecutivo Federal determine como concesibles, podrán ejercer el derecho preferente que confiere el artículo 4, párrafo final de la Ley conforme a lo siguiente: II. Deberán acreditar derechos vigentes para llevar a cabo la exploración o explotación de minerales o sustancias de que se traten, conforme al derecho común, así como la realización de los mismos, y	La promovente cuenta con las concesiones vigentes y al corriente en sus obligaciones de acuerdo a la Ley y su Reglamento.
42	- Para el aprovechamiento de las aguas distintas a las provenientes del laboreo de las minas, así como respecto de las aguas superficiales comprendidas dentro del lote minero que ampare la concesión, se estará a lo establecido por la ley de la materia.	El agua a utilizar en el proyecto es de laboreo y agua de precipitaciones dentro de la concesión minera de acuerdo a lo establecido en la Ley Minera.
67	- El aviso sobre el inicio de operaciones de beneficio de minerales o sustancias sujetas a la aplicación de la Ley, deberá presentarse por escrito a la Secretaría dentro de los veintiún días hábiles siguientes a dicho inicio, y deberá contener: I. Nombre de la persona que lleve a cabo las operaciones de beneficio; II. Lugar de ubicación de las instalaciones, con expresión de la entidad federativa, municipio o delegación política; III. Sistema o sistemas de tratamiento; IV. Capacidad de tratamiento y de producto final en veinticuatro horas de servicio; V. Procedencia y naturaleza de los minerales o sustancias por beneficiar, y VI. Fecha de inicio de operaciones.	Se cumplirá con el aviso correspondiente una vez que comiencen las actividades de beneficio de minerales en los tiempos establecidos en el presente artículo.

III.5.14 Ley General de Cambio Climático

La Ley General de Cambio Climático fue publicada en el DOF el día 06 de junio de 2012 y con su última reforma actualizada al día 11 de mayo de 2022.

Tabla III. 40 Vinculación con la Ley General de Cambio Climático

Ley General de Cambio Climático		
Art.	**Descripción**	**Vinculación**
87	La Secretaría, deberá integrar y hacer público de forma agregada el Registro de emisiones generadas por las fuentes fijas y móviles de emisiones que se identifiquen como sujetas a reporte. Las disposiciones reglamentarias de la presente Ley identificarán las fuentes que deberán reportar en el Registro por sector, subsector y actividad, asimismo establecerán los siguientes elementos para la integración del Registro: I. Los gases o compuestos de efecto invernadero que deberán reportarse para la integración del Registro; II. Los umbrales a partir de los cuales los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal deberán presentar el reporte de sus emisiones directas e indirectas; III. Las metodologías para el cálculo de las emisiones directas e indirectas que deberán ser reportadas; IV. El sistema de monitoreo, reporte y verificación para garantizar la integridad, consistencia, transparencia y precisión de los reportes, y V. La vinculación, en su caso, con otros registros federales o estatales de emisiones.	El promovente cumplirá con sus obligaciones contenidas en la presente Ley por medio de la presentación de la Cedula de Operación Anual con la finalidad de contribuir con la Secretaría y el INECC en la generación de información para el cumplimiento de las atribuciones expedidas en esta Ley a las autoridades gubernamentales.
88	Las personas físicas y morales responsables de las fuentes sujetas a reporte están obligadas a proporcionar la información, datos y documentos necesarios sobre sus emisiones directas e indirectas para la integración del Registro.	
89	Las personas físicas o morales que lleven a cabo proyectos o actividades que tengan como resultado la mitigación o reducción de emisiones, podrán inscribir dicha información en el Registro, conforme a las disposiciones reglamentarias que al efecto se expidan. La información de los proyectos respectivos deberá incluir, entre otros elementos, las transacciones en el comercio de emisiones, ya sea nacional o internacional de reducciones o absorciones certificadas, expresadas en toneladas métricas y en toneladas de bióxido de carbono equivalente y la fecha en que se hubieran verificado las operaciones correspondientes; los recursos obtenidos y la fuente de financiamiento respectiva. Las disposiciones reglamentarias de la presente Ley establecerán las medidas para evitar la doble contabilidad de reducciones de emisiones que se verifiquen en el territorio nacional y las zonas en que la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción, considerando los sistemas y metodologías internacionales disponibles.	

III.5.15 Reglamento de Ley General de Cambio Climático

El Reglamento de la Ley General de Cambio Climático fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 28 de octubre de 2014, a la fecha no existen reformas.

Tabla III. 41 Vinculación con el Reglamento de la Ley General de Cambio Climático

Reglamento de la Ley General de Cambio Climático		
Art.	**Descripción**	**Vinculación**
3	Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo de la Ley se identifican como sectores y subsectores en los que se agrupan los Establecimientos Sujetos a Reporte, los siguientes: III. Sector Industrial: e. Subsector industria minera;	El promovente entra en la categoría de los artículos vinculados, por lo cual es sujeto a emitir reportes por medio de la COA anualmente.
4	Las actividades que se considerarán como Establecimientos Sujetos a Reporte agrupadas dentro de los sectores y subsectores señalados en el artículo anterior, son las siguientes: III. Sector Industrial: e. Subsector industria minera: e.1. Minería de minerales metálicos; y e.4. Servicios relacionados con minería; Las actividades previstas en las fracciones I y III del presente artículo calcularán y reportarán sus Emisiones Directas o Indirectas por instalación.	
5	Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo, fracción I de la Ley, los Gases o Compuestos de Efecto Invernadero sujetos a reporte en los términos del presente Reglamento, son: I. Bióxido de carbono;	
9	Artículo 9. Los Establecimientos Sujetos a Reporte, tendrán las siguientes obligaciones: I. Identificar las Emisiones Directas de Fuentes Fijas y Móviles, conforme a la clasificación de sectores, subsectores y actividades contenidas en los artículos 3 y 4 del presente Reglamento; II. Identificar las Emisiones Indirectas asociadas al consumo de energía eléctrica y térmica; III. Medir, calcular o estimar la Emisión de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero de todas las Fuentes Emisoras identificadas en el Establecimiento aplicando las metodologías que se determinen conforme al artículo 7 del presente Reglamento; IV. Recopilar y utilizar los datos que se especifican en la metodología de medición, cálculo o estimación que resulte aplicable, determinada conforme al artículo 7 del presente Reglamento; V. Reportar anualmente sus Emisiones Directas e Indirectas, a través de la Cédula de Operación Anual, cuantificándolas en toneladas anuales del Gas o Compuesto de Efecto Invernadero de que se trate y su equivalente en Toneladas de Bióxido de Carbono Equivalentes anuales; VI. Verificar obligatoriamente la información reportada, en los términos del presente Reglamento, a través de los Organismos previstos en el presente Reglamento, y VII. Conservar, por un período de 5 años, contados a partir de la fecha en que la Secretaría haya recibido la Cédula de Operación Anual correspondiente, la información, datos y documentos	El promovente entra en la categoría de los artículos vinculados, por lo cual es sujeto a emitir reportes por medio de la COA anualmente.

	sobre sus Emisiones Directas e Indirectas así como la utilizada para su medición, cálculo o estimación.	

III.5.16 Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos

La Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos fue publicada en el DOF el día 06 de mayo de 1972 y con su última reforma actualizada al día 16 de febrero de 2018.

Tabla III. 42 Vinculación con la Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos

La Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos		
Art.	**Descripción**	**Vinculación**
6	Los propietarios de bienes inmuebles declarados monumentos históricos o artísticos, deberán conservarlos y, en su caso, restaurarlos en los términos del artículo siguiente, previa autorización del Instituto correspondiente. Los propietarios de bienes inmuebles colindantes a un monumento, que pretendan realizar obras de excavación, cimentación, demolición o construcción, que puedan afectar las características de los monumentos históricos o artísticos, deberán obtener el permiso del Instituto correspondiente, que se expedirá una vez satisfechos los requisitos que se exijan en el Reglamento.	En el sistema ambiental del proyecto no existen este tipo de declaratorias, o se encuentra algún tipo de vestigio. Se anexa listado del INAH de inmuebles catalogados en el estado de Chihuahua y Catálogo de Monumentos Históricos Inmuebles de Hidalgo del Parral. Asimismo, se anexa oficio ingresado al INAH de consutla sobre existencia de registros de monumentos arqueológicos y/o históricos y/o de zonas de monumentos arqueológicos y/o históricas dentro de los límites de la superficie que comprende el Proyecto Cordero (Anexo III.8).

III.5.17 Reglamento de la Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos

El reglamento de la Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos fue publicado en el día 08 de diciembre de 1975 y con su última reforma actualizada al día 03 de diciembre de 2020.

Tabla III. 43 Vinculación con el Reglamento de la Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos

Reglamento de la Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos		
Art.	**Descripción**	**Vinculación**
42	Toda obra en zona o monumento, inclusive la colocación de anuncios, avisos, carteles, templetes, instalaciones diversas o cualesquiera otras, únicamente podrá realizarse previa autorización otorgada por el Instituto correspondiente, para lo cual el interesado habrá de presentar una solicitud con los siguientes requisitos: I.- Nombre y domicilio del solicitante: II.- Nombre y domicilio del responsable de la obra; III.- Nombre y domicilio del propietario; IV.- Características, planos y especificaciones de la obra a realizarse; V.- Planos, descripción y fotografías del estado actual del monumento y, en el caso de ser inmueble, sus colindancias; VI.- Su	En el sistema ambiental del proyecto no existen este tipo de declaratorias, o se encuentra algún tipo de vestigio. Se anexa listado del INAH de inmuebles catalogados en el estado de Chihuahua y Catálogo de Monumentos Históricos Inmuebles de Hidalgo del Parral. Asimismo, se anexa oficio ingresado al INAH de consutla sobre existencia de registros de monumentos arqueológicos y/o históricos y/o de zonas de monumentos arqueológicos y/o históricas dentro

	aceptación para la realización de inspecciones por parte del Instituto competente; y VII.- A juicio del Instituto competente, deberá otorgar fianza que garantice a satisfacción el pago por los daños que pudiera sufrir el monumento. Los requisitos señalados en este artículo serán aplicables, en lo conducente, a las solicitudes de construcción y acondicionamiento de edificios para exhibición museográfica a que se refiere el artículo 7o. de la Ley.	de los límites de la superficie que comprende el Proyecto Cordero (Anexo III.8).
43	El Instituto competente otorgará o denegará la autorización a que se refiere el artículo anterior en un plazo no mayor de treinta días hábiles, a partir de la fecha de recepción de la solicitud; en el caso de otorgarse, se le notificará al interesado para que previamente pague los derechos correspondientes.	

III.5.18 Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y su reglamento.

Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de noviembre de 2008 con su última reforma el 7 de junio de 2013. Tiene por objeto regular el aprovechamiento de fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias para generar electricidad con fines distintos a la prestación del servicio público de energía eléctrica, así como establecer la estrategia nacional y los instrumentos para el financiamiento de la transición energética.

Tabla III. 44 Vinculación con la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y su reglamento

Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y su reglamento		
Art.	**Descripción**	**Vinculación**
2	El aprovechamiento de las fuentes de energía renovable y el uso de tecnologías limpias es de utilidad pública y se realizará en el marco de la estrategia nacional para la transición energética mediante la cual el Estado mexicano promoverá la eficiencia y sustentabilidad energética, así como la reducción de la dependencia de los hidrocarburos como fuente primaria de energía. El Reglamento de esta Ley establecerá los criterios específicos de utilización de las distintas fuentes de energías renovables, así como la promoción para la investigación y desarrollo de las tecnologías limpias para su aprovechamiento.	Esta Ley y su Reglamento no aplican para el proyecto Cordero, sin embargo, a futuro si el promovente pretendiera implementar energías renovables al proyecto vinculantes con esta Ley, se realizarán los trámites correspondientes ante la autoridad correspondiente
3	Para los efectos de esta Ley se entenderá por: II. Energías renovables.- Aquellas reguladas por esta Ley, cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por la humanidad, que se regeneran naturalmente, por lo que se encuentran disponibles de forma continua o periódica, y que se enumeran a continuación: a) El viento; b) La radiación solar, en todas sus formas; c) El movimiento del agua en cauces naturales o artificiales; d) La energía oceánica en sus distintas formas, a saber: mareomotriz, maremotérmica, de las olas, de las corrientes marinas y del gradiente de concentración de sal; e) El calor de los yacimientos geotérmicos; f) Los	

	bioenergéticos, que determine la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, y g) Aquellas otras que, en su caso, determine la Secretaría, cuya fuente cumpla con el primer párrafo de esta fracción;	

III.5.19 Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del estado de Chihuahua.

Las disposiciones de esta ley es de generar un orden público e interés social la cual tiene por objeto garantizar un medio ambiente sano y saludable, para lo cual se hace necesario: regular la preservación y restauración del equilibrio ecológico, la protección al medio ambiente en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

Tabla III. 45 Vinculación del proyecto con la LEEPACH.

Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del estado de Chihuahua		
Art.	**Descripción**	**Vinculación**
176	Quienes pretendan realizar actividades de aprovechamiento de minerales o sustancias no reservadas a la Federación, estarán obligados a: I. Controlar la emisión o el desprendimiento de polvos, humos o gases que puedan afectar los ecosistemas, zonas y bienes de competencia local. II. Controlar los residuos y evitar su diseminación fuera de los terrenos en los que se lleven a cabo dichas tareas. III. Restaurar, remediar y en su caso, reforestar las áreas, una vez concluidos los trabajos de aprovechamiento respectivos, o gradualmente durante las actividades de explotación y aprovechamiento del banco de extracción en las zonas en la que se concluyeron dichas actividades, de acuerdo a lo que se establecido en la autorización de impacto ambiental.	I.-Se considera el riego de caminos con el fin de evitar la dispersión de polvo por la naturaleza del proyecto, así como la revisión continua de los vehículos automotores que utilizan gasolina o diésel como combustible para evitar que la emisión de los gases contaminantes sobrepase los límites de la NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-044-SEMARNAT-1993. II. Todo residuo será clasificado al momento de generarse, y almacenado de manera correcta. El contenedor cuenta con la leyenda de identificación según sea el contenido indicando su peligrosidad y manejo. III. El proyecto considera las medidas necesarias para la protección al medio ambiente y la restauración del área que, una vez concluidos los trabajos de aprovechamiento del mineral tenga condiciones similares en las que se encontraba.
27	En la planeación del desarrollo económico sustentable del Estado, deberán ser considerados la política ambiental general y el ordenamiento ecológico que se establezcan de conformidad con esta Ley y las demás disposiciones en la materia.	En el Municipio y en el Estado no se cuenta con instrumentos de ordenamiento ecológico del territorio, por lo que el uso del suelo se vincula al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio existente a nivel nacional.
142	No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua de competencia estatal o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población, aguas que contengan contaminantes que rebasen los límites permisibles establecidos en las normas, sin previo tratamiento y sin el permiso o autorización de los municipios o las Juntas Municipales de Agua y Saneamiento.	El desarrollo del proyecto no contempla la descarga de aguas que contengan contaminantes en los cuerpos de agua estatales, ni federales.
181	Para la protección y aprovechamiento racional del suelo, se considerarán los siguientes criterios. IV. La realización de obras o actividades que puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir medidas de mitigación, compensación y/o restauración.	El proyecto considera diversas actividades encaminadas a la preservación del ecosistema y una variedad de programas que coadyuvan a aminorar el impacto que puede ocasionar su operación.

	V. En las zonas afectadas por fenómenos de degradación o desertificación, deberán llevarse a cabo las acciones de regeneración, recuperación y rehabilitación necesarias, a fin de restaurarlas.	
182	Los criterios ecológicos para la protección y aprovechamiento sostenible del suelo, aplicables para el proyecto se encuentran en su fracción VI, del presente artículo el cual indica las actividades de extracción de materiales del suelo y del subsuelo; la exploración, explotación, beneficio y aprovechamiento de sus minerales o sustancias, no reservadas a la Federación.	El proyecto considera diversas actividades encaminadas a la preservación del ecosistema y una variedad de programas que coadyuvan a aminorar el impacto que puede ocasionar su operación.

III.5.20 Ley de la Industria Eléctrica

Esta Ley tiene por finalidad promover el desarrollo sustentable de la industria eléctrica y garantizar su operación continua, eficiente y segura en beneficio de los usuarios, así como el cumplimiento de las obligaciones de servicio público y universal, de Energías Limpias y de reducción de emisiones contaminantes.

Tabla III. 46. Vinculación del Proyecto con la Ley de la Industria Eléctrica

la Ley de la industria eléctrica		
Art.	**Descripción**	**Vinculación**
2	La industria eléctrica comprende las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica, la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, así como la operación del Mercado Eléctrico Mayorista. El sector eléctrico comprende a la industria eléctrica y la proveeduría de insumos primarios para dicha industria. Las actividades de la industria eléctrica son de interés público.	Al contar con una subestación eléctrica y, línea de transmisión el promovente se apegará a todo los dispuesto por la presente ley.
5	El Gobierno Federal, los Generadores, los Transportistas, los Distribuidores, los Comercializadores, los Usuarios Calificados Participantes del Mercado y el CENACE, cada uno en el ámbito de sus competencias y responsabilidades, ejecutarán los actos que resulten necesarios para mantener la integridad y el funcionamiento eficiente del Sistema Eléctrico Nacional.	El promovente mantendrá la integridad y funcionamiento eficiente del sistema eléctrico en todo momento.
15	El Estado ejercerá el Control Operativo del Sistema Eléctrico Nacional a través del CENACE, quien determinará los elementos de la Red Nacional de Transmisión y las Redes Generales de Distribución y las operaciones de los mismos que correspondan al Mercado Eléctrico Mayorista; las demás operaciones de estas redes podrán ser realizadas por los Transportistas o Distribuidores, sujetándose a la coordinación del CENACE. El CENACE determinará la asignación de responsabilidades y procedimientos de coordinación con los Transportistas y Distribuidores a fin de ejercer el Control Operativo del Sistema Eléctrico Nacional.	Al contar con una subestación y una línea de trasmisión el promovente se coordinará y apegara a lo dispuesto por la CENACE (Centro Nacional de Control de Energía).
72	Los concesionarios mineros, así como los titulares de asignaciones, permisos o contratos, no podrán oponerse al tendido de ductos, cables o a la instalación de cualquier otra infraestructura para la transmisión y distribución de energía eléctrica en el área comprendida en la	En el caso que se le solicite, el promovente estará en total disposición de la instalación de infraestructura para la transmisión y distribución de energía eléctrica dentro de las áreas de concesiones.

	concesión, asignación, permiso o contrato de que se trate, siempre que sea técnicamente factible.	

Otros instrumentos internacionales a considerar.

III.5.1 Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

Reconociendo que la fauna y flora silvestres, en sus numerosas, bellas y variadas formas constituyen un elemento irremplazable de los sistemas naturales de la tierra, tienen que ser protegidas para esta generación y las venideras; conscientes del creciente valor de la fauna y flora silvestres desde los puntos de vista estético, científico, cultural, recreativo y económico; reconociendo que los pueblos y Estados son y deben ser los mejores protectores de su fauna y flora silvestres; reconociendo además que la cooperación internacional es esencial para la protección de ciertas especies de fauna y flora silvestres contra su explotación excesiva mediante el comercio internacional;

1. El Apéndice I incluirá todas las especies en peligro de extinción que son o pueden ser afectadas por el comercio. El comercio en especímenes de estas especies deberá estar sujeto a una reglamentación particularmente estricta a fin de no poner en peligro aún mayor su supervivencia y se autorizará solamente bajo circunstancias excepcionales

2. El Apéndice II incluirá:

    a. todas las especies que, si bien en la actualidad no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, podrían llegar a esa situación a menos que el comercio en especímenes de dichas especies esté sujeto a una reglamentación estricta a fin de evitar utilización incompatible con su supervivencia; y

    b. aquellas otras especies no afectadas por el comercio, que también deberán sujetarse a reglamentación con el fin de permitir un eficaz control del comercio en las especies a que se refiere el subpárrafo a) del presente párrafo.

3. El Apéndice III incluirá todas las especies que cualquiera de las Partes manifieste que se hallan sometidas a reglamentación dentro de su jurisdicción con el objeto de prevenir o restringir su explotación, y que necesitan la cooperación de otras Partes en el control de su comercio.

4. Las Partes no permitirán el comercio en especímenes de especies incluidas en los Apéndices I, II y III, excepto de acuerdo con las disposiciones de la presente Convención

Vinculación. Todas las especies reconocidas, ya sea se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010, o dentro de alguna categoría del CITES se establecerán medidas especiales de protección llámese flora o fauna, teniendo especial atención sobre las que se encuentren en peligro de extinción. Se desarrollarán programas, pudiéndose ser de rescate de flora y fauna, monitoreo de especies, protección de especies, reforestación de flora, entre otros, con la finalidad de que el proyecto no afecte estas comunidades de cierto modo amenazadas, si no que aumente el número de individuos o permanencia de las mismas dentro del SAR.

III.5.2 Sitios Ramsar.

Los sitios Ramsar son una convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas.

Conocida también como Convenio RAMSAR fue firmada en la ciudad de Ramsar (Irán) el 2 de febrero de 1971 y entró en vigor en 1975. México se adhirió a este Convenio en 1986. Instrumento que no forma parte del sistema de convenios y acuerdos sobre medio ambiente de las Naciones Unidas.

México forma parte de la Convención de Ramsar desde 1986, es actualmente la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, la Dependencia del Gobierno Federal encargada, de llevar a cabo la aplicación de la Convención. Actualmente nuestro país cuenta con 142 Sitios Ramsar con una superficie total de casi nueve millones de hectáreas. Estos incluyen, entre otros tipos de humedales, manglares, pastos marinos, humedales de alta montaña, arrecifes de coral, oasis, sistemas cársticos y sitios con especies amenazadas.

En su última actualización geomática de febrero del 2016, se procedió a realizar el análisis para determinar la ubicación del proyecto, concluyendo que **NO** se localizó dentro de algún Sitio Ramsar, siendo los más cercanos "Rio San Pedro -Vado del Meoqui" a una distancia de 110 km lineales del proyecto.

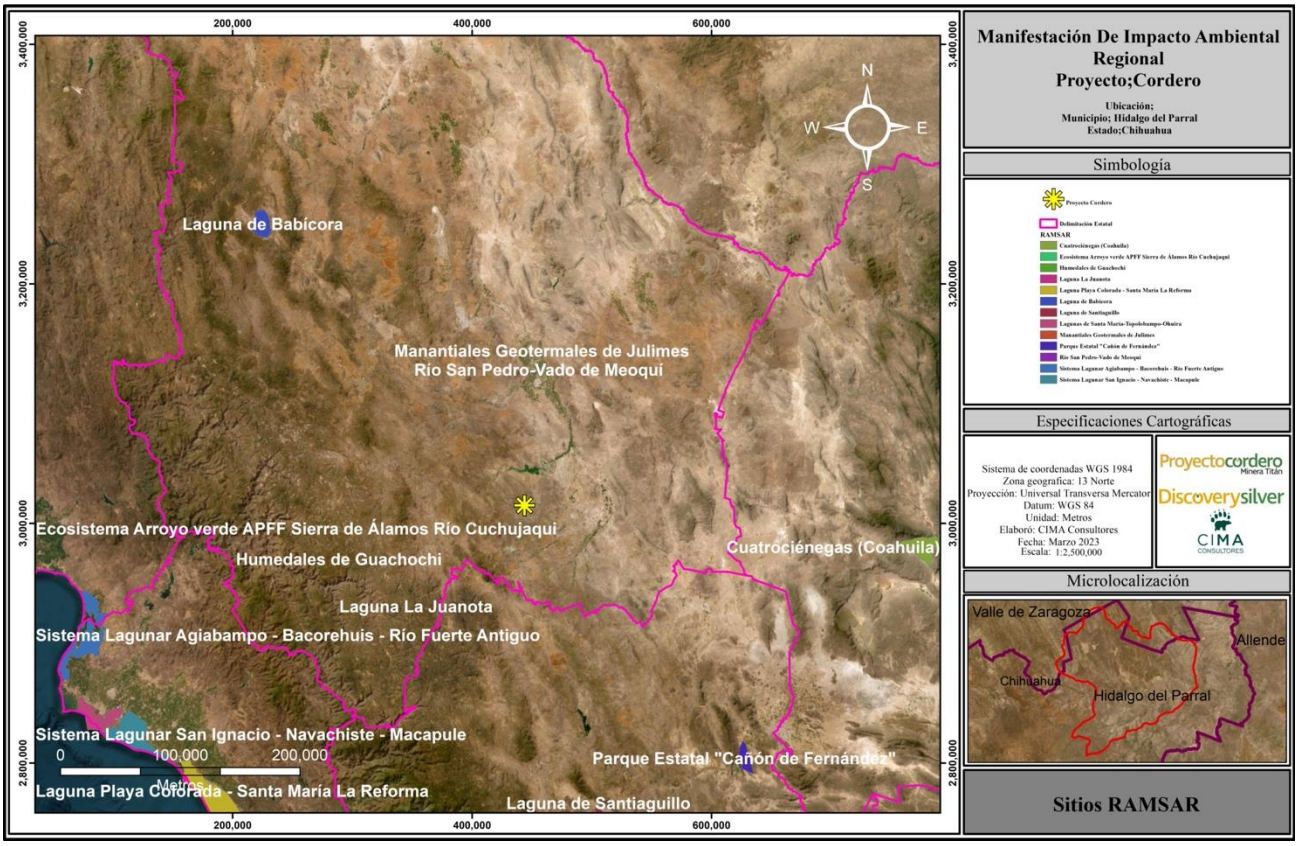


Figura III.7 Ubicación del Sitio Ramsar respecto al Proyecto.

III.5.3 Convenio de la Diversidad Biológica.

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) es el primer tratado multilateral que aborda la biodiversidad como un asunto de importancia mundial, que demuestra la preocupación ante su deterioro y reconoce su importancia para la viabilidad de la vida en la Tierra y el bienestar humano.

Sus 3 objetivos son:

1. La conservación de la diversidad biológica;
2. El uso sostenible de los componentes de la diversidad biológica y;
3. La participación justa y equitativa de los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.

El CDB entró en vigor el 29 de diciembre de 1993. A la fecha cuenta con 196 Partes. (consulta en https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf).

Tabla III. 47 Vinculación del proyecto con el Convenio de la Diversidad Biológica

Convenio de la diversidad biológica		
Art.	**Descripción**	**Vinculación**
7	**Identificación y seguimiento.** Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda, en especial para los fines de los artículos 8 a 10: a) Identificará los componentes de la diversidad biológica que sean importantes para su conservación y utilización sostenible, teniendo en consideración la lista indicativa de categorías que figura en el anexo I; b) Procederá, mediante muestreo y otras técnicas, al seguimiento de los componentes de la diversidad biológica identificados de conformidad con el apartado a), prestando especial atención a los que requieran la adopción de medidas urgentes de conservación y a los que ofrezcan el mayor potencial para la utilización sostenible; c) Identificará los procesos y categorías de actividades que tengan, o sea probable que tengan, efectos perjudiciales importantes en la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica y procederá, mediante muestreo y otras técnicas, al seguimiento de esos efectos; y d) Mantendrá y organizará, mediante cualquier mecanismo, los datos derivados de las actividades de identificación y seguimiento de conformidad con los apartados a), b) y c) de este artículo.	El proyecto considera un monitoreo de biodiversidad de manera anual, donde se enfocará en las áreas aledañas al proyecto en primera instancia, con la finalidad de monitorear y corroborar que el proyecto no se encuentre afectando la biodiversidad, monitoreos más lejanos para conocimiento más a detalle del SAR, y por último tener una comparativa cuantificable del estado que guarda el SAR en las áreas cercanas al proyecto y en sitios más alejados. Se dará especial énfasis de atención a las especies de importancia biológica para la conservación, ya sea de NOM-059-SEMARNAT-2010 o en su caso de CITES. Se contará con un área de conservación de la biodiversidad donde se realizarán las actividades de rescates, reforestaciones, obra de suelo y monitoreo biológico.
14	**Evaluación del impacto y reducción al mínimo del impacto adverso** Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda: a) Establecerá procedimientos apropiados por los que se exija la evaluación del impacto ambiental de sus proyectos propuestos que puedan tener efectos adversos importantes para la diversidad biológica con miras a evitar o reducir al mínimo esos efectos y, cuando proceda, permitirá la participación del público en esos procedimientos.	Se presenta la MIA-R con la finalidad de evaluar, integrar, mitigar y prospectar los impactos que generarán las obras del promovente. Los procedimientos propuestos se consideran los mejores que existen en la actualidad, con medidas de mitigación que aseguran la no afectación en la region donde se encuentra el proyecto.

III.5.4 Acuerdo de Escazú.

El gobierno de México firmó el Acuerdo el 27 de septiembre de 2018 y el Senado de la República lo ratificó el 5 de noviembre de 2020 con publicación en el DOF el 22 de abril de 2021

El objetivo del Acuerdo es garantizar la implementación plena y efectiva en América Latina y el Caribe de los derechos de acceso a la información ambiental, la participación pública en los procesos de toma de decisiones ambientales y el acceso a la justicia en asuntos ambientales, así como la creación y el fortalecimiento de las

capacidades y la cooperación, contribuyendo a la protección del derecho de cada persona, de las generaciones presentes y futuras, a vivir en un medio ambiente sano y al desarrollo sostenible.

El proyecto cordero será publicado en la gaceta ecológica la cual en cumplimiento a lo establecido en la fracción I del artículo 34, de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente y al artículo 37 de su reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental se publican el proyecto para Consulta al público y es su caso, reuniones públicas de la información del trámite.

III.5.5 Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo sobre Pueblos Indígenas y Tribales em Países Independientes.

Fecha de adopción: 27 de junio de 1989. Vinculación de México: 5 de septiembre de 1990. Ratificación. Aprobación del Senado: 11 de julio de 1990, según decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 3 de agosto de 1990. Entrada en vigor: 5 de septiembre de 1991- General. 5 de septiembre de 1991- México. Publicación Diario Oficial de la Federación: 24 de enero de 1991.

Tabla III. 48 Vinculación con el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo

Convenio 169 de la OIT		
Art.	**Descripción**	**Vinculación**
1	1. El presente Convenio se aplica: a) a los pueblos tribales en países independientes, cuyas condiciones sociales, culturales y económicas les distingan de otros sectores de la colectividad nacional, y que estén regidos total o parcialmente por sus propias costumbres o tradiciones o por una legislación especial; b) a los pueblos en países independientes, considerados indígenas por el hecho de descender de poblaciones que habitaban en el país o en una región geográfica a la que pertenece el país en la época de la conquista o la colonización o del establecimiento de las actuales fronteras estatales y que, cualquiera que sea su situación jurídica, conservan todas sus propias instituciones sociales, económicas, culturales y políticas, o parte de ellas. 2. La conciencia de su identidad indígena o tribal deberá considerarse un criterio fundamental para determinar los grupos a los que se aplican las disposiciones del presente Convenio. 3. La utilización del término "pueblos" en este Convenio no deberá interpretarse en el sentido de que tenga implicación alguna en lo que atañe a los derechos que pueda conferirse a dicho término en el derecho internacional.	Como ya se mencionó previamente en ese capítulo, en el área de influencia social del Proyecto, no existen ni pueblos ni comunidades indígenas. Descriptivamente se hace la observación de que no se asienta ninguna comunidad indígena, tampoco hay personas que estén asentadas en un territorio indígena y reconozcan autoridades propias de acuerdo con sus usos y costumbres, lo cual son elementos para considerar la existencia de una Comunidad o pueblo indígena sujeta de derechos colectivos que deban ser tutelados y garantizados por el Estado y respetados por el Promovente. Se anexa respuesta electrónica del COEPI (Comisión Estatal para los Pueblos Indígenas) y plano de ubicación de comunidades urbanas (asentamientos) en la ciudad de Parral. Asimismo, se anexa oficio ingresado al Instituto Nacional de Pueblos Indígenas (INPI) donde se consulta sobre la existencia de registros de territorios y pueblos indígenas o afromexicanos, dentro de los límites de la superficie que comprende el proyecto Cordero. (Anexo III.6)

CAPÍTULO IV

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

Proyectocordero
Minera Titán

Julio 2023

Great Place To Work. Certified NOV 2022 - NOV 2023 México

ESR Empresa Socialmente Responsable

MUJERES WiM MÉXICO

IV DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN. 1

IV.1 Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto 1

IV.1.1 Criterios para le delimitación del SAR 1
IV.1.1.1 Tipo de proyecto o conjunto de obras y actividades a desarrollar 1
IV.1.1.2 La funcionalidad mediante la definición de cuenca, sub cuenca o microcuenca en función a la localización del parteaguas y áreas de aportación (relieve e hidrología). 2
IV.1.1.3 La extensión de las comunidades vegetales colindantes al proyecto (continuidad homogénea). 4
IV.1.1.4 Aspectos legales sobre el uso de suelo del territorio (ordenamientos ecológicos y áreas naturales protegidas) 5
IV.1.1.5 Demográfico (localidades urbanas) 6
IV.1.2 Delimitación y justificación del área de influencia del proyecto 9
IV.1.2.1 Superficies solicitadas 10
IV.1.2.2 Microcuencas 11
IV.1.2.3 Continuidad vegetal 12
IV.1.2.4 Ruido 13
IV.1.2.5 Dispersión de polvo 16
IV.1.2.6 Modelación de riesgo (Cianuro) 17
IV.1.2.7 Localidades urbanas 19
IV.1.2.8 Cuenca visual 19
IV.1.2.9 Límites del Área de Influencia (AI) 21

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional. 23

IV.3 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR 26

IV.3.1 Medio abiótico. 26
IV.3.1.1 Clima y fenómenos meteorológicos 26
IV.3.1.1.1 Temperatura 27
IV.3.1.1.2 Isotermas 29
IV.3.1.1.3 Precipitación 29
IV.3.1.1.4 Evapotranspiración 31
IV.3.1.1.5 Isoyetas 32
IV.3.1.1.6 Eventos meteorológicos (estación severos) 33
IV.3.1.2 Geomorfología 34
IV.3.1.2.1 Provincias fisiográficas 36
IV.3.1.2.2 Subprovincia fisiográfica 38
IV.3.1.2.3 Sistema de topoformas 40
IV.3.1.3 Relieve 41
IV.3.1.3.1 Modelo digital de elevación (MDE) 41
IV.3.1.3.2 Pendientes 42
IV.3.1.3.3 Exposición 44
IV.3.1.4 Región minera 47
IV.3.1.5 Fallas y fracturas 48
IV.3.1.6 Susceptibilidad de la zona 49
IV.3.1.6.1 Sismicidad 49
IV.3.1.6.2 Deslizamientos de laderas 52
IV.3.1.6.3 Inundaciones 52
IV.3.1.7 Suelo 55
IV.3.1.7.1 Tipo de Suelo 55
IV.3.1.7.2 – Erosión hídrica 57
IV.3.1.7.3 – Erosión eólica 60

IV.3.1.8 Hidrología 66
IV.3.1.8.1 Balance hídrico 70
IV.3.1.8.2 Hidrología subterránea 73
IV.3.1.8.3 Calidad del agua 76
IV.3.1.9 Aire 88
IV.3.1.9.1 Velocidad y dirección del viento 88
IV.3.1.9.2 Ruido 92
IV.3.1.9.3 Cambio climático 94
IV.3.2 Medio biótico. 97
IV.3.2.1 Flora 97
IV.3.2.1.1 Características y tipos de vegetación y asociaciones vegetales del sistema ambiental regional Cordero 99
IV.3.2.1.2 Definición de la vegetación y flora del Sistema Ambiental Regional del proyecto Cordero 118
IV.3.2.1.3 Diversidad florística, composición florística, estructura de la vegetación y riqueza específica 120
IV.3.2.1.4 Análisis estadísticos 137
IV.3.2.1.4.1 Modelos no paramétricos 137
IV.3.2.1.5 Aplicación del Índice de Valor de Importancia Biológica (IVI) a la vegetación 139
IV.3.2.1.6 Aplicación del Índice de diversidad de Shannon - Wiener 141
IV.3.2.1.7 Índice de equitatividad de Pielou 142
IV.3.2.2 Fauna 145
IV.3.2.2.1 Diversidad faunística 145
IV.3.2.2.2 Composición Faunística del Sistema Ambiental Regional del proyecto Cordero 151
IV.3.2.2.3 Ecosistemas 180
IV.3.2.2.4 Ecosistemas ambientalmente sensibles: 184
IV.3.3 Medio socioeconómico. 189
IV.3.4 Paisaje. 205
IV.3.4.1 La visibilidad 210
IV.3.4.2 La calidad paisajística 215
IV.3.4.3 Fragilidad ambiental 218
IV.3.4.4 Cambio de uso de suelo 221
IV.3.4.5 índice de disturbio 226

IV.4 Diagnóstico ambiental. 233

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV. 1 actualmente Localidades cercanas al Proyecto "Cordero" 6
Tabla IV. 2 Estimación potencial del sonido 13
Tabla IV. 3 Resumen general de los componentes abióticos y bióticos, presentes actualmente 25
Tabla IV. 4 Superficie de tipos de clima en el SAR 27
Tabla IV. 5 Datos de la Estación Meteorológica 27
Tabla IV. 6 Estadísticas de temperaturas máximas, medias y mínimas promedio por mes 28
Tabla IV. 7 Estadísticas de temperaturas máximas, medias y mínimas promedio por mes 30
Tabla IV. 8 Isotermas dentro del SAR 32
Tabla IV. 9 Estadísticas de intemperismos severos. 34
Tabla IV. 10 Geología dentro del SAR 34
Tabla IV. 11 Provincias fisiográficas dentro del SAR 37
Tabla IV. 12 Sub provincias fisiográficas dentro del SAR 39
Tabla IV. 13 Sistema de topoformas dentro del SAR 40
Tabla IV. 14 Rango de elevaciones dentro del SAR 41

Tabla IV. 15 Pendientes dentro del SAR 43
Tabla IV. 16 Exposiciones dentro del SAR 45
Tabla IV. 17 Edafología dentro del SAR 56
Tabla IV. 18. Valores de cálculo de PRECRE e IALLU. 58
Tabla IV. 19. Valores de CAERO de acuerdo al tipo de suelo. 58
Tabla IV. 20. Valores de CATEX de acuerdo a la textura del suelo. 58
Tabla IV. 21. Valores de CATOP de acuerdo a las pendientes. 58
Tabla IV. 22. Valores de CAUSO de acuerdo al tipo de vegetación de cada unidad de suelo. 58
Tabla IV. 23. Clasificación del grado de erosión. 59
Tabla IV. 24. Superficie por grado de erosión. 59
Tabla IV. 25.Grado de erosión por tipo de vegetación para el SA. 59
Tabla IV. 26. Rangos de erosión eólica para para una valoración nominal 61
Tabla IV. 27. Valores de CATEX por para suelos calcáreos. 63
Tabla IV. 28. Valores de CATEX Clasificación para suelos no calcáreos con fase gravosa o pedregosa. 63
Tabla IV. 29. Valores de CATEX de acuerdo con la textura del suelo. 63
Tabla IV. 30. Valores de CAUSO para las diferentes usos y tipos de vegetación 64
Tabla IV. 31. Grado de erosión eólica para el Sistema Ambiental 65
Tabla IV. 32. Niveles jerárquicos de hidrología 67
Tabla IV. 33 Ordenes de corriente dentro del SAR 68
Tabla IV. 34 Coordenadas de los cauces federales 69
Tabla IV. 35. Valores de K por tipo de suelo 71
Tabla IV. 36. Valores de K por tipo de suelo 71
Tabla IV. 37. Valores anuales de evapotranspiración. 73
Tabla IV. 38. Balance hidrológico del SAR. 73
Tabla IV. 39 Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Valle de Zaragoza 0844. 74
Tabla IV. 40 Listado de las concesiones de agua dentro del SAR 75
Tabla IV. 41 Nombre de los pozos d emonitoreo 76
Tabla IV. 42 Resultados del análisis de agua subterránea conforme al límite máximo permisible (LMP) de la NOM-127-SSA1-1994. 79
Tabla IV. 43. Resultados del análisis de agua subterránea conforme a compuestos orgánicos 81
Tabla IV. 44 Resultados del análisis de agua subterránea conforme a plaguicidas y herbicidas 81
Tabla IV. 45 Resultados del análisis de agua subterránea conforme a los parámetros químicos 82
Tabla IV. 46 Resultados del análisis de agua subterránea conforme a los parámetros físicos 83
Tabla IV. 47. Resultados del análisis de agua subterránea respecto a cloro libre residual. 84
Tabla IV. 48. Parámetros para muestras de aguas subterráneas 1 86
Tabla IV. 49. Parámetros para muestras de aguas subterráneas 2 87
Tabla IV. 50 Monitoreo perimetral de PST - PM10 y PM2.5 89
Tabla IV. 51 Límites permisibles de ruido 92
Tabla IV. 52 Resumen de emisiones de GEI por su vida útil. 95
Tabla IV. 53. Uso de suelo y vegetación dentro del SAR 101
Tabla IV. 54. Superficie de los usos de suelo y vegetación que presenta la región de estudio para el 1991 106
Tabla IV. 55. Superficie de los usos de suelo y vegetación que presenta la región de estudio para el 2000 107
Tabla IV. 56. Superficie de los usos de suelo y vegetación que presenta la región de estudio para el 2005 108
Tabla IV. 57. Superficie de los usos de suelo y vegetación que presenta la región de estudio para el 2014 109
Tabla IV. 58. Superficie de los usos de suelo y vegetación que presenta la región de estudio para el 2017 110
Tabla IV. 59. Superficie de los usos de suelo y vegetación que presenta la región de estudio para el 2021 111

Tabla IV. 60. Superficie de los usos de suelo y vegetación que presenta el área del SAR Cordero para los años 1991, 2000, 2005, 2014, 2017, y 2021 112
Tabla IV. 61. Listado de la flora del Sistema Ambiental Regional del proyecto Cordero (194 especies) ... 120
Tabla IV. 62. Familias, géneros, número de especies y porcentajes por familia, de la flora del Sistema Ambiental Regional Cordero 129
Tabla IV. 63. Estratos de vegetación, número de especies y porcentajes, del sistema ambiental Cordero .. 133
Tabla IV. 64. Comparación de la riqueza específica (Rb) entre diferentes áreas forestales de matorral desértico, bosques y otros ecosistemas vegetales del norte de México, incluyendo algunas localidades del norte de México, como de Chihuahua y sur de Estados Unidos (tabla tomada de ejemplo con ajustes, de Muñoz *et al*, 2011) 135
Tabla IV. 65. Porcentajes respectivos de riqueza por cada estimador en el estrato Arbóreo 139
Tabla IV. 66. Índice de Valor de Importancia por estrato 140
Tabla IV. 67. Índices de diversidad de Shannon para los estratos de flora..... 142
Tabla IV. 68. Especies de flora del SA Cordero, consideradas en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 o de la CITES..... 143
Tabla IV. 69. Especies de vertebrados, mamíferos, aves, anfibios y reptiles del Sistema Ambiental Regional del proyecto Cordero..... 147
Tabla IV. 70. Composición de las especies de vertebrados, del Sistema Ambiental Regional Cordero, se incluyen clases, familias, géneros, especies y porcentajes de las clases con respecto al total..... 151
Tabla IV. 71. Transectos de revisión de fauna, en áreas del SAR del proyecto Cordero 154
Tabla IV. 72. Especies de fauna y ocurrencia de sus indicios, como resultado de la aplicación de cuarenta (40) transectos lineales en el Sistema Ambiental regional del proyecto Cordero..... 155
Tabla IV. 73. Índice de diversidad de Shannon – Wiener para los mamíferos del Sistema Ambiental Regional Cordero 159
Tabla IV. 74. Índice de diversidad de Shannon – Wiener para las aves del Sistema Ambiental Regional Cordero..... 160
Tabla IV. 75. Índice de diversidad de Shannon – Wiener para los reptiles del SAR Cordero 162
Tabla IV. 76. Distancia de los cuarenta transectos para fauna que se realizaron en el Sistema Ambiental Regional del proyecto Cordero 164
Tabla IV. 77. Índices de abundancia relativa de fauna, detectada en transectos, se reporta como indicios / km de longitud..... 165
Tabla IV. 78. Coordenadas UTM (datum WGS84) y clave de las cámaras colocadas en diferentes estaciones 170
Tabla IV. 79. Presencia o incidencia de fauna en cámaras trampa, en el SAR Cordero 172
Tabla IV. 80, Especies de fauna, con algún estatus de riesgo o amenaza del Sistema Ambiental Regional del proyecto Cordero, NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITES 174
Tabla IV. 81. Especies de fauna silvestre indicadoras o especies de importancia ecológica 176
Tabla IV. 82. Estimación cualitativa de especies indicadoras de fauna silvestre del SAR Cordero 179
Tabla IV. 83 Niveles de degradación ambiental 185
Tabla IV. 84 Tolerancia ambiental..... 185
Tabla IV. 85. Grado de sensibilidad..... 185
Tabla IV. 86. Ecosistemas ambientalmente sensibles..... 186
Tabla IV. 87 Regiones mineras del estado y región del proyecto..... 190
Tabla IV. 88 Población de los municipios de Hidalgo del Parral y Valle de Zaragoza..... 191
Tabla IV. 89 Servicios de salud de los municipios de Hidalgo del Parral y Valle de Zaragoza..... 192
Tabla IV. 90 Vivienda de los municipios de Hidalgo del Parral y Valle de Zaragoza 193
Tabla IV. 91 Marginación de los municipios de Hidalgo del Parral y Valle de Zaragoza 195

Tabla IV. 92 Economía de los municipios de Hidalgo del Parral y Valle de Zaragoza..... 197
Tabla IV. 93 Etnicidad de los municipios de Hidalgo del Parral y Valle de Zaragoza 199
Tabla IV. 94 Localidades de los municipios de Hidalgo del Parral y Valle de Zaragoza 200
Tabla IV. 95 Población de las localidades presentes en el área de influencia 202
Tabla IV. 96. Categorización de topoformas 215
Tabla IV. 97 Categorización de distancia a cuerpos/corrientes de agua. 216
Tabla IV. 98 Categorización los usos de suelo y vegetación 216
Tabla IV. 99 Categorización de la antropización. 216
Tabla IV. 100 Estandarización de los componentes 216
Tabla IV. 101. Superficie por nivel de calidad paisajística..... 217
Tabla IV. 102. Categorización de pendiente 218
Tabla IV. 103. Categorización de suelos 218
Tabla IV. 104. Usos de suelo y vegetación. 219
Tabla IV. 105. Estandarización de los componentes. 219
Tabla IV. 106. Superficie por nivel de fragilidad. 219
Tabla IV. 107. Características del sensor Landsat 221
Tabla IV. 108. Landsat Superficie de uso de suelo del sistema ambiental Cordero del año 1990 224
Tabla IV. 109. 2023 Landsat Superficie de uso de suelo del sistema ambiental Cordero del año 2023 225
Tabla IV. 110. Cambios de uso de suelo en el sistema ambiental Cordero en el periodo 1990-2023. 226
Tabla IV. 111. Parámetros para la transformación Tasseled Cap a imágenes satelitales Landsat. 226
Tabla IV. 112. Niveles de disturbio para el sistema ambiental Cordero en el periodo 1990. 227
Tabla IV. 113. Superficies del índice de disturbio en el sistema ambiental Cordero en el periodo 2023. ... 228
Tabla IV. 114. Métricas evaluadas para el periodo 1990 en el sistema ambiental Cordero. 232
Tabla IV. 115. Métricas evaluadas para el periodo 2023 en el sistema ambiental Cordero. 232

ÍNDICE DE IMÁGENES

Figura IV. 1. Primer criterio para la generación SAR – Usos, ubicación y extensión del proyecto. 2
Figura IV. 2 Segundo criterio para la generación SAR (preliminar) – Relieve e hidrología. 4
Figura IV. 3 Tercer criterio para la generación SAR – Continuidad vegetal homogénea. 5
Figura IV. 4 Cuarto criterio para la generación SAR – Ordenamientos ecológicos y ANP 6
Figura IV. 5 Quinto criterio para la generación SAR – Demográfico y riesgo 8
Figura IV. 6 Sistema Ambiental Regional del proyecto "Cordero" 9
Figura IV. 7 Primer criterio para la generación del AI – Usos mineros 10
Figura IV. 8 Segundo criterio para la generación del AI – Microcuencas 12
Figura IV. 9 Tercer criterio para la generación del AI – Continuidad vegetal 13
Figura IV. 10 Cuarto criterio para la generación del AI – Ruido ambiental 15
Figura IV. 11 Quinto criterio para la generación del AI – Dispersión de polvos 16
Figura IV. 12 Sexto criterio para la generación del AI – Modelación de riesgo (cianuro) 18
Figura IV. 13 Séptimo criterio para la generación del AI – Localidades urbanas 19
Figura IV. 14 Octavo criterio para la generación del AI – Cuenca visual 20
Figura IV. 15 Criterios para la generación del AI 21
Figura IV. 16 Área de influencia 22
Figura IV. 17 Climatología dentro del SAR 27
Figura IV. 18 Isotermas dentro del SAR 29
Figura IV. 19 Evapotranspiración dentro del SAR 32
Figura IV. 20 Isoyetas dentro del SAR 33

Figura IV. 21 Geología dentro del SAR 35
Figura IV. 22 Caracterización geológica a base de barrenos 36
Figura IV. 23 Ejemplo de algunos estudios complementarios de la geología 36
Figura IV. 24 Provincias fisiográficas dentro del SAR 38
Figura IV. 25 Sub provincias fisiográficas dentro del SAR 39
Figura IV. 26 Sistema de topoformas dentro del SAR 40
Figura IV. 27 Rango de elevaciones dentro del SAR 41
Figura IV. 28 Relieve bien representado del SAR 42
Figura IV. 29 Pendientes dentro del SAR 43
Figura IV. 30 Pendiente típica del SAR 44
Figura IV. 31 Sistema de topoformas con llanuras del SAR 45
Figura IV. 32 Exposiciones dentro del SAR 46
Figura IV. 33 Carta geológico minera del SAR 47
Figura IV. 34 Fallas y fracturas dentro del SAR 48
Figura IV. 35 Escala de Mercalli 50
Figura IV. 36 Regionalización sísmica CFE 51
Figura IV. 37 Sismos registrados en la región 51
Figura IV. 38 Deslizamiento potencial de laderas 52
Figura IV. 39 Peligro de inundaciones a nivel municipal 54
Figura IV. 40 Edafología dentro del SAR 56
Figura IV. 41 Erosión hídrica dentro del SAR 60
Figura IV. 42. valores de CATEX asignados para el SA, de acuerdo con los tipos de suelo, sus fases físicas y textura 63
Figura IV. 43. valores de CAUSO asignados para el SA, de acuerdo con los tipos uso de suelo y vegetación serie VII 64
Figura IV. 44. Rangos de erosión eólica estimada para el Sistema de Ambiental Regional 65
Figura V. 45 Regiones hidrológicas, cuencas y subcuencas 67
Figura IV. 46 Ordenes de corriente dentro del SAR 68
Figura IV. 47 Ubicación de los cauces federales 70
Figura IV. 48 Acuíferos dentro del SAR 74
Figura IV. 49 Concesiones de agua dentro del SAR 76
Figura IV. 50 Ubicación de los pozos de monitoreo 77
Figura IV. 51 Ubicación del monitoreo perimetral de PST - PM10 y PM2.5 90
Figura IV. 52 Evidencia del monitoreo llevado a cabo en el año 2022 91
Figura IV. 53 Modelación de riesgo en todas las direcciones del viento 92
Figura IV. 54 Evaluación del ruido perimetral 2022 93
Figura IV. 55 Evaluación del ruido perimetral 2023 94
Figura IV. 56. Tipos de vegetación y uso del suelo del SAR Cordero 100
Figura IV. 57. Uso de suelo y vegetación a partir de la información publicada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) del año 1991 107
Figura IV. 58. Uso de suelo y vegetación a partir de la información publicada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) del año 2000 108
Figura IV. 59. Uso de suelo y vegetación a partir de la información publicada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) del año 2005 109
Figura IV. 60. Uso de suelo y vegetación a partir de la información publicada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) del año 2014 110

Figura IV. 61. Uso de suelo y vegetación a partir de la información publicada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) del año 2017 111
Figura IV. 62. Uso de suelo y vegetación a partir de la información publicada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) del año 2021 112
Figura IV. 63. Estados sucesionales de los tipos de vegetación del área del proyecto 115
Figura IV. 64. Sistema ambiental regional Cordero con problemática ambiental general y afectaciones que se generan en forma de funciones forzantes, en relación a la vegetación 117
Figura IV. 65. Ubicación de los cuarenta transectos para fauna, que aplicaron en el Sistema Ambiental Regional del Cordero 154
Figura IV. 66. Rutas de aves migratorias de Norteamérica, que cruzan por México, en Chihuahua influye principalmente la ruta Central (color verdee) y en menor grado la ruta del Pacífico (color azul)..... 169
Figura IV. 67 Nivel de antropización dentro del SAR..... 182
Figura IV. 68 Índice de impacto antrópico dentro del SAR 183
Figura IV. 69 Grado de marginación por municipio de la región de llanura 196
Figura IV. 70 Localidades indígenas 200
Figura IV. 71 Localidades más próximas al proyecto..... 201
Figura IV. 72 Observación 1, visibilidad de los caminos presentes dentro del SAR 211
Figura IV. 73 Observación 2, visibilidad de las localidades..... 212
Figura IV. 74 Observación 3, visibilidad a través de una elevación alta (cerro) 213
Figura IV. 75 Ejemplo de visibilidad de alguna observación respecto al relieve 213
Figura IV. 76 Calidad del paisaje dentro del SAR..... 217
Figura IV. 77 Fragilidad del paisaje dentro del SAR..... 220
Figura IV. 78. Composición de bandas del sensor Landsat TM5 de 1990 para el sistema ambiental Cordero. 223
Figura IV. 79. Composición de bandas del sensor Landsat 8 de 2023 para el sistema ambiental Cordero... 223
Figura IV. 80. Uso de suelo 1990 obtenido a través del procesamiento de imágenes Landsat TM5. 224
Figura IV. 81. Uso de suelo 2023 obtenido a través del procesamiento de imágenes Landsat OLI. 225
Figura IV. 82. Mapa del índice de disturbio en el sistema ambiental Cordero en el periodo 1990. 228
Figura IV. 83. Mapa del índice de disturbio en el sistema ambiental Cordero en el periodo 2023. 229

Índice de Gráficas

Gráfica IV. 1. Temperaturas máximas, medias y mínimas promedio por mes 28
Gráfica IV. 2. Precipitación promedio por mes 30
Gráfica IV. 3. Resultados del análisis de agua subterránea para el potencial de hidrógeno. 83
Gráfica IV. 4. Resultados del análisis de agua subterránea para cloro libre residual. 84
Gráfica IV. 5. Resultados del análisis de agua subterránea para radioactividad alfa..... 85
Gráfica IV. 6. Resultados del análisis de agua subterránea para radioactividad beta. 85
Gráfica IV. 7. Resultados del análisis de agua subterránea para coliformes fecales y totales. 86
Gráfica IV. 8. Velocidad del viento. 88
Gráfica IV. 9. Rosa de los vientos..... 89
Gráfica IV. 10. Familias de plantas y número de especies por familia, presentes en el SAR del proyecto Cordero..... 132
Gráfica IV. 11. Estratos forestales del Sistema Ambiental Regional Cordero, y número de especies por estrato 133
Gráfica IV. 12. Estratos de plantas del Sistema Ambiental Regional Cordero, número de especies y porcentajes respecto al total 134

Gráfica IV. 13. Clases y número de especies de animales silvestres del Sistema Ambiental Regional Cordero 152
Gráfica IV. 14. Clases de vertebrados del Sistema Ambiental Regional del proyecto Cordero, número de especies y porcentaje en relación al total de especies presentes 153
Gráfica IV. 15. Especies de fauna y número de indicios, detectados en cuarenta transectos del SAR Cordero 158
Gráfica IV. 16. Índices de diversidad de mamíferos, aves y reptiles del SAR del proyecto Cordero 163
Gráfica IV. 17. Índice de abundancia relativa de mamíferos, aves, y reptiles del Sistema Ambiental Regional Cordero 167
Gráfica IV. 18. Distribución del índice de disturbio en el sistema ambiental Cordero en el periodo 1990. . 228
Gráfica IV. 19. Distribución del índice de disturbio en el sistema ambiental Cordero en el periodo 2023. . 229

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

El objetivo de este apartado se orienta a ofrecer una caracterización del medio en sus factores bióticos, abióticos y socioeconómicos; describiendo y analizando, en forma integral, los componentes naturales y artificiales del sistema ambiental regional en donde se encuentra inserto el proyecto, todo ello con el objeto de hacer una correcta identificación de sus condiciones ambientales previas al desarrollo del proyecto, de las principales tendencias de desarrollo y/o deterioro y de la interacción que tendrá el proyecto con dichas tendencias.

IV.1 Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto.

El sistema ambiental de la región de estudio fue delimitado conforme a sus componentes y de sus factores ambientales significativos (flora, uso de suelo, hidrología, socioeconómico, etc.) con los que el proyecto interactuará en algún tiempo, siendo un espacio geográfico ambientalmente homogéneo, resultado de la interacción de sus diversos componentes (*bióticos, abióticos y sociales*), cuya delimitación deriva de la uniformidad y continuidad de los mismos. De esta manera, se pudo delimitar un SAR acorde, tanto a la extensión de los posibles impactos que se pudieran generar.

IV.1.1 Criterios para le delimitación del SAR

La definición del sistema ambiental regional según Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional indica que es un "*Espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abiótico, biótico y socioeconómico de la región donde se pretende establecer un proyecto, generalmente formado por un conjunto de ecosistemas y dentro del cual se aplicará un análisis de los problemas, restricciones y potencialidades ambientales y de aprovechamiento*", dicho lo anterior se puede considerar como el área mínima indispensable de delimitación natural que permita una valoración de los posibles impactos que se producirán a nivel regional, que facilite el análisis, la planeación y el manejo de los recursos naturales que se localizan dentro de la región.

Para la delimitación adecuada de un SAR, se deben de considerar diferentes criterios, siendo los principales los siguientes:

- Tipo de proyecto o conjunto de obras y actividades a desarrollar
- La funcionalidad mediante la definición de cuenca, subcuenca o microcuenca en función a la localización del parteaguas y áreas de aportación (relieve e hidrología).
- La extensión de las comunidades vegetales colindantes al proyecto (continuidad homogénea).
- Aspectos legales sobre el uso de suelo del territorio (ordenamientos ecológicos y áreas naturales protegidas)
- Demográfico (localidades urbanas y riesgo)

Dicho lo anterior, es importante tomar en consideración los diferente lineamientos o criterios para delimitar de manera adecuada el SAR, para ello se realizará un análisis particular para cada uno de ellos a fin representar de manera adecuada los criterios de mayor relevancia, conforme a las necesidades del proyecto en cuestión.

IV.1.1.1 Tipo de proyecto o conjunto de obras y actividades a desarrollar

Previo a cualquier trabajo para realizar la delimitación del SAR, en necesario conocer las particularidades del proyecto, es decir si compete a ser del orden puntual o lineal, en donde se deberá de resaltar aspectos como extensión y dimensiones, distribución espacial de la sobras y actividades en las que se incluyen aquellas que son asociadas o provisionales.

Para ello tenemos que los usos planteados comprenden un total de **45 poligonales**, su ubicación se encuentra delimitada espacialmente por medio de un datum UTM WGS84 en una zona 13 norte. Con estas superficies solicitadas tenemos la base para poder realizar la delimitación que sea acorde al proyecto, así como estimar la injerencia del mismo respecto a las superficies contiguas.

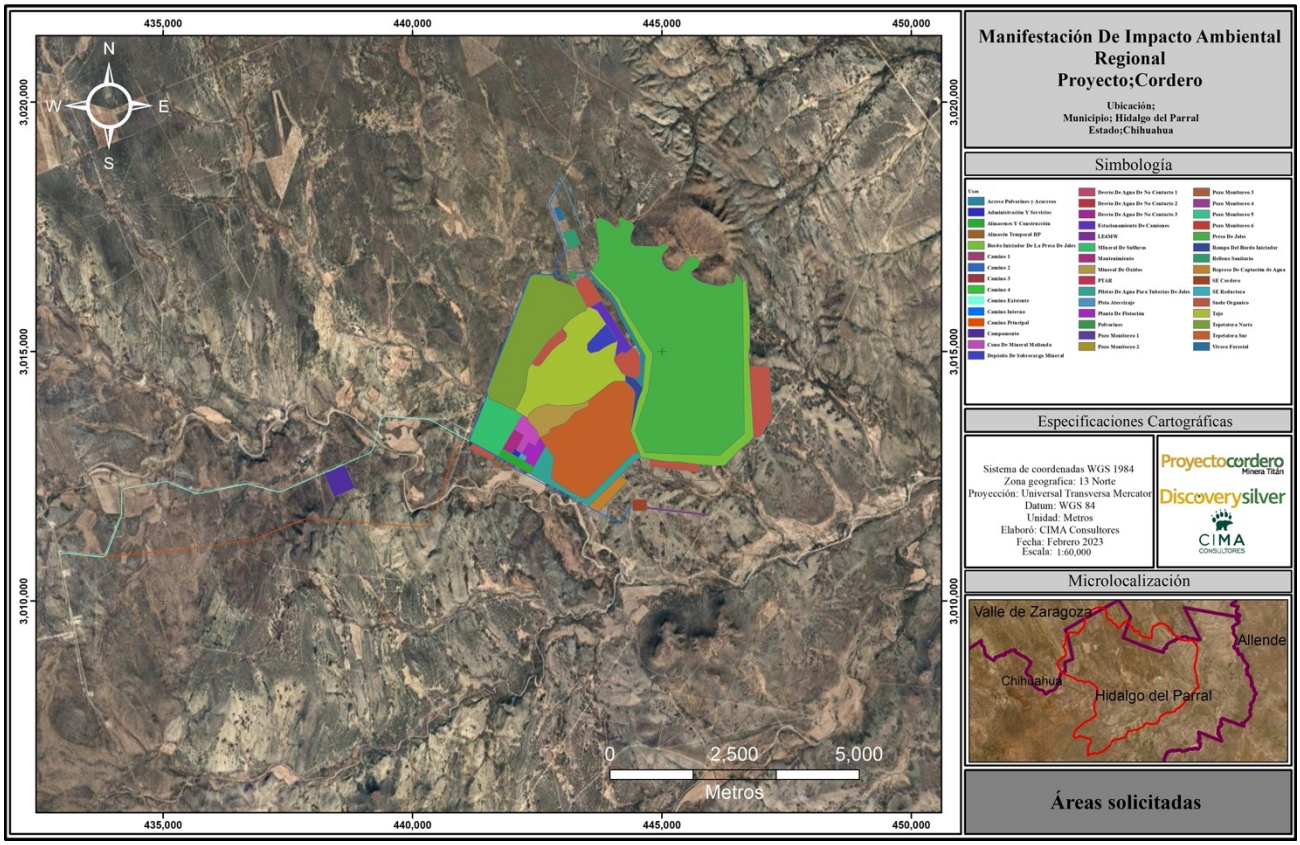


Figura IV. 1. Primer criterio para la generación SAR – Usos, ubicación y extensión del proyecto.

IV.1.1.2 La funcionalidad mediante la definición de cuenca, sub cuenca o microcuenca en función a la localización del parteaguas y áreas de aportación (relieve e hidrología).

El Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en su artículo 141 se establece que los Estudios Técnicos Justificativos (ETJ) deben contener información ambiental de la cuenca hidrológica forestal donde se ubique el proyecto, la cual es delimitado principalmente por la topografía e hidrología, sin embargo es uno de los puntos de mayor relevancia pero no el único para la creación de un sistema ambienta regional, el cual comparte amplia similitud con las cuencas hidrológicas o en menor superficie micro cuencas, para entender el concepto de microcuencas en necesario conocer sus particularidades mismas que apoyaran a la generación del Sistema Ambiental Regional.

Las cuencas hidrográficas o microcuencas siguen siendo consideradas como la unidad del territorio fundamental para la planeación y el manejo de los recursos naturales. Sin embargo, uno de los principales problemas a los cuales se enfrentan científicos y tomadores de decisión es a la ausencia de una delimitación de cuencas consensuada al interior de un país. Diversos esfuerzos se han realizado para delinear y codificar cuencas continentales (Verdin y Verdin, 1999) así como generar los criterios para la delimitación de una jerarquía hidrográfica a nivel nacional (NRCS, 2004).

En México se han hecho múltiples esfuerzos para elaborar divisiones hidrográficas, aunque pocas de ellas han seguido sólo criterios naturales, principalmente topográficos e hidrográficos. Con el ánimo de llenar este vacío de información, el Instituto Nacional de Ecología (INE), el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) han elaborado un mapa de cuencas hidrográficas a nivel nacional a escala 1:250,000 utilizando criterios naturales, topográficos e hidrográficos, para la demarcación de los límites. Mediante esta metodología se han delimitado 1471 cuencas hidrográficas en todo el país. Asimismo, se ha hecho un importante avance metodológico que permita el establecimiento de

una toponimia de cada una de las cuencas hidrográficas. Este esfuerzo busca además homogeneizar criterios entre las distintas instituciones académicas y dependencias gubernamentales, así como brindar una base estandarizada de cuencas a nivel nacional para otro tipo de usuarios.

Actualmente el uso de Sistemas de Información Geográfica para el manejo de información temática y geo referenciado es muy utilizado por lo práctico y preciso, la información en mapas, cuadros y gráficas la hacen más comprensible e integrable en el proceso de valoración. La microcuenca generada a través de Modelo Digital de Elevación que enmarca sus límites en partes altas, por emplazar el trazo en terrenos de lomerío suave los cajetes que se forman con un punto de drenaje tienen intrínseca una funcionalidad por tener barreras naturales, formar corredores y otras condiciones homogéneas relacionadas con el agua y lo que de ella depende o se deriva (vegetación, fauna, entre otras). Quezada B. Carlos, FIRA, Menciona "*Microcuencas"* como el marco hidrográfico formal y explícito compartido actualmente por instancias de planeación y operación que permite tomar decisiones y análisis con multicriterio.

La cuenca es además integradora de procesos y patrones de los ecosistemas, en donde las plantas y animales ocupan una diversidad de hábitat generado por variaciones de tipos de suelo, geomorfología y clima en un gradiente altitudinal (FIDERCO-Univ. Nayarit, s/f)1. De esta forma, el impacto de la acción de un proyecto tenderá a contenerse en la cuenca. Asimismo, las cuencas hidrológicas tienen límites bien definidos, por lo que se pueden considerar unidades de manejo bien delimitadas. Su uso como unidades de manejo hace más fácil evaluar el impacto de un proyecto en el ecosistema, a modo de compensar o mitigar estos impactos en el ambiente (Mass, 2003)2. Además, el tomar en cuenta las cuencas, subcuencas y microcuencas para delimitar el SAR, es congruente con lo que indican otros instrumentos de regulación ambiental.

Con la descripción previa, tenemos una base para la delimitación del sistema ambiental regional involucra un modelo de creación de microcuencas a través del modelo digital de elevación y red hidrológica ambas de INEGI en su escala 1:50,000.

En este estudio en particular se optó por delimitar una serie de microcuencas, esto se llevó a cabo con el apoyo del Software ArcGIS 10.3 y la extensión ARCSWAT, utilizando como insumos un modelo digital de elevación y la red de drenajes, dentro de ella se delimitaron un total de 6 microcuencas con esta metodológica. Así mismo, fue necesario involucrar análisis más allá de las condiciones del relieve y lo marcado Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, pero que fueron la base o punto de partida para lograr la generación del SAR el cual se ajusta al segundo punto que es su delimitación conforme al medio abiótico, en este caso la topografía e hidrología.

[1] Fideicomiso para el Desarrollo de la región Centro Occidente (FIDERCO) – Universidad de Nayarit. s/f. Análisis regional de la gestión del agua en la región Centro Occidente. Parte II.
[2] Mass, M. 2003. Principios generales sobre manejo de ecosistemas. Pp. 117-135. En: O. Sánchez, E. Vega, E. Peters y O. Monroy-Vilchis (eds). *Conservación de ecosistemas templados de montaña en México*. Instituto Nacional de Ecología. SEMARNAT, U. S. Fish & Wildlife Service y Unidos para la Conservación, A. C., México, D. F. 315 pp.

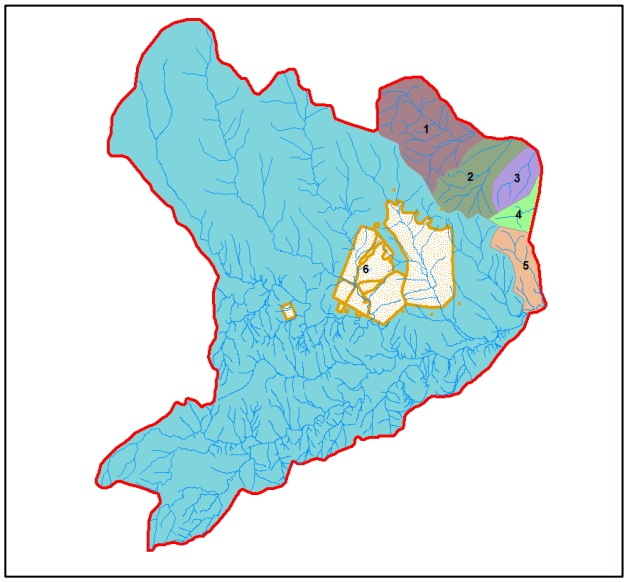


Figura IV. 2 Segundo criterio para la generación SAR (preliminar) – Relieve e hidrología.

IV.1.1.3 La extensión de las comunidades vegetales colindantes al proyecto (continuidad homogénea).

Para el tercer criterio, es necesario conocer los límites del o los ecosistemas o comunidades vegetales presentes en el área donde va a establecerse el proyecto, cabe mencionar que las áreas contiguas a las microcuencas generadas están dominadas en gran medida por el pastizal natural, aunque dentro de ellas existen manchones de matorrales, que aun y cuando suelen existir áreas de transición extensas por estos ecosistemas, la condición que guardan entre ellos se encuentra bien definidos.

Para este caso, fue necesario emplear la carta de uso de suelo y vegetación en su serie VII, siendo la más reciente de este tipo, generada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en donde se buscó la continuidad vegetal, la cual por sus características particulares fuera de manera homogénea. Para el caso particular del proyecto, fue necesario reclasificar los usos de suelo en la carta previamente mencionada, a fin de crear un grupo más extenso se utilizó un sistema de clasificación jerárquica que tiene en su nivel más alto a las formaciones vegetales, que son categorías representadas por rasgos fisonómicos y ecológicos (bosque, selva, matorral, pastizal, agricultura etc.).

En base a lo anterior y a modo de facilitar la delimitación del SAR, por medio de ecosistemas tenemos una marcada dominancia del pastizal natural y en menor medida de matorral xerófilo, los cuales permitieron conocer el alcance acorde a las necesidades del proyecto conforme a la vegetación, tomando en algunas ocasiones la agricultura o pastizal inducido como los límites para realizar el ajuste al SAR delimitado previamente por el relieve e hidrología, que fueron la base inicial para su creación. No obstante, fue necesario buscar en todo momento ajustarse a los parteaguas y microcuencas a fin de procesar a mejor detalle el sistema ambiental regional contemplado el segundo criterio del componente abiótico. La adaptación en mención fue realizada dentro del mismo software, empleando como insumos los "shapes" más actualizados de INEGI contemplando con ello, el medio florístico, sin embargo, la fauna silvestre juega un papel importante, pues estas áreas son empleadas como superficies de desplazamiento, anidación, caza, suministro de comida etc., sin embargo, no se considera que se tengan impactos directos más allá del SAR delimitado con excepción de las vías de comunicación.

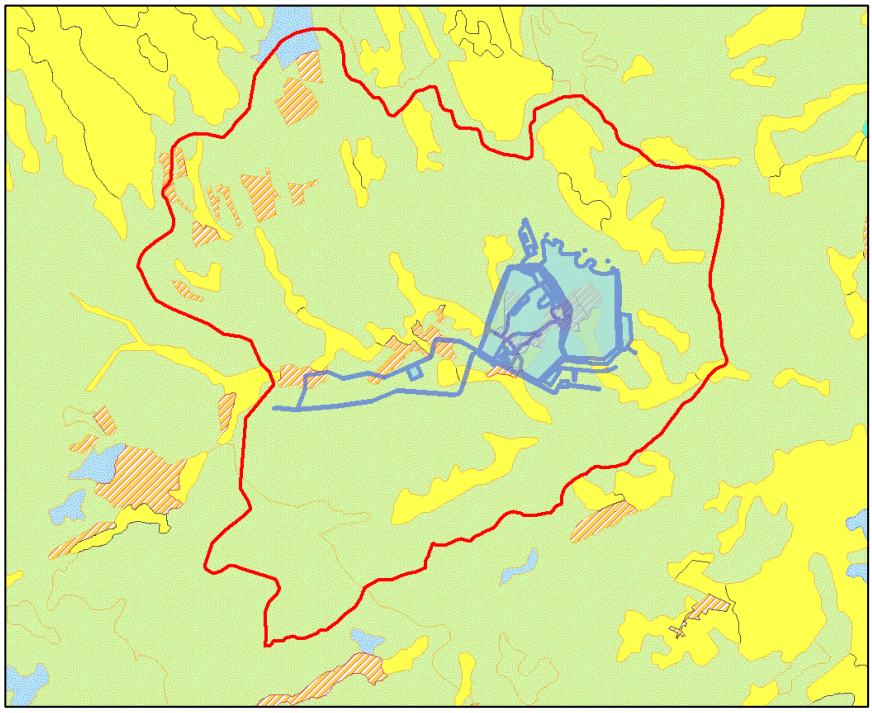


Figura IV. 3 Tercer criterio para la generación SAR – Continuidad vegetal homogénea.

IV.1.1.4 Aspectos legales sobre el uso de suelo del territorio (ordenamientos ecológicos y áreas naturales protegidas)

Los ordenamientos ecológicos, son instrumento de la política ambiental que se concibe como un proceso de planeación cuyo objetivo es encontrar un patrón de ocupación del territorio que maximice el consenso y minimice el conflicto entre los diferentes sectores socio-económicos y las autoridades en una región. Actualmente todo el territorio mexicano terrestre se encuentra delimitado por las unidades de gestión ambiental, las cuales son agrupadas por diferentes atributos y similitudes entre ellos. Para el área específica del proyecto, tenemos la existencia de 2 UAB, las cuales se denominan Sierras y llanuras de Durango y Bolsón de Mapimí sur, ambas unidades contemplan a la minería como una actividad de importancia para la región, la primera categorizada como Rector del desarrollo y la segunda como coadyuvante de desarrollo, las dos UAB fueron contempladas para un análisis de revisión puntual y determinar su viabilidad respecto al uso planteado, así mismo se determinó el alcance donde pueden presentarse los impactos ambientales, quedando únicamente dentro de 2 UAB. Una revisión adicional, es considerar la existencia de áreas naturales protegidas que deban ser salvaguardadas por sus condiciones particulares, sin embargo, en el área del proyecto o región próxima no existen superficies de este tipo.

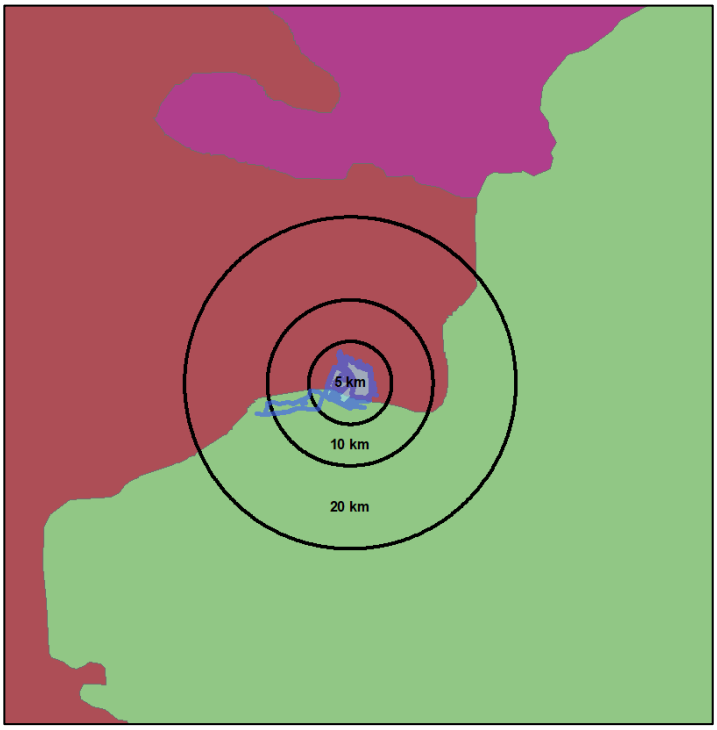


Figura IV. 4 Cuarto criterio para la generación SAR – Ordenamientos ecológicos y ANP

IV.1.1.5 Demográfico (localidades urbanas)

En estos criterios, tenemos que el proyecto y SAR previamente delimitado se localiza en su totalidad dentro del estado de Chihuahua, mientras que el proyecto se ubica en el municipio de Hidalgo del Parral, sin embargo, el SAR se ubica con una alta superficie sobre el municipio en mención y en menor medida sobre el municipio de Valle de Zaragoza.

En cuanto a las localidades más próximas, se buscó en todo momento incluir al menos aquellas que se localicen en un radio de 2.5 kilómetros lineales de las obras mineras (no se incluyeron los caminos de acceso), siendo una distancia considerable, para aplicar las diferentes medidas de mitigación y prevención a los impactos adversos identificados dentro del capítulo 5 del actual estudio. Dicha distancia además considera aquellas posibles operaciones extraordinarias, tomando en cuenta el riesgo de mayor relevancia por el manejo de cianuro, la cual es considerada como una nube tóxica, (dicho análisis se presenta de manera más extensa por medio de un estudio de riesgo ambiental incluido en el presente estudio).

Dentro de este alcance tenemos a 2 localidades que se ubican a menos de 2.5 km a la redonda de alguna obra minera sin contemplar los caminos de acceso, denominadas Cordero y San Juan, mientras que el resto se localizan más haya de este rango. Cabe mencionar que la localidad más próxima o con alguna interacción es Cordero, la cual es integrada por aproximadamente 6 viviendas o pequeños ranchos pequeños con actividades ganaderas y agrícolas. Comúnmente conocido como ejido Cordero, en esta localidad se encuentra el salón ejidal en el cual, la promovente participa en juntas de manera periódica sobre los temas de interés de los superficiarios.

Tabla IV. 1 actualmente Localidades cercanas al Proyecto "Cordero"

Localidades cercanas al Proyecto "Cordero"						
Municipio	**Localidad**	**Tipo**	**Distancia lineal a las obras mineras**	**Dirección**	**Ubicación respecto al SA**	**¿Se tendrá que reubicar?**
Hidalgo de Parral	Rancho Elvira	Rural	3km	Sur	Dentro	No

Localidades cercanas al Proyecto "Cordero"						
Municipio	**Localidad**	**Tipo**	**Distancia lineal a las obras mineras**	**Dirección**	**Ubicación respecto al SA**	**¿Se tendrá que reubicar?**
Hidalgo de Parral	Restaurant Sapién	Rural	8.6	Este	Afuera	No
Hidalgo de Parral	Ancón de la luz	Rural	5.4	Sur	Afuera	No
Hidalgo de Parral	Cordero	Rural	1.8	Oeste	Dentro	No
Hidalgo de Parral	Rancho de Enmedio	Rural	7	Este	Medio	No
Hidalgo de Parral	San Juan	Rural	1.2	Sur	Dentro	No
Hidalgo de Parral	Agua Fría	Rural	4.6	Suroeste	Afuera	No
Hidalgo de Parral	Santa Rita	Rural	4.4	Suroeste	Afuera	No
Hidalgo de Parral	San Felipe	Rural	9.3	Oeste	Afuera	No
Hidalgo de Parral	El Terrero	Rural	8.6	Sureste	Dentro	No
Hidalgo de Parral	La Estanzuela	Rural	11.79	Suroeste	Afuera	No
Hidalgo de Parral	Rancho el girasol	Rural	11.6	Este	Dentro	No
Hidalgo de Parral	Sapién	Rural	8.7	Este	Afuera	No

Visto lo anterior, ninguna de ellas tendrán que ser reubicadas pues no tienen injerencia directa sobre algún uso o bien están fuera del alcance por encima de la zona de peligro que ronda los 514 metros a 50 ppm, mientras que el segundo alcance se considera de 1,900 metros a una exposición de 5 ppm, esto considerando el evento de mayor peligro y bajo condiciones extremas, sin embargo es pertinente tomar en consideración aquellas localidades próximas a estos rangos a fin de definir el SAR de una mejor manera, cabe mencionar que contemplando los preceptos anteriores y tomando en consideración la demografía (localidades urbanas) el SAR previamente delimitado no sufre algún cambio, ya que se ajusta al quinto criterio socioeconómico.

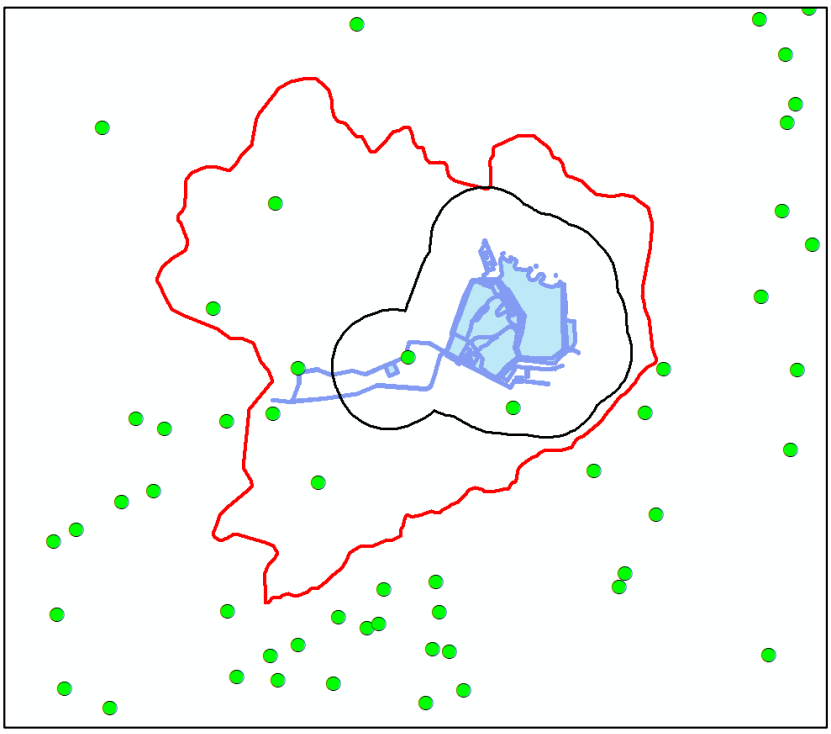


Figura IV. 5 Quinto criterio para la generación SAR – Demográfico y riesgo

Atendiendo los criterios establecidos (abiótico, biótico y socioeconómico) el análisis de aquellos elementos o componentes considerados para la delimitación del SAR, conforme a sus componentes y sus factores ambientales significativos con los que el proyecto interactuará durante su vida útil.

- El proyecto cuenta con la ubicación de las superficies necesarias para llevar a cabo las operaciones de manera adecuada, incluidas aquellas que servirán como servicios u obras asociadas para su desarrollo.
- La creación de microcuencas, respetando los parteaguas o áreas con mayor elevación para delimitar con mayor precisión los impactos asociados al proyecto, el llevar el análisis a nivel cuenca o subcuenca la evaluación del proyecto y sus impactos no serían representativos, dada su elevada extensión territorial.
- Se cuenta con una continuidad homogénea de las áreas naturales o forestales; una importante superficie es dominada por áreas naturales con pocos disturbios como agricultura o pastizal inducido por lo que su representatividad natural es acorde a la extensión del SAR delimitado.
- Se realizó un análisis de las disposiciones legales, como ordenamientos ecológicos recayendo en 2 áreas, ambas comparten en que los usos planteados son importantes detonadores de la economía y su viabilidad, aunado a ello se localiza fuera de alguna ANP.
- Para el factor socioeconómico, tenemos una baja cantidad de localidades rurales, las cuales se verán influenciadas por el proyecto.

Bajo las consideraciones anteriores, el sistema ambiental de la región de estudio fue delimitado conforme a sus componentes y de sus factores ambientales significativos, con los que el proyecto interactuará en algún tiempo, siendo un espacio geográfico ambientalmente homogéneo, resultado de la interacción de sus diversos componentes (bióticos, abióticos y socioeconómicos), cuya delimitación deriva de la uniformidad y continuidad de los mismos. De esta manera, se pudo delimitar un SAR acorde, tanto a la extensión de los posibles impactos que se pudieran generar, como a las condiciones en que será desarrollado el proyecto, teniendo un área total de **34,296.566 hectáreas**.

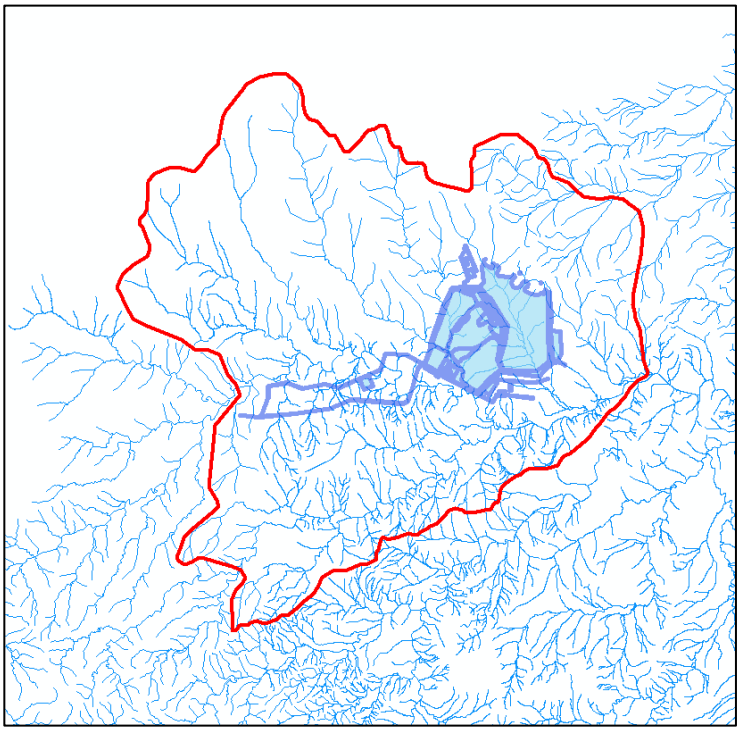


Figura IV. 6 Sistema Ambiental Regional del proyecto "Cordero"

Derivado a la extensión de las coordenadas que delimita el sistema ambiental regional planteado, se presentarán como Anexo IV.1 al presente estudio, de igual manera en sus formatos digitales (Excel, shape, kml y AutoCAD), cabe mencionar que el sistema es WGS84 con proyección UTM, zona 13 norte.

IV.1.2 Delimitación y justificación del área de influencia del proyecto

El criterio fundamental para delimitar el área de influencia de un proyecto, es la identificación de los componentes ambientales y sociales que pueden ser afectados por las actividades que se desarrollarán como parte del proyecto, tanto en la fase de construcción, como en la fase de operación y mantenimiento, y cierre, es decir el área de influencia es aquella en la que se manifiestan los impactos ambientales significativos derivados del desarrollo del proyecto, obra o actividad, en cualquiera de sus fases, sobre los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico.

La determinación del área de influencia directa e indirecta del proyecto considera:

- Áreas de ubicación de las diferentes obras e instalaciones del proyecto
- Fases del proyecto
- Los componentes ambientales y sociales que podrían ser afectados
- La identificación y evaluación preliminar de los impactos ambientales

Tomando en consideración lo anterior, se han establecido criterios para determinar las áreas de influencia tanto directa como indirecta del proyecto por las actividades que puedan ejercer transformaciones al medio. La identificación de estas áreas se hace necesaria para contar con una referencia espacial que permita evaluar dentro de ella, la magnitud e intensidad de los distintos impactos, para poder establecer medidas de prevención o mitigación a través de un Programa de Vigilancia Ambiental. Es decir, en última instancia, el área de influencia será el territorio donde el promovente o ejecutor del proyecto, realizará en su mayoría las medidas de mitigación de los impactos ambientales que puedan darse por el desarrollo del proyecto.

Existen diferentes maneras de establecer las áreas de influencia. En este caso se ha determinado la realización de un esquema de los factores y recursos naturales presentes en el entorno del proyecto, considerando los límites del área del emplazamiento proyecto, topográficos o hidrológicos, alcance de impactos ambientales, riesgo ambiental (manejo de sustancias químicas) y paisaje que podría verse afectada. Estos límites se han ilustrado por medio de mapas y planos, los cuales, al ser superpuestos han dado como resultado la delimitación de las zonas o áreas de influencia directa e indirecta del proyecto

Dentro del área de influencia, se distinguen dos áreas: Área de Influencia Directa (AID) y Área de Influencia Indirecta (AII), las que se diferencian entre sí por la significancia de los impactos ambientales y la consideración de que estos sean directos o indirectos. Por lo expuesto, se ha considerado conveniente distinguir los siguientes conceptos:

Área de influencia directa (AID)

Definida por la porción de terreno o espacio, que es intervenida o será afectada por los impactos de las obras o actividades del proyecto, como, por ejemplo: obras civiles e infraestructura permanente y temporal, campamentos, talleres, oficinas, entre otros. Por lo tanto, el área de influencia directa del proyecto será

IV.1.2.1 Superficies solicitadas

El proyecto contempla una serie de poligonales para desarrollar adecuadamente el proyecto, el cual ocupa una superficie de **2,263.078** ha, de los cuales se plantea la remoción de vegetación en **2,043.176 ha**, esta superficie es considerada como directa, las cuales son las siguientes.

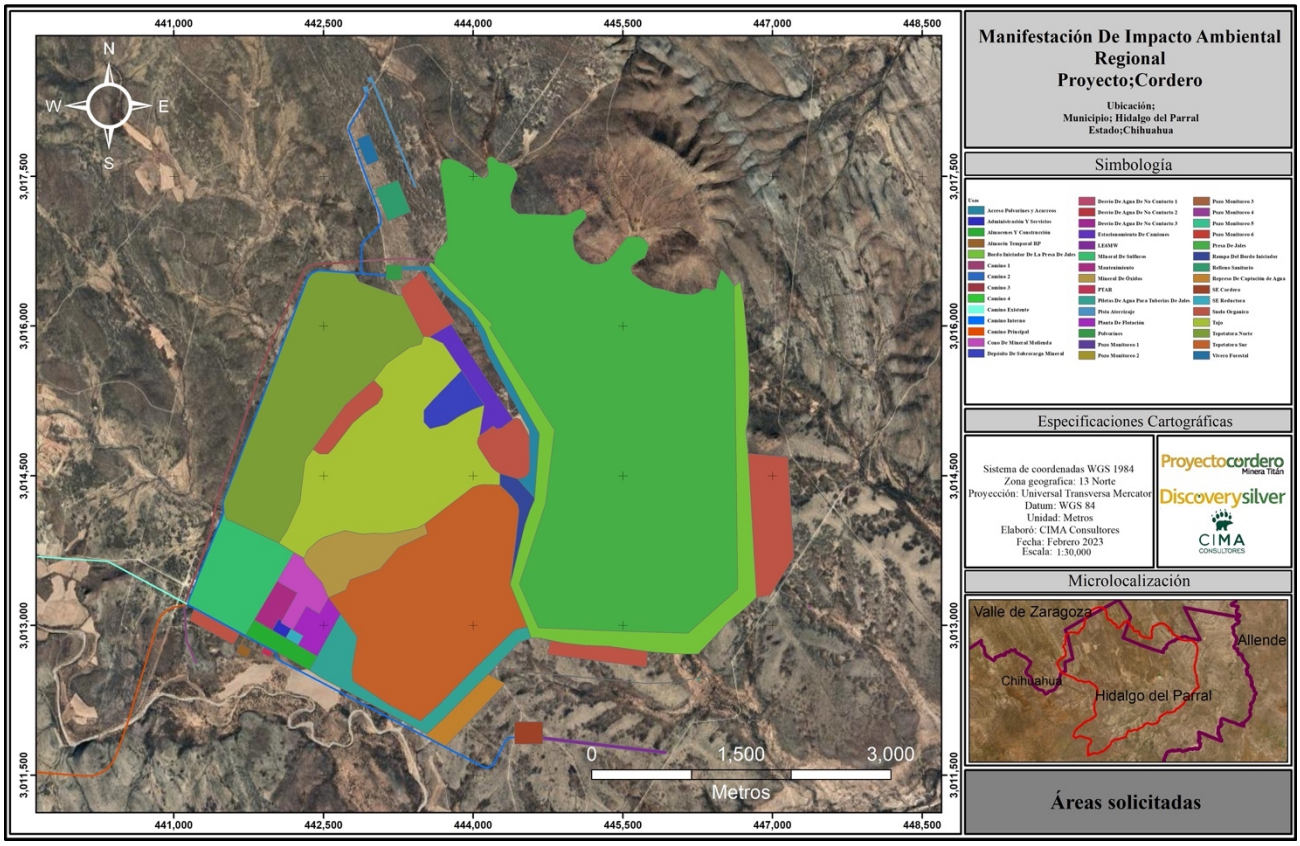


Figura IV. 7 Primer criterio para la generación del AI – Usos mineros

Área de influencia indirecta (AII)

Porción de terreno o espacio circundante que puede recibir de forma indirecta el impacto, o efectos manifestados, en las áreas directamente afectadas por las acciones del proyecto. Se relaciona a aquellos impactos generados y que se localicen fuera del área geográfica al emplazamiento directo de las áreas solicitadas del proyecto, aunado a ello, se plantea que durante la operación se empleen sustancias considerados como altamente tóxicas, las cuales pueden afectar al medio biótico incluida la salud humana.

Una vez establecidos los criterios físicos y técnicos del área, se realiza el trazado haciendo uso de aquellos elementos (p.ej. modelaciones, divisorias de aguas, elevaciones, impactos ambientales, entre otros) que permitan delimitar cada área asociada a cada uno de los componentes determinantes para el proceso.

El alcance definido para determinados impactos, el cual debe incluir, aspectos de evaluación realizados mediante la simulación de las condiciones actuales y prospectivas a través de herramientas de modelación para el aprovechamiento de recursos naturales, como los generados por diferentes modelos o técnicas.

La identificación y localización de aquellas limitantes físicas que puedan estar ubicadas en el área de estudio y que se presenten como barreras naturales, frente a la propagación o dispersión de algún impacto definido para cada uno de los componentes del medio. Dicho lo anterior, se realizaron diferentes tareas a fin de definir el área de influencia del proyecto, empleando los diferentes criterios indirectos, cabe mencionar que estos involucran las actividades mineras como tal, excluyendo los caminos de accesos, los cuales son andalizados bajo los siguientes criterios:

- Microcuencas
- Continuidad vegetal
- Ruido
- Dispersión de polvo
- Modelación de riesgo (Cianuro)
- Localidades urbanas
- Cuenca visual

IV.1.2.2 Microcuencas

Como primer criterio, tenemos la identificación de pequeñas microcuencas que se verán influenciadas directamente por el desarrollo del proyecto, arrojando un total de 5, mismas que son determinadas por la topografía del lugar, así como parteaguas, cabe mencionar que existen superficies que se ubican aguas arriba alejadas de las obras a solicitar y el impacto hacia ellas será bajo o insignificante, pero que forman parte del sistema hidrológico, por lo que en este proceso de delimitación individual deben de ser consideradas.

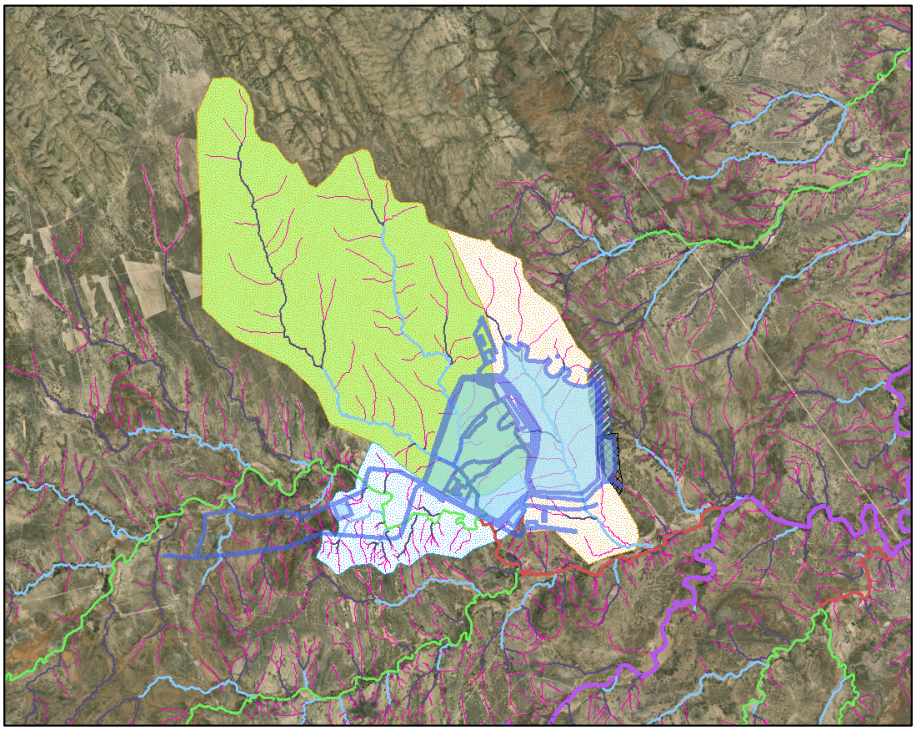


Figura IV. 8 Segundo criterio para la generación del AI – Microcuencas

IV.1.2.3 Continuidad vegetal

El proyecto se localiza en un ecosistema homogéneo, en el cual existen áreas de transición marcadas, sin embargo, las especies suelen estar presente en uno o más ecosistemas, cambiando su frecuencia y condiciones morfológicas, presentadas por microclimas que se desarrollan en la región, como humedad, exposición, tipos de suelo inclusive las practicas antrópicas como la ganadería extensiva. Cabe mencionar que aun y cuando la distribución ecosistémica es baja, INEGI tiene identificados dentro de su última serie los usos de suelo y vegetación, las cuales fueron claves para la delimitación del segundo criterio en cuanto a continuidad, tal como se expresa a continuación.

Para definir el alcance indirecto por la ejecución del proyecto fue establecido con base a los límites de las obras mineras y que a la redonda es posible una afectación de manera indirecta debido a múltiples sucesos voluntarias o involuntarias donde pudieran tener incidencia sin considerar los caminos de accesos. Por lo que, se tiene identificado los tipos de vegetación y su diversidad susceptibles, así como con base ello planteas posibles medidas preventivas, mitigación y compensación, cabe mencionar que una ventaja de los tipos de vegetación presentes cuenta con una amplia distribución en la zona.

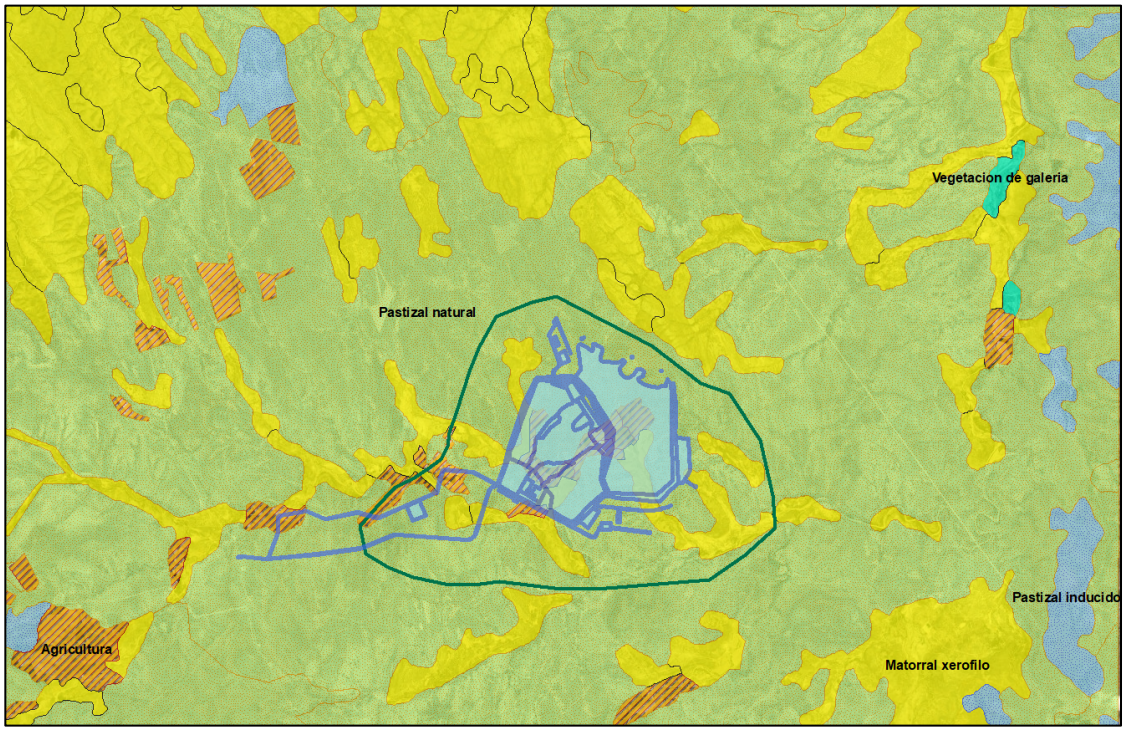


Figura IV. 9 Tercer criterio para la generación del AI – Continuidad vegetal

IV.1.2.4 Ruido

El ruido, un impacto ambiental identificado y que estará presente en todas las etapas del proyecto, destacando del uso de maquinaria pesada y actividades específicas como trituración, beneficio entre otras, es por ello que se considera clave para ser considerado como el tercer criterio para la delimitación del área de influencia.

Es importante mencionar que actualmente no existen las condiciones ideales para realizar las mediciones, puesto que no se cuenta con los equipos que generaran el ruido, sin embargo, existen referencias bibliográficas capaces de predecir el ruido que generara la promovente una vez comience sus trabajos, los cuales son:

Tabla IV. 2 Estimación potencial del sonido

Estimación potencial del sonido			
Fuente de ruido	Principales fuentes de Contribución de ruido.	Nivel de Potencia del sonido L_{wa} (dB) Regular	Arqueado
Compresores de aire	Escape de aire comprimido. Impactos del pistón interno o del tornillo.	100-120	100-110
Calderas	Ventilador y ductos. Radiación del quemador frontal.	100-110	85-95
Secadores Centrífugos	Flujo de material interno. Ruido de motor y engranajes	100-110	95-100
Faja Transportadora	Limpiadores e impactos de las partes mecánicas y material roto. Ruido del motor y engranajes.	100-105	95-100
Chancadoras	Impactos y flujo de materiales. Ruido de motor y engranajes.	110-120	85-105
Tractor de oruga, cargador frontal, Excavadores, Camiones	Motor, admisión y escape de aire. (El impacto del ruido puede incrementar los niveles de ruido en 5-10 dB).	110-120	100-115

Ventiladores y Sopladores	Pulsación del aire. Motores.	105-120	90-110
Hornos	Turbulencia del aire en el proceso. Ruido de origen aéreo emitido de las paredes del horno.	110-120	90-100
Molinos	Flujo interno del material. Impacto del material.	100-110	85-105
Equipo de perforación hidráulica	Ruido del compresor. Sonido de la perforación.	120	
Equipo de perforación neumática	Escape de aire comprimido. Sonido de la perforación.	130	125
Bombas	Radiación del trabajo en las tuberías.	90-100	80-90
Zarandas vibratorias	Impactos de material. Flujo de material sobre el cedazo. Motores.	100-110	90-105

Cuando un sonido es emitido desde una fuente de sonido (puntual), el sonido se esparce sobre un espacio en forma de esfera, por lo que (onda de superficie esférica) el nivel de presión sonora será inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. En otras palabras, cada vez que se duplica la distancia (metros) el nivel de presión sonora es atenuado en -6 dB.

Las variaciones relativas están mostradas para un espacio libre de interferencias, por lo que la vegetación y demás infraestructura reducirán aún más la distancia y nivel sonoro de las fuentes de emisión.

Para los cálculos, la relación entre una cierta distancia cualquiera y distancia tomada como referencia, afectada esta relación por el operador logarítmica multiplicada por 20 da por resultado la atenuación del nivel de presión sonora.

$$\mathbf{SPL = 20 \log (r2/r1)}$$

Donde

SPL = Nivel de presión sonora (sound pressure level)

r1 = Distancia tomada como referencia (generalmente 1)

r2 = Distancia a la cual se quiere calcular la atenuación

Visto lo anterior, tenemos que el ruido con mayor importancia es el equipo de perforación en la etapa de exploración, sin embargo, en la etapa de operación se tendrán voladuras, trituración, acarreo como fuentes generadoras de ruido, las cuales alcanzan un nivel sonoro de 130 decibeles, y este valor se utilizará como referencia para ser usada desde cualquier superficie solicitada, para lo cual se necesita una distancia de 2,250 metros lineales para reducir 67 dB.

SPL = 130 dB – 20 log (2250 / 1)

130 dB – 67 dB

63 dB

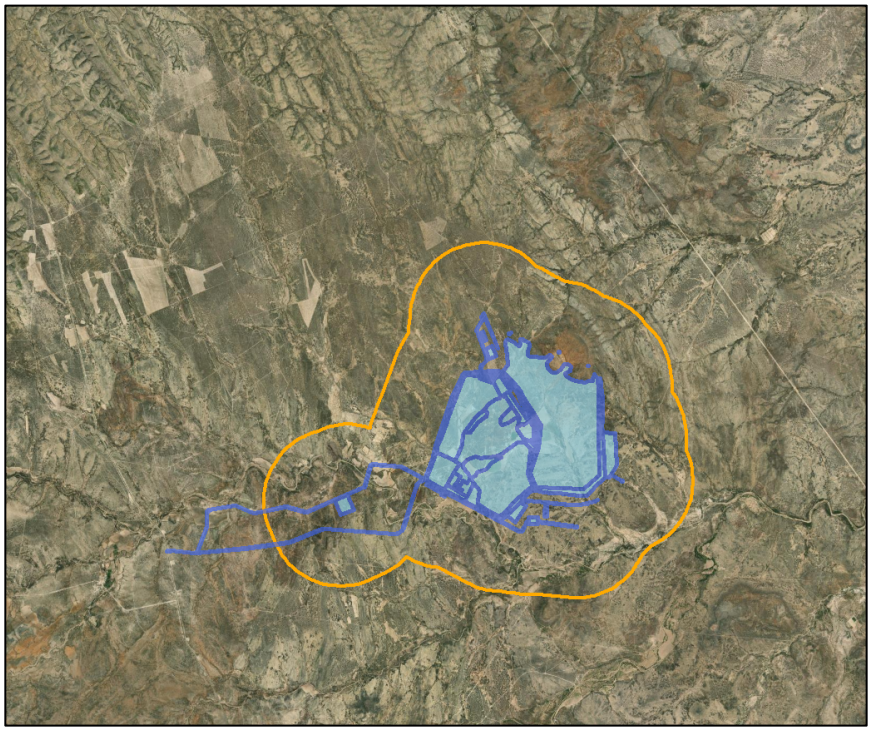
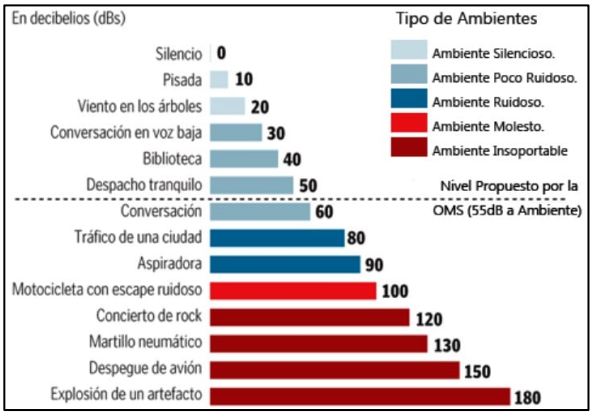


Figura IV. 10 Cuarto criterio para la generación del AI – Ruido ambiental

Una vez, calculado la distancia de atenuación, esta puede ser comparada con tablas de equivalencia de ruido, en la cual el valor planteado recae en "conversación", catalogado como un espacio poco ruidoso [3], si a esto le sumamos que no existen localidades o áreas urbanas y que la actividad de barrenación no suele presentarse de manera continua o de forma prolongada una vez pasada a la etapa de operación, el nivel sonoro podría recaer por la promovente en un ambiente más adecuado, cabe mencionar que la NOM-081-SEMARNAT-1994, marca como límites máximos permisibles para áreas industriales de 68 diurnos y 65 nocturnos.



[3] https://www.allpe.com/acustica/ingenieria-acustica/mediciones-acusticas/a-que-equivalen-los-diferentes-niveles-de-decibelios/

IV.1.2.5 Dispersión de polvo

El cuarto criterio para delimitar el Área de influencia, es el polvo o pasticulas suspendidas totales (PST), los cuales dependerán de la intensidad de su generación para que puedan ser apreciados a distancia, sin embargo, tomando como referencia otras unidades mineras en operación, su alcance es bajo siempre y cuando estos realicen diferentes obras de conservación a fin de reducir su generación. La mayor generación de partículas se da por la circulación de vehículos sobre caminos sin pavimentar obedecen a material particulado de tamaño grueso y en menor medida finos, para el caso de las primeras sus partículas son consideradas de gran tamaño y su vida media en la atmosfera es de minutos a horas[4] y son depositadas nuevamente en el terreno en poco tiempo, así mismo el recorrido suele ser menor a 2 km[5] [6], esto sin considerar velocidades de viento superiores a la media o precipitaciones, sin embargo aquellas de menor tamaño las distancias que pueden viajar son de consideración y el tiempo para lograr un declive es mayor, sin embargo estas no suelen se apreciadas a la simple vista al ser de tamaño reducido. Cabe mencionar que este radio considera las obras mineras y excluye a los caminos de acceso, de los cuales algunos ya se encuentran construido como medio de comunicación entre localidades o bien potreros.

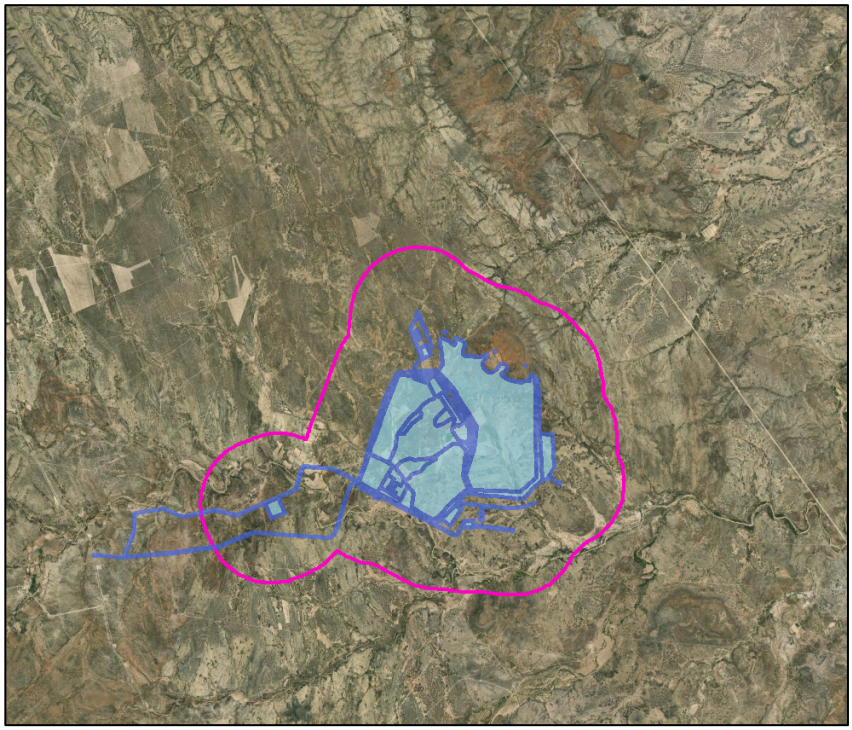


Figura IV. 11 Quinto criterio para la generación del AI – Dispersión de polvos

[4] https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/225459.pdf
[5] https://www.redalyc.org/journal/911/91149521003/html/
[6] Environmental Protection Agency (2009), "Integrated Science Assessment for Particulate Matter". EPA/600/R-08/139F.

IV.1.2.6 Modelación de riesgo (Cianuro)

La industria minera ha empleado el cianuro en sus procesos productivos durante muchas décadas, aunque generalmente se piensa que el cianuro es una sustancia mortal, en realidad es una sustancia química ampliamente utilizada, esencial para el mundo moderno que al darle un uso y manejo adecuado estese convierte en una herramienta más de trabajo.

La clave para su uso seguro es la implementación de sólidas prácticas de manejo. Aunque la preocupación pública por el cianuro es válida y sin duda comprensible, gran parte de la reciente atención de la prensa y la reacción pública respecto del uso del cianuro en operaciones mineras ha surgido debido a la falta de comprensión sobre la naturaleza del cianuro y sus efectos sobre la salud y el ambiente.

El hecho de que el cianuro sea muy tóxico, ha generado que la industria para el uso del reactivo efectúe diversas medidas preventivas, para evitar accidentes, es así que no se registran fallecimientos por envenenamiento accidental de cianuro en la industria minera. Esta situación es indicativa del cuidado que se ha tenido en el uso de esta sustancia. No obstante, si se registran afectaciones derivadas de la ingesta de soluciones especialmente en elementos sensibles de la vida silvestre,

El uso de cianuro es primordial para llevar a cabo las actividades de beneficio de minerales, y lograr separar el mineral de interés de la roca, sin embargo, su almacenamiento es catalogado como una actividad altamente peligrosa, dado a su toxicidad que en combinación con el agua puede generar cianuro de sodio un gas peligroso y que puede ser dispersado por el viento formando una nube tóxica.

La generación de ácido cianhídrico está condicionada a eventos que por su naturaleza son muy poco probables. En este sentido, es importante enfatizar que el cianuro de sodio puede ser suministrado en diversas formas, bien como producto sólido o como solución acuosa. Para el caso del presente proyecto se pretende usar y ser adquirido de manera acuosa, el cual disminuye el riesgo en gran medida que en estado solido

El peligro de mayor envergadura que representa el uso de cianuro es la formación de nubes tóxicas, en específico el ácido cianhídrico, para determinar sus alcances y efectos se realizó la modelación con base en el IDLH, también llamada IPVS (Inmediatamente peligroso para la vida y la salud), con este término NIOSH se refiere a aquella atmósfera que supone una amenaza inmediata para la vida o para la salud del usuario.

Generalmente se determina para los riesgos químicos por inhalación. No obstante, también se refieren a atmósferas que implican una amenaza inmediata de exposición grave a contaminantes como materiales radiactivos, los cuales tienen una probabilidad de causar efectos adversos acumulativos o tardíos en la salud.

NIOSH establece límites ambientales de 'exposición breve' para cianuro de hidrógeno 4,7 ppm o 5 mg/m3 , promediado durante un período de 15 minutos, el que no debe ser excedido bajo ninguna circunstancia. Otro parámetro NIOSH de protección para el trabajador que se expone por más de 1 hora/día, es el límite de riesgo inmediato para la salud y la con una concentración de 50 ppm o 25 mg/m3.

En la industria, los accidentes suelen ser el resultado de unas condiciones de proceso inadecuadas para las diversas características físicas y químicas de los materiales y de las substancias. Estas condiciones, excepto en el caso de fallos de diseño, suelen ser desviaciones de las condiciones normales de funcionamiento y se presentan como problemas no siempre evidentes desde la experiencia operativa.

Para la identificación del peligro potencial de los procesos industriales, la tendencia de las últimas décadas ha sido desarrollar técnicas o métodos de análisis cada vez más racionales y sistemáticos. El proceso racional de identificación se realiza en dos fases bien diferenciadas: la primera para detectar posibles accidentes, y la segunda para la caracterización de sus causas, o sea, los sucesos o cadenas de sucesos que provocan el incidente no deseado. La primera fase es relativamente sencilla, pero debe realizarse con mucha atención ya que define el desenlace de la segunda.

A partir de lo expuesto se puede decir que la evaluación del riesgo consiste en un proceso metodológico, a partir del cual se estima la probabilidad de que un individuo humano o cualquier componente ambiental puedan sufrir un daño, en nuestro caso como consecuencia de la exposición a una sustancia. Para estimar el potencial o alcance del mismo fue necesario realizar una modelación con un software especializado, para una

concentración de 4.7 ppm y 50 ppm siendo los valores de referencia con mayor amplitud de información sobre exposición al agente químico.

La concentración más alta de la solución de cianuro de sodio que se utilizará en el proceso, sobrepasa las concentraciones de IDLH y TLV8 que son de 50 ppm y 4.7 ppm, sin embargo el agente se encuentra en una solución acuosa en tanques especiales para evitar algún percance, sin embargo es necesario conocer el alcance que pueda presentarse bajo una operación extraordinaria el cual da como resultado un alcance máximo de 514 m (50 ppm) bajo unas condiciones climáticas extremas, dichas concentraciones se utilizan como criterio para determinar los radios de riesgo y amortiguamiento en la evaluación del riesgo ambiental sin embargo, la promovente considera necesario incrementar este rango al menos al **doble s**u valor, a fin de tener contemplado un evento que pudiera ocasionar un incidente superior.

De acuerdo a los radios de afectación obtenidos de la modelación, tenemos una ausencia de asentamientos humanos en las zonas de riesgo. Esta modelación se basa sobre el área industrial, único lugar donde pudiera representarse una operación extraordinaria. Es importante mencionar que el modelo empleado no considera las barreras naturales de protección, como la topografía y la vegetación la cual tiene el potencial de amortiguar un incidente.

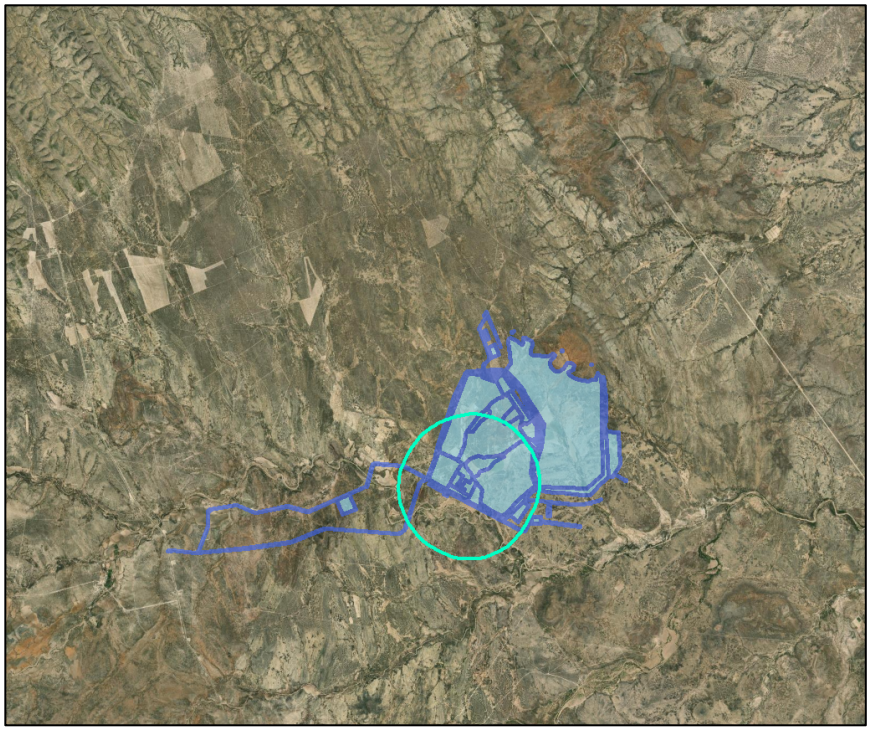


Figura IV. 12 Sexto criterio para la generación del AI – Modelación de riesgo (cianuro)

Cabe mencionar que la promovente almacenara otras sustancias que pueden ser consideradas como peligrosas, tal es el caso del gas L.P., sin embargo este no sobrepasa la cantidad del reporte y el uso que se pretende es para satisfacer las necesidades del campamento como comedor y agua caliente para los baños, la distancia de este a la localidad de cordero es de aproximadamente 800 metros lineales, por lo que no se considera que ponga en peligro alguna situación emergente por el almacenamiento de este combustible, y más cuando su uso es del orden residencial.

IV.1.2.7 Localidades urbanas

El proyecto no recae sobre alguna localidad rural, pues estas se encuentran fuera de algún uso planteado por la promovente, sin embargo existen 4 cercanas, siendo la primera denominada Cordero, próxima a un camino actualmente existente y la obras seguida más próxima es el campamento, el cual no tienen alguna afectación adicional, también se cuenta con 2 más pero esto en lo límites de los caminos de acceso, denominados Rancho en Medio y Restaurant Sapién, por último y más retirada del proyecto tenemos la llamada "San Juan", esta queda fuera de los radios de riesgo de cianuro.

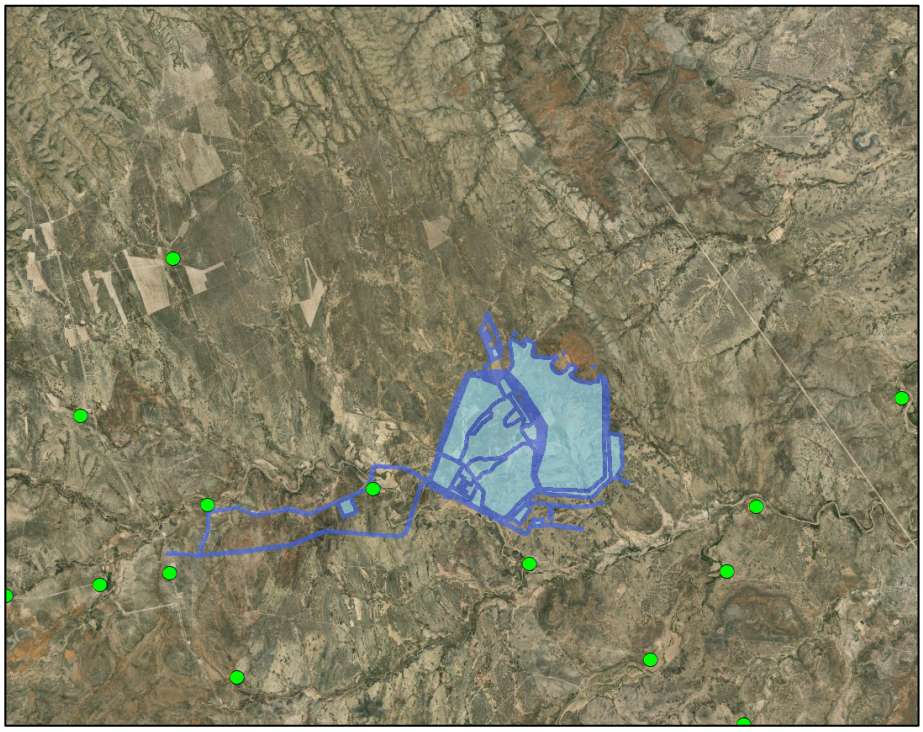


Figura IV. 13 Séptimo criterio para la generación del AI – Localidades urbanas

IV.1.2.8 Cuenca visual

El análisis visual permite determinar qué áreas del territorio son visibles desde un determinado punto o conjunto de puntos, de cara a realizar una posterior evaluación de la medida en que cada área contribuye a la percepción del paisaje y a la obtención de parámetros que permitan caracterizar un territorio en términos visuales.

Los puntos de observación, son aquellos lugares del territorio desde los cuales se percibe principalmente el paisaje. Estos puntos de observación se definen como miradores estáticos (poblaciones, miradores, yacimientos arqueológicos, puntos de interés, etc.), cuando el observador no está en movimiento o como corredores dinámicos (carreteras, caminos, autovías, vías de ferrocarril, sendas, etc.), si el observador está en moviendo.

Dicho lo anterior, es a través del "observador", el término "cuenca visual" que puede definirse como una realidad física experimentada individualmente. Es decir, es lo que el sujeto observador logra captar del entorno-territorio dentro de su campo visual, desde su punto de vista de observación, dicho de otra manera, la evaluación visual busca establecer el valor escénico intrínseco del paisaje en estudio y el grado de vulnerabilidad que presenta este a las características del proyecto.

Para el cálculo de la cuenca visual se hace necesario otro elemento: el Modelo Digital del Terreno (MDT), que es una modelización del terreno o suelo desnudo (altimetría) de una zona terrestre. Por tanto, para conocer el impacto visual que un determinado proyecto o actuación basta con disponer de un modelo digital del terreno (MDT) y definir el punto o conjunto del punto del territorio (puntos de observación) desde los que se realizará el cálculo de cuencas visuales.

Los Sistemas de Información Geográfica cuentan con herramientas avanzadas de cálculo de cuencas visuales que permiten conocer con precisión las zonas del territorio que se verán afectadas visualmente por la implantación de un nuevo proyecto, plan o actuación en el medio ambiente.

El análisis de la cuenca visual está tomando cada vez mayor relevancia en los estudios de impacto ambiental, en específico en proyectos de obra que son nuevos en el sitio a desarrollar con la finalidad de determinar la integración del mismo en el paisaje y la caracterización de los atributos y características visuales de componentes físicos, bióticos y antrópicos. Sin embargo, para su modelación, existen limitantes ya que los SIG únicamente trabajan con las curvas de nivel altitudinal y no consideran aspectos como la vegetación que, en ocasiones, resultan ser barreras visuales que impiden apreciar las zonas en las que se requiere realizar la evaluación, porque varían de acuerdo con la época del año y al grado de crecimiento de las plantas.

De esta manera e independientemente del sitio en donde se realice la evaluación por cuenca visual resulta ser un indicador confiable para la evaluación de los impactos ambientales; sin embargo, dicha confiabilidad aumenta para zonas en donde el área a afectar resulta mayor a 3 hectáreas, porque se presentan vistas de mayor cobertura o panorámicas, lo que facilita la percepción para el observador en relación a los parámetros que solicita el método. Es importante mencionar que la mayor precisión en la evaluación va a depender drásticamente del observador, su experiencia, sensibilidad de apreciación y conocimientos técnicos del sitio, entre otros factores

Para la referida delimitación del SAR, empleando únicamente la cuenca visual, se consideraron los límites de las áreas solicitadas para estimar el cálculo del alcance o cuenca visual, es decir las partes que pueden ser observadas desde el proyecto hacia fuera o viceversa, pues claro está que, si un punto A puede ser observado desde un punto B, esto puede jugarse a la inversa donde el punto A observe al B.

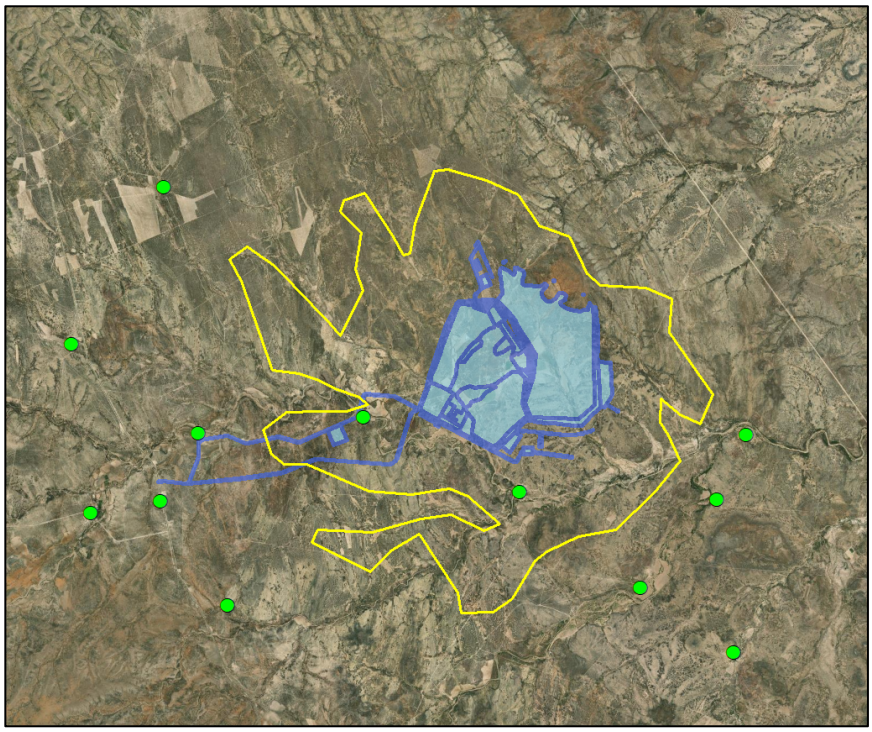


Figura IV. 14 Octavo criterio para la generación del AI – Cuenca visual

IV.1.2.9 Límites del Área de Influencia (AI)

Para lograr una correcta delimitación del AI, fue necesario emplear 8 criterios, de los cuales 1 es directo y el resto indirectos, es decir aquella superficie que será afectada o tendrá injerencia por las actividades propias del proyecto (se excluyen caminos de accesos) y donde recaerán en su gran parte las medidas de mitigación, sin embargo, el uso de diferentes criterios puede ayudar establecer los limites adecuados del AI. Un factor que se tomó en cuenta, fue el de reducir las partes más lejanas de las instalaciones del promovente como hidrología y cuenca visual que bajo una operación ordinaria o extraordinaria en el recinto minero, su posible afectación es insignificante, por ello se plantea parte de su reducción, a fin que sea acorde a los posibles impactos que puedan darse de forma indirecta.

En la siguiente figura se presentan los criterios mediante con sus límites definidos espacialmente de acuerdo su influencia de manera indirecta, mismos que permitieron la delimitación del AI final conjuntando dichos límites de los criterios considerados en uno solo.

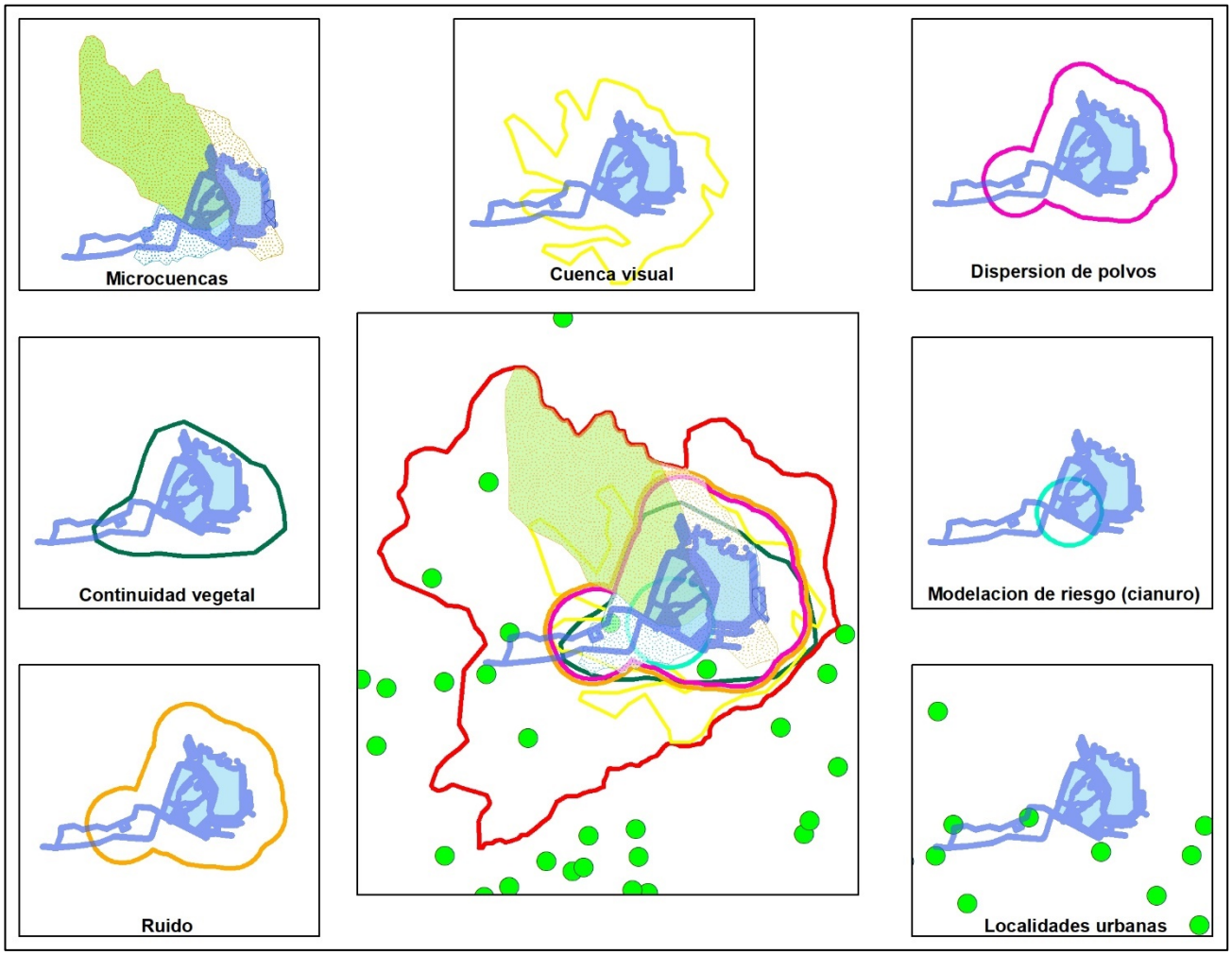


Figura IV. 15 Criterios para la generación del AI

La superficie total del área de influencia es de **15,378.160 ha**.

Derivado a la extensión de las coordenadas que delimita el área de influencia planteado, se presentarán como Anexo al presente estudio (Anexo IV.2), de igual manera en sus formatos digitales (Excel, shape, kml y AutoCAD), cabe mencionar que el sistema es WGS84 con proyección UTM, zona 13 norte.

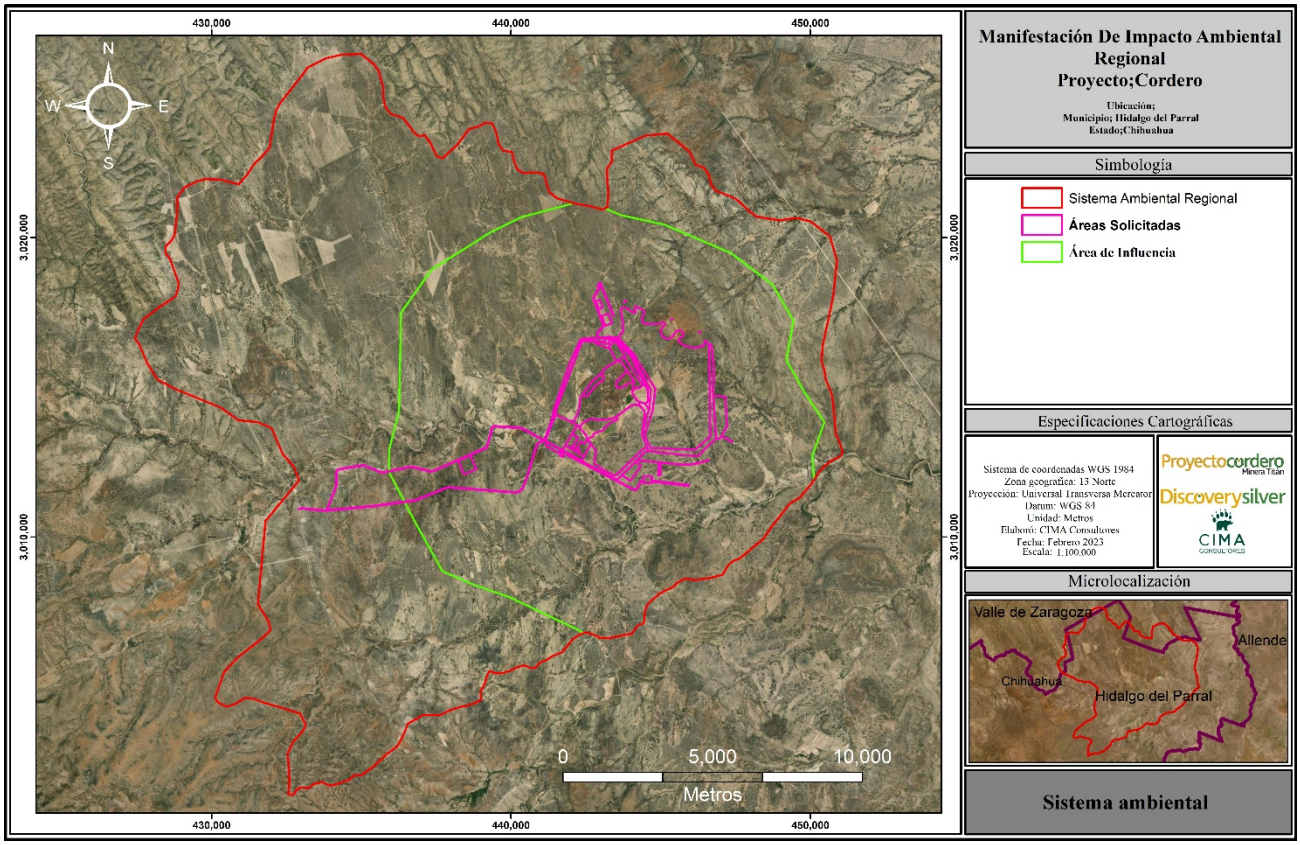


Figura IV. 16 Área de influencia

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional.

Se analizaron de manera integral los elementos del medio físico, biótico, social, económico y cultural, así como los diferentes usos de suelo y del agua que hay en el SAR. En dicho análisis se considerará la variabilidad temporal de los componentes ambientales, con el propósito de reflejar su comportamiento y sus tendencias. Este análisis se acompaña de la cartografía específica para cada elemento abiótico y biótico del Sistema Ambiental regional.

Para la descripción de los elementos bióticos y abióticos, se basó en las cartas temáticas en formato—shape, utilizando el software ArcGis 10.3, ya que los sistemas de información geográfica (SIG) son hasta el momento una de las nuevas y mejores tecnologías de colecta, manejo, análisis, modelado y despliegue de datos espacialmente referenciados dirigidos a la solución de problemas complejos de manejo y planeación de los recursos naturales.

La caracterización de los elementos del Sistema Ambiental se basó en la ubicación donde se pretende realizar el proyecto, ubicándolo en planos temáticos generados por el INEGI como se observa en cada una de las imágenes de los planos temáticos de caracterización y diagnóstico. Estas imágenes muestran el área del Sistema Ambiental y el área del proyecto por cada uno de los elementos ambientales referidos.

Es importante mencionar, que el promovente previo a este estudio realizo una evaluación de los componentes físicos y bióticos del lugar, dichos resultados fueron plasmados en un documento denominado "**Línea Base Ambiental Cordero 2022**", dentro de ellas se describen las diferentes características del entorno, manejado como una Línea Base o Estado Zero de las características del SAR, a continuación, se presenta un resumen del mismo

De acuerdo a la geología y geomorfología del SAR: dada su ubicación geográfica el origen parental de su formación representada en su mayor parte por la acumulación de origen por acumulación de sedimento, aunque se también presentan formaciones origen extrusiva, pero de manera asiladas; se detectó la presencia de dos fallas geológicas, que se encuentran hacia el sureste del SAR; en cuanto a su condiciones fisiográficas esta zona se caracteriza principalmente por provincias fisiográficas denominado sierras y llanuras del norte, que es característico de zonas semiáridas, mismas que se extienden desde el suroeste de Estados Unidos, estas presentan transición entre los límites con el sistema montañosos de la Sierra Madre Occidental

La mayor parte del SAR se caracteriza por presentar suelos de tipo Calcisol, son suelos característicos de zonas áridas y semiáridas, frecuentemente asociados a materiales parentales ricos en bases como resultado de la formación mediante depósitos aluviales, coluviales y eólicos. Este tipo de suelo tiene el potencial para el desarrollo de vegetación preferentemente de matorrales xerófilos con arbustos y pastos efímeros.

La erosión hídrica estimada para el SAR ambiental, dadas la condiciones fisiográficas y topográficas, en la zona el nivel de erosión estimada para la mayor parte de la superficie fue un nivel de erosión nula, que indica una erosión de 0 a 10 toneladas hectárea por año. Cabe mencionar que uno de los factores de mayor influencia es la inclinación del terreno, el cual para la mayor parte del SAR corresponde a zonas planas y, por otro lado, su variación está sujeto a los usos potenciales del suelo.

La erosión hídrica estimada para el SAR ambiental, dadas la condiciones fisiográficas y topográficas, en la zona el nivel de erosión estimada para la mayor parte de la superficie fue un nivel de erosión nula, que indica una erosión de 0 a 10 toneladas hectárea por año. Cabe mencionar que uno de los factores de mayor influencia es la inclinación del terreno, el cual para la mayor parte del SAR corresponde a zonas planas y, por otro lado, su variación está sujeto a los usos potenciales del suelo.

Mediante el análisis del índice de disturbio analizados en diferentes años con imágenes de satélite para el SAR, se encontró que la tendencia presenta ligeros cambios, principalmente sobre los límites de los cultivos agrícolas, estas áreas perturbadas no han presentado grandes cambios, solo se han remarcado sobre las zonas ya impactadas.

En cuanto a la vulnerabilidad y riesgos sobre el suceso de desastres naturales se tiene: la susceptibilidad a eventos de sismos para el SAR es "moderada" de acuerdo a la escala de Mercalli misma que caracteriza como

una zona de peligro "bajo"; no existen regiones con potencial de deslizamientos en el SAR y las zonas con probabilidad de inundación es "media"; y de acuerdo los registros de actividad volcánica, encuentra fuera del alcance de alguna de ellas.

El tipo de clima predominante en el SAR es de tipo semiseco templado, mientras que la temperatura media anual de 28.5 °C, con temperaturas del mes más caluroso de hasta 35.4 °C y una mínima del mes más frio de 10.0°; la precipitación anual registrada es de 452.2 mm, entre los meses de julio a septiembre se presenta el 79% de las precipitaciones anuales, de acuerdo a la estación meteorológica más cercana.

Sobre el área del SAR, no se detectaron cuerpos de agua superficiales relevantes, el rio principal que alimenta la presa La Boquilla se encuentra fuera de los límites del SAR.

En relación a la hidrología subterránea, el SAR se encuentra sobre el acuífero denominado Valle de Zaragoza. De acuerdo con el Registro Público de Derechos de Agua del municipio de Hidalgo del Parral para el área del SAR se cuentan con el registro de 10 concesiones de aguas subterráneas con usos diversos.

Conforme a los análisis de laboratorio realizados para determinar la calidad del agua, se analizaron concentraciones en el agua tanto de variables microbiológicas, físicos como organolépticas, los resultados fueron comparados con las diversas normas mexicanas. Estos resultados, en su mayoría se detectaron concentraciones inferiores a los límites máximos permisibles establecidos en las normas oficiales correspondientes.

Los usos de suelo y vegetación más representativos son principalmente vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural, pastizal natural y menor proporción agricultura de temporal anual, matorral desértico micrófilo entre otros.

De acuerdo al análisis de la flora silvestre existente en SAR, se identificaron un total 92 géneros y en 35 familias. Las familias taxonómicas más representativas son la familia de los pastos o zacates (Poaceae), la familia de las asteráceas o también llamadas compuestas (Asteraceae), la familia de las leguminosas (Fabaceae) y la familia de las cetáceas que comprende nopales, agaves y cactus (Cactaceae). La representatividad a nivel de especies fue analizada por estrato por el índice de valor de importancia y por índice de diversidad de Shannon.

En el análisis de la fauna silvestres para el SAR, se identificaron un total de 69 especies que incluyen la clase de mamíferos, aves y reptiles. De estas clases, las especies de aves resultaron ser las más representativas seguida por las especies de mamíferos y en tercer lugar los reptiles, esto de acuerdo al número de especies registradas. Se especifica que la detección de las especies de fauna silvestre fue conformada con base a la consulta de fuentes bibliográficas, al levantamiento de transectos en campo y la colocación de trampas-cámara, cabe resaltar que mediante el levantamiento de transectos se detectaron la mayor parte con el 65% de los registros de campo y por medio de las trampas-cámara con un el de los registros 39%. El análisis el resultado del monitoreo de las diferentes épocas del año.

Con el resultado del balance hídrico se identificó que el agua precipitada en el área en el SAR; la mayor parte de ella es devuelta a la atmosfera (87.03%) en forma de evapotranspiración; una porción reducida escurre hacia los cuerpos de agua como ríos y lagos; y solo un porcentaje reducido (4.57%) es infiltrada hacia los acuíferos o matos freáticos.

En relación a los instrumentos de regulación y ordenamientos ecológicos en el área del SA, no se cuentan con Áreas Naturales Protegidas, Áreas de Importancia para la Conservación de Aves, Regiones terrestres prioritarias, ni humedales de importancia internacional (sitios Ramsar). Los instrumentos que si se encuentran en el área fueron las Unidades Ambientales Biofísicas, regiones prioritarias hidrológicas y se cuenta el registro de una unidad de manejo para la conservación de la vida silvestre.

De acuerdo con los análisis de ruido realizado para la zona del proyecto, se detectó que el ruido se encuentra dentro de un rango aceptable por debajo de los límites máximos permisibles.

En cuanto a la identificación de daños preexistentes, que se han desarrollado actividades mineras antiguas de baja escala, por lo que se identificaron tiros de mina y rebajes topográficos antiguos. Cabe mencionar que también identifico la presencia de actividades de exploración previas al momento del estudio. Además, ya se contaba con la presencia de caminos de terracearía, así como actividades agrícolas y ganaderas. En menor medida se presentan los asentamientos humanos, así como la presencia de una line eléctrica.

El diagnóstico realizado en esta sección tuvo como su objetivo principal el exponer la situación en la que se encuentra SAR, de acuerdo a los resultados presentados en el Estudio de Línea Ambiental Cordero 2022", Cabe mencionar que el estudio de línea base al actual puede contener ligeras variaciones, sobré todo en el aspecto biótico, pues para el caso de la MIA-R presentada se incluyeron nuevos sitios de muestreo así como transectos de fauna silvestre lo que modifica los análisis y resultados, sin embargo la tendencia poblacional continua siendo similar, por otro lado el SAR manejado en la línea base resulta ser poco inferior al del presente estudio, sin embargo al ser un estudio reciente pero independiente al actual no da como resultados el conocer el punto de partida de la situación que guardan los diferentes componentes ambientales y satisfacer los requerimientos de esta sección. A continuación, se realiza una breve descripción de los componentes abaticos y bióticos que actualmente se presentan en el lugar.

Tabla IV. 3 Resumen general de los componentes abióticos y bióticos, presentes actualmente

Resumen general de los componentes abióticos y bióticos, presentes actualmente		
Componente	**Presente en el SAR**	**Presente en el AI**
Clima	BS1kw (w) y BS1hw (w)	
Rango de isotermas	De 16 a 18 °C	
Evapotranspiración	300 a 400 mm	
Isoyetas	125 a 400 mm y 400 a 600 mm	
Geología	Ígnea extrusiva y sedimentaria	
Provincias fisiográficas	Sierra madre occidental - sierras y llanuras del norte	Sierras y llanuras del norte
sub Provincias fisiográficas	Del Bolsón de Mapimí - Sierras y Llanuras de Durango	Sierras y Llanuras de Durango
Sistema de topoformas	Lomerío	
Rango de elevaciones	1338 hasta 1886 msnm	1388 hasta 1700
Fallas y fracturas	Si	
Escala de mercalli (sismos)	Leve y moderada	Leve
Deslizamiento de laderas	No	
Edafología	Calcisol, leptosol, luvisol y vertisol	Calcisol, luvisol y vertisol
Erosión hídrica	Ligera	
Región hidrológica	Bravo conchos	
Cuenca	R. Conchos - P. de la Boquilla	
subcuenca	R. Molinas Nuevas	
Orden de corriente	1 al 6	
Cauces federales	Si	
Acuífero	Valle de Zaragoza	

Uso de suelo y vegetación	Agricultura de riego anual, agricultura de temporal anual, matorral desértico micrófilo, pastizal inducido, pastizal natural, vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo, vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo y Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural.	Agricultura de riego anual, agricultura de temporal anual, matorral desértico micrófilo, vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo, vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo y Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural.
Antropización	Débilmente, medianamente, parcialmente y poco modificado	Medianamente, parcialmente y poco modificado

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

Este apartado deberá orientarse a caracterizar de manera retrospectiva y presente de la calidad ambiental del SAR en los términos expuestos con anterioridad, de tal forma que se defina cómo es su estructura y cómo es su funcionamiento, a través del análisis de sus componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos de importancia sustantiva. En este análisis deben identificarse y describirse la calidad ambiental que registra actualmente y/o de deterioro que registra el SAR y que pudieran haber incidido de manera determinante en el estatus actual del SAR.

Dicha caracterización, facilita el pronóstico de los impactos, en el cual se integró la información con base en observaciones directas, en el levantamiento de datos en campo y la confrontación de los mismos con los publicados en reportes de investigaciones, a fin de llevar a cabo una correcta caracterización de los elementos ambientales, apoyándose también mediante el empleo de indicadores de la calidad del ambiente y muestreos realizados directamente a fin de contar con elementos de mayor relevancia para el proyecto.

IV.3.1 Medio abiótico.

IV.3.1.1 Clima y fenómenos meteorológicos

El clima es el conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan un determinado lugar o región. Para definir el clima es necesario conocer los valores medios de los diferentes elementos que lo componen (precipitación, temperatura, humedad, nubosidad, vientos, latitud, altitud, presión geográfica etc.) durante un largo período de tiempo. Según la Organización Meteorológica Mundial (OMM), este período ha de tener una duración mínima de treinta años. No debe confundirse el clima, que es un promedio de los valores atmosféricos registrados en un mismo lugar durante largo tiempo y estudiado por la climatología, con el tiempo, que se refiere al estado de la atmósfera en un lugar y un momento determinados y que es objeto de estudio de la meteorología.

Dentro del SAR se encuentra presente dos tipos de climas; el **BS1kw (w)** y el BS1**hw (w),** los cuales se definieron por INEGI de acuerdo a la clasificación mundial de tipos de climas del alemán Vladimir Köppen (1936) y modificado por Enriqueta García (1973), el cual tiene como objetivo exponer adecuadamente las características climatológicas de nuestro país y con ello definir los tipos de clima que se presentan en el SAR. Los tipos de clima antes mencionados representan a los climas cálidos, continuación se hace una breve descripción de sus características:

BS1kw (w): es semiseco templado, con verano cálido, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frio entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más cálido mayor de 18°C; régimen de lluvias de verano y un porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2% anual

BS1hw (w): es semiseco semiárido, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura 15% del mes más frío menor de18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22 °C; con lluvias en verano del 5% al 10.2% anual.

El clima BS1kw (w) es el que ocupa la mayor superficie dentro del SAR con 97.2 %, y en menor proporción el tipo de clima BS1hw (w), abarcando solo un 2.80%. Como bien se mencionó con anterioridad el SAR es dominado por climas secos a semisecos, siendo los más fríos con dirección hacia el oeste, conforme se va contando con un mayor gradiente altitudinal y lomeríos más abundantes, aunque estos suelen presentarse sobrepasando los límites del SAR.

Tabla IV. 4 Superficie de tipos de clima en el SAR

Climatología dentro del SAR				
No.	**Nombre**	**Tipo**	**Superficie (ha)**	**%**
1	Semiseco templado	**BS1kw(w)**	33335.78	97.20
2	Semiseco semicálido	**BS1hw(w)**	960.78	2.80
Total			34296.56	100.00

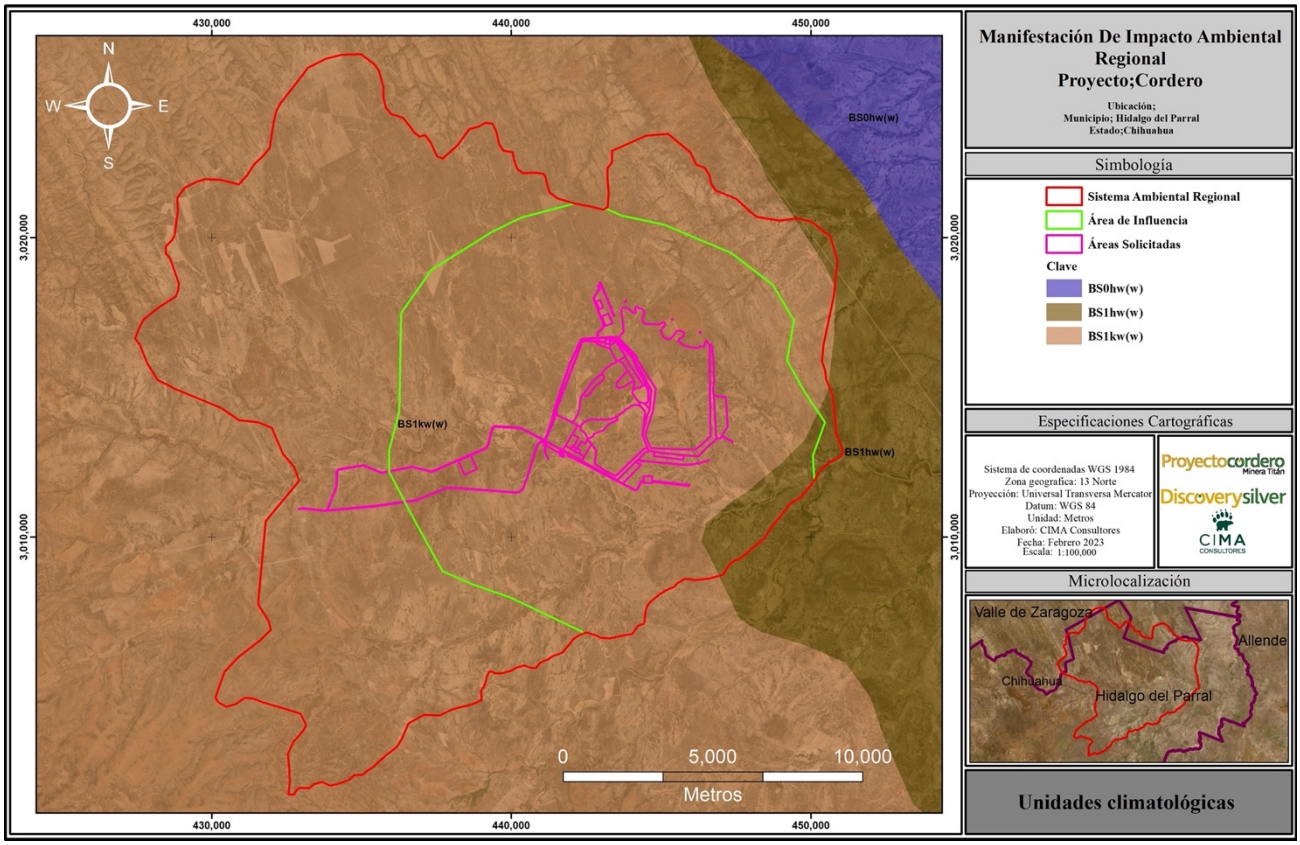


Figura IV. 17 Climatología dentro del SAR

IV.3.1.1.1 Temperatura

Las características de las temperatura máxima, media, mínima, así como la precipitación, se tomaron de la red de estaciones del Servicio Meteorológico Nacional (SMN). La estación meteorológica con información histórica más próxima al área del proyecto es la número **8057 El Sitio**, ubicada en el municipio de Satevó a una distancia aproximada de 4 kilómetros lineales del proyecto, la cual cuenta con la siguiente información:

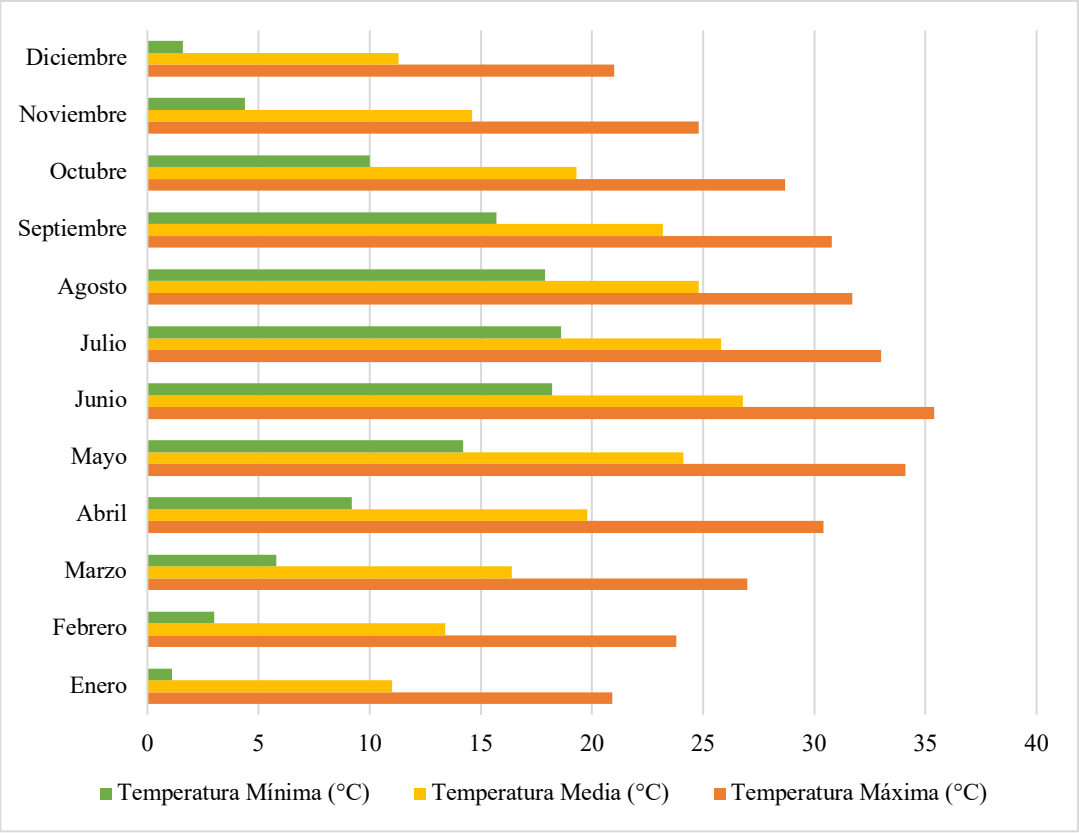
Tabla IV. 5 Datos de la Estación Meteorológica

Datos de la Estación Meteorológica		
Estación: 00008152 VALLE DE ZARAGOZA	Latitud: 27° 27' 26" N	Altura: 1,340 msnm
Valle de Zaragoza, Chihuahua.	Longitud: 105° 48' 39" W	Años: 1981 – 2010.
Distancia lineal al proyecto: 32 km lineales		
Existen estaciones climatológicas dentro del SAR: No		
Fuente: Servicio Meteorológico Nacional		

La temperatura suele ser variante durante el año, contando con una máxima promedio anual de 28.5 °C, sin embargo, en los meses más calurosos se registran temperaturas más altas de hasta 35.4 °C; la temperatura media anual registra un valor de 19.2 °C, y la temperatura mínima promedio anual oscila entre los 10.0°C, sin embargo, los meses más fríos registran temperaturas de 1.1°C. Sin embargo, es bien sabido que fuera de los promedios, se pueden localizar temperaturas extremas y abatidas superando los 40 °C e inclusive ser inferiores a 0°C.

Tabla IV. 6 Estadísticas de temperaturas máximas, medias y mínimas promedio por mes

Mes	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Media (°C)	Temperatura Mínima (°C)
Enero	20.9	11.0	1.1
Febrero	23.8	13.4	3.0
Marzo	27.0	16.4	5.8
Abril	30.4	19.8	9.2
Mayo	34.1	24.1	14.2
Junio	35.4	26.8	18.2
Julio	33.0	25.8	18.6
Agosto	31.7	24.8	17.9
Septiembre	30.8	23.2	15.7
Octubre	28.7	19.3	10.0
Noviembre	24.8	14.6	4.4
Diciembre	21.0	11.3	1.6
Promedio	**28.5**	**19.2**	**10.0**



Gráfica IV. 1. Temperaturas máximas, medias y mínimas promedio por mes

IV.3.1.1.2 Isotermas

La isoterma es un elemento y una herramienta que resulta fundamental a la hora de la medición de la temperatura de una zona determinada. En un plano cartográfico, la isoterma es una curva que une aquellos puntos que presentan las mismas temperaturas en una unidad de tiempo considerada. El INEGI calculó los gradientes térmicos según las diferentes vertientes de las sierras, así mismo se calcularon las altitudes a las que pasan las isotermas y se procedió a su trazo.

La identificación de los rangos de isotermas se realizó en base al Conjunto de datos vectoriales Isotermas Medias Anuales Escala 1:1000000, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 1998). Dentro del SAR se encuentra un rango de Isotermas que ocupa el 100% de la superficie, con un rango oscilante que va de los de 16 a 18 °C.

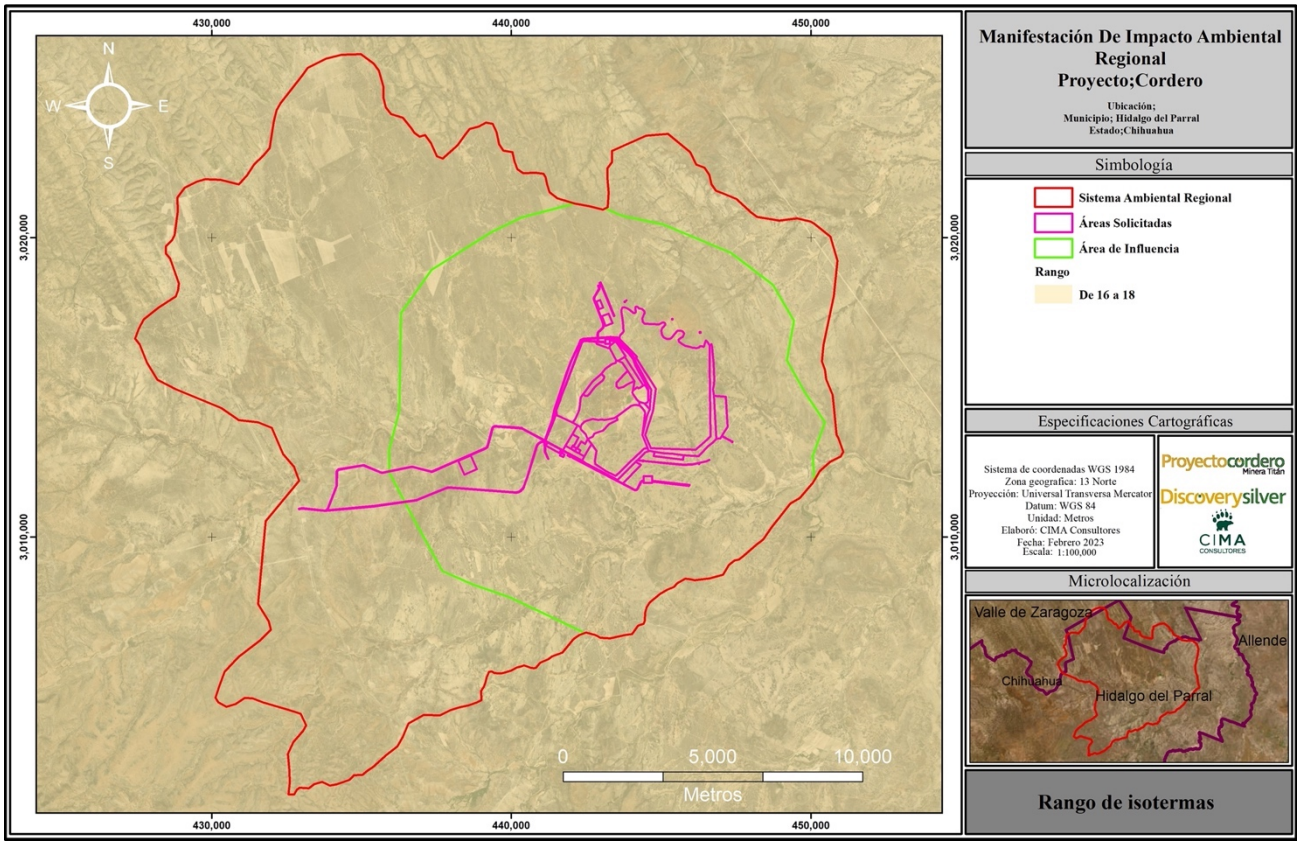


Figura IV. 18 Isotermas dentro del SAR

Visto lo anterior, encontramos que la temperatura promedio anual, identificada en la estación climatológica Valle de zaragoza y la cartografía generada por CONABIO, tiende a ser ligeramente superior a los rangos establecidos, sin embargo, la diferencia de estos valores es reducida y radica en que es la segunda estación más cercana al proyecto, la cual posee variaciones no significantes, dado que la más cercana no cuenta con registros históricos.

IV.3.1.1.3 Precipitación

La precipitación promedio anual es de 452.2 mm para un periodo de 59 años (1981 -2010). La precipitación registrada en la estación Valle de Zaragoza (8152), registra que los meses de junio – septiembre, son los que cuentan con mayores precipitaciones que representan el 78.57% de lluvia anual y siendo el más bajo el mes de

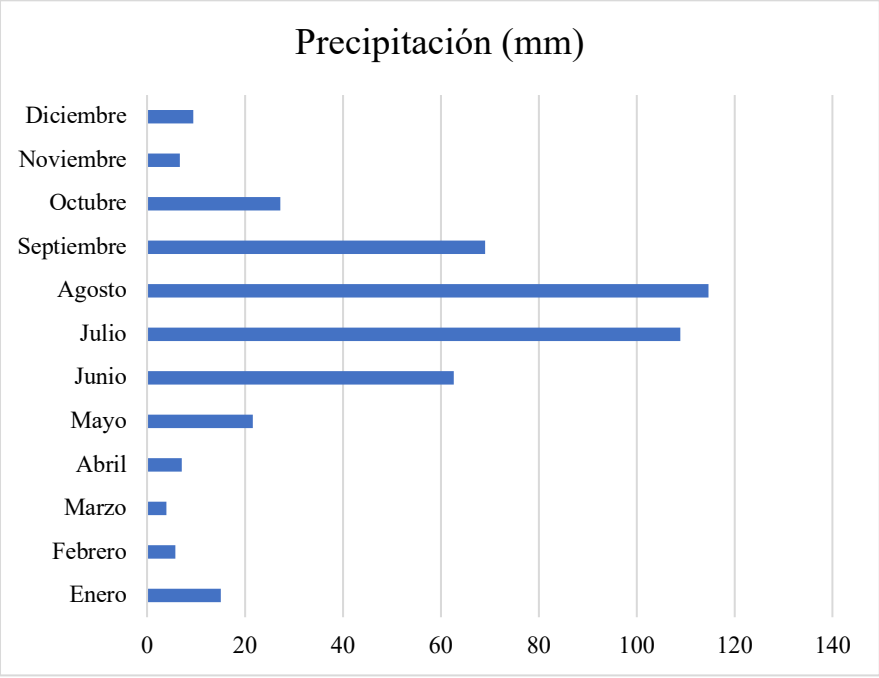
marzo que está por debajo del 1.0% de la precipitación anual. Las precipitaciones registradas obedecen a las unidades climáticas en ambientes secos.

Tabla IV. 7 Estadísticas de temperaturas máximas, medias y mínimas promedio por mes

Mes	Precipitación (mm)
Enero	15.1
Febrero	5.8
Marzo	4.0
Abril	7.1
Mayo	21.6
Junio	62.7
Julio	108.9
Agosto	114.7
Septiembre	69.0
Octubre	27.2
Noviembre	6.7
Diciembre	9.4
Anual	**452.2**

Las Isoyetas son curvas que en un mapa une los puntos que reciben la misma cantidad de precipitación (lluvia) en un tiempo determinado. Se puede utilizar para cualquier período de tiempo, desde un período corto hasta la media total anual de lluvia o precipitaciones. Los rangos de precipitación varían año con año, dado que las precipitaciones dependerán de las condiciones climáticas que se presenten diariamente, sobre todo en los meses de junio, julio, agosto y septiembre, catalogados como los más lluviosos.

La identificación de los rangos de precipitación se realizó en base a la Carta Precipitación Media Anual, Escala 1:4000000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2001). Dentro del SA se presentan dos rangos de Isoyetas los cuales van de los 200-400 mm y de 400-800 mm, las superficies que ocupan estos rangos se muestran en la siguiente tabla y su distribución dentro del área de influencia.



Gráfica IV. 2. Precipitación promedio por mes

IV.3.1.1.4 Evapotranspiración

La evapotranspiración es esencialmente similar a la evaporación, excepto que la superficie de la cual se escapan las moléculas de agua no es una superficie de agua, sino hojas de plantas, es decir, el término de evapotranspiración se utiliza para abarcar tanto el proceso físico de pérdida de agua por evaporación como el proceso de evaporación del agua absorbida por las plantas, debido a que se involucran ambos mecanismos de evaporación y transpiración. Sin embargo, aunque los dos sistemas son diferentes y se realizan independientemente no resulta fácil separarlos, pues ocurren por lo general de manera simultánea; de este hecho deriva la utilización del concepto más amplio de evapotranspiración que los engloba.

La cantidad de vapor de agua que transpira una planta, varía día a día con los factores ambientales que actúan sobre las condiciones fisiológicas del vegetal y determinan la rapidez con que el vapor del agua se desprende de la planta, siendo los principales factores:

Radiación solar: Este término comprende la luz visible y otras formas de energía radiante (radiaciones infrarrojas y ultravioleta). El principal efecto de las radiaciones solares sobre la evapotranspiración proviene de la influencia de la luz sobre la apertura y cierre de las estomas, ya que, en la mayoría de las especies vegetales, las estomas por lo común, permanecen cerrados cuando desaparece la luz.

Humedad relativa: En general, si otros factores permanecen constantes, cuando la presión del vapor es mayor, será más lenta la evapotranspiración. Si las estomas están cubiertas, la difusión del vapor de agua de las hojas dependerá de la diferencia entre la presión de vapor de agua en los espacios intercelulares y la presión de vapor de la atmósfera exterior.

Temperatura: Influye en la velocidad en que se difunde el vapor de agua de la hoja a través de las estomas, en general cuanto más alta es la temperatura para un gradiente dado, más alta es la velocidad de difusión.

Viento: El efecto del viento sobre la evapotranspiración dependerá de las condiciones ambientales. Un aumento en la velocidad del viento, dentro de ciertos límites significa una mayor evapotranspiración, sin embargo, puede decirse que la evapotranspiración aumenta relativamente más, por los efectos de una brisa suave (0 a 3 km/hora), que por vientos de gran velocidad. Se ha observado que estos últimos ejercen más bien un efecto retardante sobre la evapotranspiración, probablemente debido al cierre de las estomas en tales condiciones. El efecto del viento puede ser indirecto sobre la evapotranspiración a través de la influencia que ejercen en la temperatura de las hojas.

La identificación de evapotranspiración se realizó en base a la Carta Evapotranspiración real en Hidro geografía, II Escala 1:4000000, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 1990). Dentro del SAR se registra un rango de evapotranspiración el cuál va de los 300 a 400 mm, este ocupa el total de la superficie, pero muy próximo a los limites existe un cambio en la evapotranspiración, el cual es superior, mismo que va relacionado a una mayor precipitación.

Área de influencia

La totalidad del AI, está cubierta por el rango de 300 a 400 mm, el cual puede incluso ser superior a la precipitación según sea el caso, sin embargo, en este proceso al ser en su gran mayoría plantas resistente a la sequía, las cuales se ubican en climas secos con bajas precipitaciones poseen una capacidad excepcional de retener la humedad y extraerla del suelo o ambiente. Este tipo situaciones climatológicas, como lluvia, evapotranspiración y temperatura deberán de analizarse cuando se pretendan realizar campañas de reforestación, reubicación de especies o bien obras de conservación de suelo y agua y que sean acordes al lugar donde se establecerán.

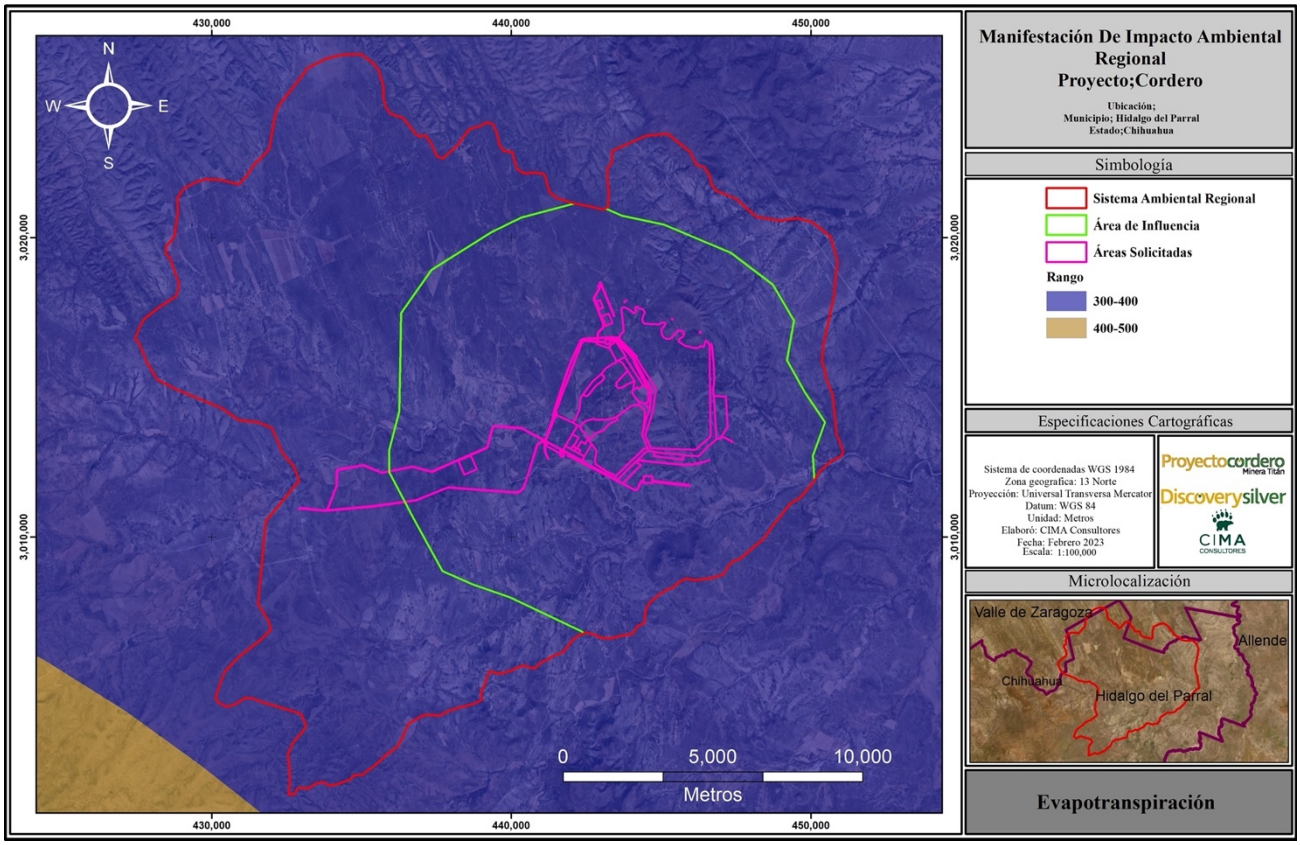


Figura IV. 19 Evapotranspiración dentro del SAR

IV.3.1.1.5 Isoyetas

Las Isoyetas son curvas que en un mapa une los puntos que reciben la misma cantidad de precipitación (lluvia) en un tiempo determinado. Se puede utilizar para cualquier período de tiempo, desde un período corto hasta la media total anual de lluvia o precipitaciones.

Los rangos de precipitación varían año con año, dado que las precipitaciones dependerán de las condiciones climáticas que se presenten diariamente, sobre todo en los meses de junio, julio, agosto y septiembre, catalogados como los más lluviosos como se mencionó anteriormente.

La identificación de los rangos de precipitación se realizó en base a la Carta Precipitación Media Anual, Escala 1:4000000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 2001). Dentro del SAR se presentan dos rangos de Isoyetas los cuales van de los 125-400 mm y de 400-600 mm, las superficies que ocupan estos rangos se muestran en la siguiente tabla y su distribución dentro del área de influencia.

Tabla IV. 8 Isotermas dentro del SAR

Isoyetas dentro del SAR			
No.	**Rango (mm)**	**Superficie (ha)**	**%**
1	125 a 400 mm	19950.72	58.17
2	400 a 600 mm	14345.84	41.83
Total		34296.56	100.00

La precipitación promedio anual registrada de una estación meteorológica próxima con datos históricos, tiene una cantidad de 452.2 mm, mientras que la CONABIO maneja 2 áreas o porciones, la primer de 125 – 400, para un área árida y una mayor temperatura, mientras que la porción oeste existe un incremento que va de los

400 – 600 mm, con climas tendientes a los templados secos, sin embargo estos límites no suponen una verdad absoluta, por lo que al ser considerada un área de transición el ajuste de lluvias tiende a ser poco diferente.

Área del proyecto

El AI, recae sobre el rango de elevación más seco (125 – 400 mm) en casi toda su superficie, mismo que marca de cierta manera un criterio adicional para la delimitación del AI, si se hubiesen incluidas las precipitaciones. La cantidad de lluvia que recae en estas áreas aun y cuando sea ligeramente superior a 400 mm, dada la cercanía del área de transición es relativamente baja en comparación con otras áreas como templadas o cálidas, las cuales tienen incidencia directa por el proyecto, ya que se plantea la instauración de una presa de jales de gran tamaño, por lo que estos eventos dispersos tienden a bajar la probabilidad de algún desbordamiento del material, así mismo el área de tajo puede servir como un reservorio de agua que en su declive hacia las partes bajas puede generar desbordamiento de material, sin embargo las altas temperaturas y bajas precipitaciones disminuye esta probabilidad aunado a ello se crearan canales para el desvió de agua en ambas estructuras de riesgo.

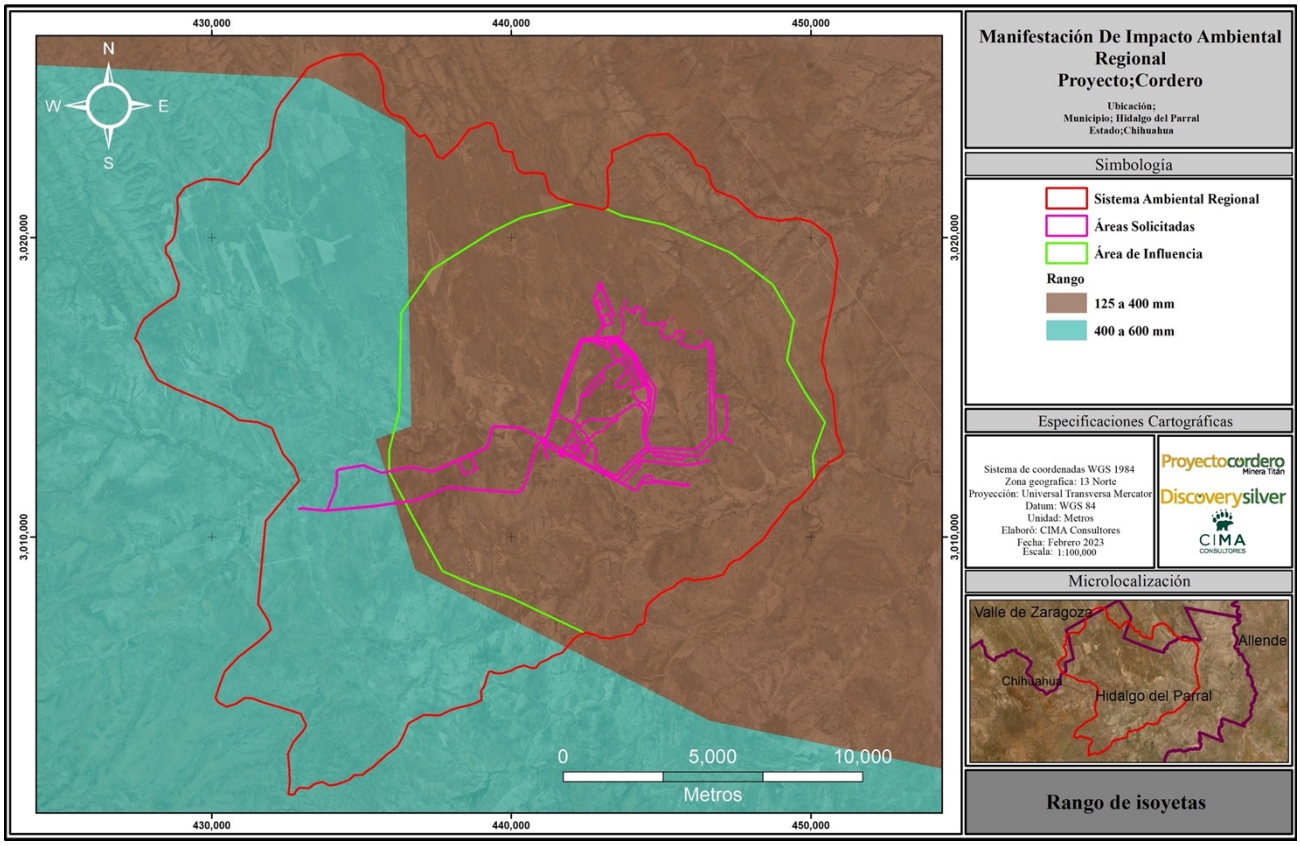


Figura IV. 20 Isoyetas dentro del SAR

IV.3.1.1.6 Eventos meteorológicos (estación severos)

En el área del proyecto se tienen detectados los meses de julio - agosto como aquellos que cuentan con mayor precipitación, información que coincide con el apartado de precipitación previamente mencionado, mientras que la niebla no tiene presencia, dado a que no existen condiciones como humedad que combinada con las bajas temperaturas provoca este fenómeno meteorológico, el granizo suele presentarse, pero de manera aislada, el cual comúnmente es de baja escala o riesgo.

Por último, tenemos las tormentas eléctricas, con escasos o nulos registros al año, toda vez que en la región se presentan pocos eventos de lluvia, así como huracanes o ciclones tropicales, lo cual da una mayor viabilidad operativa del recinto minero y el desarrollo de sus actividades al disminuir el riesgo por los eventos

meteorológicos extremos. En la tabla siguiente se muestra una síntesis de la lluvia, niebla. Granizo y tormenta electica que suelen ocurrir en la región.

Tabla IV. 9 Estadísticas de intemperismos severos.

Número de días con:	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Lluvia	2.3	0.6	0.3	0.1	1.3	2.9	5.5	5.7	4.0	1.6	0.3	0.9
Niebla	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Granizo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tormenta Eléctrica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fuente: CONAGUA-SMN												

IV.3.1.2 Geomorfología

Geología general

El relieve de las áreas de interés se caracteriza por el predominio planicies y pequeños lomeríos en la cual puede desarrollarse la agricultura de forma amplia y la ausencia total de áreas serranas o montañas.

Dentro del sistema ambiental regional se presentan principalmente rocas sedimentarias, seguidas por las ígneas extrusivas ácidas.

Clase: Sedimentaria: Las rocas sedimentarias se forman por la precipitación y acumulación de materia mineral de una solución o por la compactación de restos vegetales y/o animales que se consolidan en rocas duras. Los sedimentos son depositados, una capa sobre la otra, en la superficie de la litósfera a temperaturas y presiones relativamente bajas y pueden estar integrados por fragmentos de roca preexistentes de diferentes tamaños, minerales resistentes, restos de organismos y productos de reacciones químicas o de evaporación.

Clase; Ígnea extrusiva: Se originan a partir de material fundido en el interior de la corteza terrestre, el cual está sometido a temperatura y presión muy elevada. El material antes de solidificarse recibe el nombre genérico de magma (solución compleja de silicatos con agua y gases a elevada temperatura), se forma a una profundidad de la superficie terrestre de entre 25 a 200 km. Cuando emerge a la superficie se conoce como lava. Cuando el magma llega a la superficie terrestre es derramado a través de fisuras o conductos (volcán), al enfriarse y solidificarse forma este tipo de rocas. Se distinguen de las intrusivas, por presentar cristales que sólo pueden ser observados por medio de una lupa (textura afanítica).

Tabla IV. 10 Geología dentro del SAR

Geología dentro del SAR				
No.	**Clase**	**Tipo**	**Superficie (ha)**	**%**
1	Ígnea extrusiva	Ígnea extrusiva ácida	2088.31	6.09
2		Ígnea extrusiva intermedia	364.32	1.06
4	Sedimentaria	Caliza-Lutita	22558.51	65.77
5		Conglomerado	9285.42	27.07
Total			34296.56	100.00

Área de influencia

Dentro del área de influencia, existen los mismos dos tipos de clases, aunque en mayor porcentaje para el caso de las ígneas extrusivas, cabe resaltar que estas clases al ser comparadas con el relieve del lugar tienden a ser las secciones o superficies más elevadas, es decir elevaciones considerables en comparación con el resto de las áreas que suelen tender a ser planas. Cabe resaltar que el área del tajo planteada en los usos propuestos y con potencial para ser explotado el material está en gran medida sobre este tipo de roca, denominada ígnea extrusiva.

Las rocas, pocas veces son valoradas en estudios de impacto ambiental, más allá de sus cualidades descriptivas, pero son indicadores de gran relevancia pues ahí no solo yace el mineral de interés, si no que permite definir

hasta cierto punto el método de minado, dado que ciertas rocas tienden a ser más resistentes o bien incrementar la probabilidad de derrumbes, que en conjunto con fallas u otras situaciones pueden afectar la seguridad operacional, por otro lado, tenemos la cuestión de recarga de agua hacia los acuíferos, pues existen diferentes unidades geohidrológicas que pueden definir el grado de permeabilidad, esto tiene suma relevancia también a la hora de hablar de la probabilidad de que agentes químicos puedan dirigirse hacia las aguas subterráneas, aunque estos solo pueden presentarse bajo condiciones anormales y sin aplicar las medidas de mitigación pertinentes, pues tenemos que el almacenamiento de residuos peligroso, taller de mantenimiento entre otros, contaran con canaletas para retener los agentes químicos que puedan caer, así mismo tenemos que la presa de jales y demás instalación es donde puedan manejarse químicos peligrosos para el proceso de beneficio contaran con programas de mantenimiento, inspección y vigilancia, liner o geomembrana entre otras medidas acorde al proyecto.

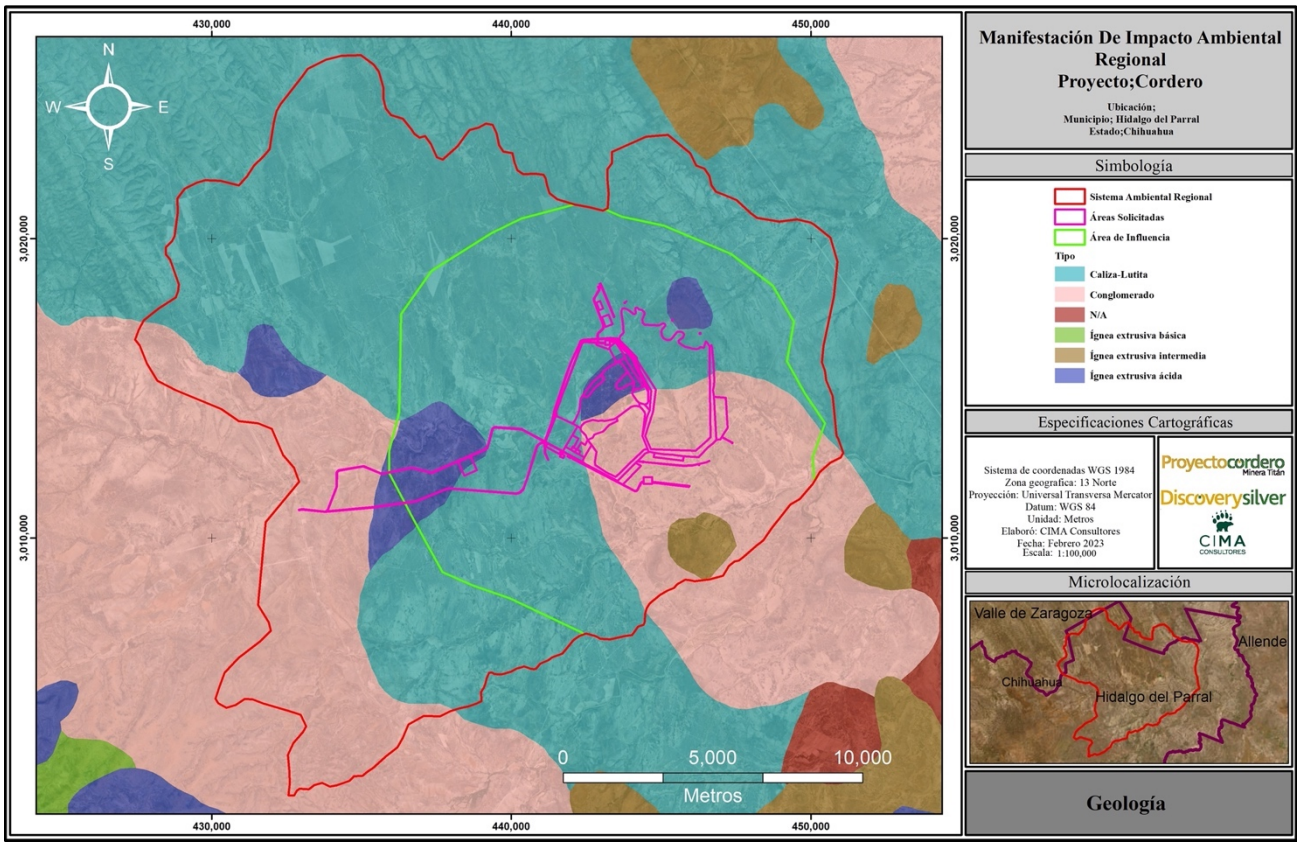


Figura IV. 21 Geología dentro del SAR

Cabe mencionar que la promovente, con las actividades de exploración, puede además obtener datos de relevancia de las condiciones geológicas, donde cuenta con modelaciones de los cuerpos presentes en el sub suelo, además se cuenta con estudios específicos de caracterización del lugar, a fin de conocer ampliamente las condiciones del lugar y tener los elementos suficientes para la correcta toma de decisiones.



Figura IV. 22 Caracterización geológica a base de barrenos

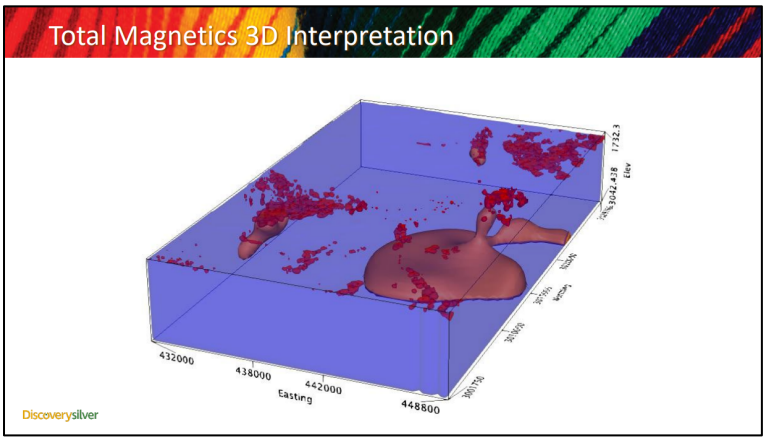


Figura IV. 23 Ejemplo de algunos estudios complementarios de la geología

IV.3.1.2.1 Provincias fisiográficas

Son regiones en el que el relieve es el resultado de la acción de un mismo conjunto de agentes modeladores del terreno, así como de un mismo origen geológico, lo mismo que un mismo o muy semejante tipo de suelo y de la vegetación que sustenta.

El estado comprende áreas de dos de las quince provincias fisiográficas que conforman a la República Mexicana: Sierras y Llanuras del Norte y Sierra Madre Occidental, éstas dividen a la entidad en dos porciones más o menos de la misma superficie y el límite entre ambas se extiende aproximadamente del noroeste al sursureste del territorio estatal. A continuación, se hace una breve reseña de las características de las provincias fisiográficas encontradas dentro del SAR:

- **Sierra Madre Occidental**

La Sierra Madre Occidental es el sistema montañoso más espacioso del territorio nacional, abarcando todo el oeste mexicano y el extremo suroccidental de los Estados Unidos, siendo una continuación de las Montañas Rocallosas en Canadá y los Estados Unidos. Cubre una extensión de 289.000 km^2, lo que representa la sexta parte del territorio de México. Se extiende en dirección noroeste a Suroeste casi en forma paralela a las costas del océano Pacífico y Mar de Cortés; recorriendo en sus 1400 km de longitud los estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango, Zacatecas, Aguascalientes, Nayarit, y Jalisco. Se inicia en el límite internacional con el estado de Arizona, E.U.A., y termina aproximadamente en el río Santiago, a la altura del estado de Nayarit, en donde se conecta con la Sierra Volcánica Transversal o Eje Neovolcánico.

La Sierra Madre Occidental inicia prácticamente desde la frontera con los Estados Unidos de América, dentro de los cuales tiene una pequeña penetración, y se extiende de noroeste a sureste hasta su límite en el sur con la provincia Eje Neovolcánico.

- **Sierras y Llanuras del Norte**

Esta provincia árida y semiárida se extiende desde el suroeste de los Estados Unidos de América hasta cerca de Nazas en Durango y la Laguna de Mayrán en Coahuila de Zaragoza. También muestra penetraciones digitadas desde ese país al extremo norte de Sonora. Dentro de territorio mexicano, al sur del Río Bravo, colinda al oeste con la Sierra Madre Occidental, al este con la Sierra Madre Oriental y tiene un punto de contacto en el extremo sur con la Mesa del Centro.

Se orienta más o menos noroeste-sursureste y abarca parte de los estados de Sonora, Chihuahua, Coahuila de Zaragoza y Durango. Los climas dominantes son muy secos semicálidos y templados, pero junto a la Sierra Madre Occidental se presenta una larga franja de climas semisecos templados, los cuales también se producen en las sierras interiores más elevadas.

La parte occidental de la provincia queda integrada a la vertiente oriental del continente a través del río Conchos, éste, procedente de la Sierra Madre Occidental recibe al noroeste de Hidalgo del Parral las aguas del río Balleza, entra a la presa La Boquilla al suroeste de Santa Rosalía de Camargo, de ahí corre hacia el norte pasando cerca de Delicias, donde recibe nuevos afluentes de la Sierra Madre Occidental.

Dentro del SAR el 95.41 % lo ocupa la provincia fisiográfica Sierras y Llanuras del Norte y solo el 4.59% lo ocupa la Sierra Madre Occidental como se puede apreciar a continuación:

Tabla IV. 11 Provincias fisiográficas dentro del SAR

Provincia fisiográfica del SAR			
No.	**Nombre**	**Superficie (ha)**	**%**
1	Sierras y Llanuras del Norte	32722.67	95.41
2	Sierra Madre Occidental	1573.89	4.59
Total		34296.56	100.00

Área de influencia

El área de influencia comprende ambos sistemas de provincias, aunque uno con baja superficie, alcanzando una elevación próxima a las áreas solicitadas, la cual es considerada como parte de la sierra madre occidental, sin embargo, al estar contigua a un área de inicio o transición, aún posee características de las partes bajas, con dominancia una vegetación xerófila, pero conforme se extiende más allá del SAR, hacia el oeste se pueden localizar otros tipos de ecosistemas, dentro del macizo forestal.

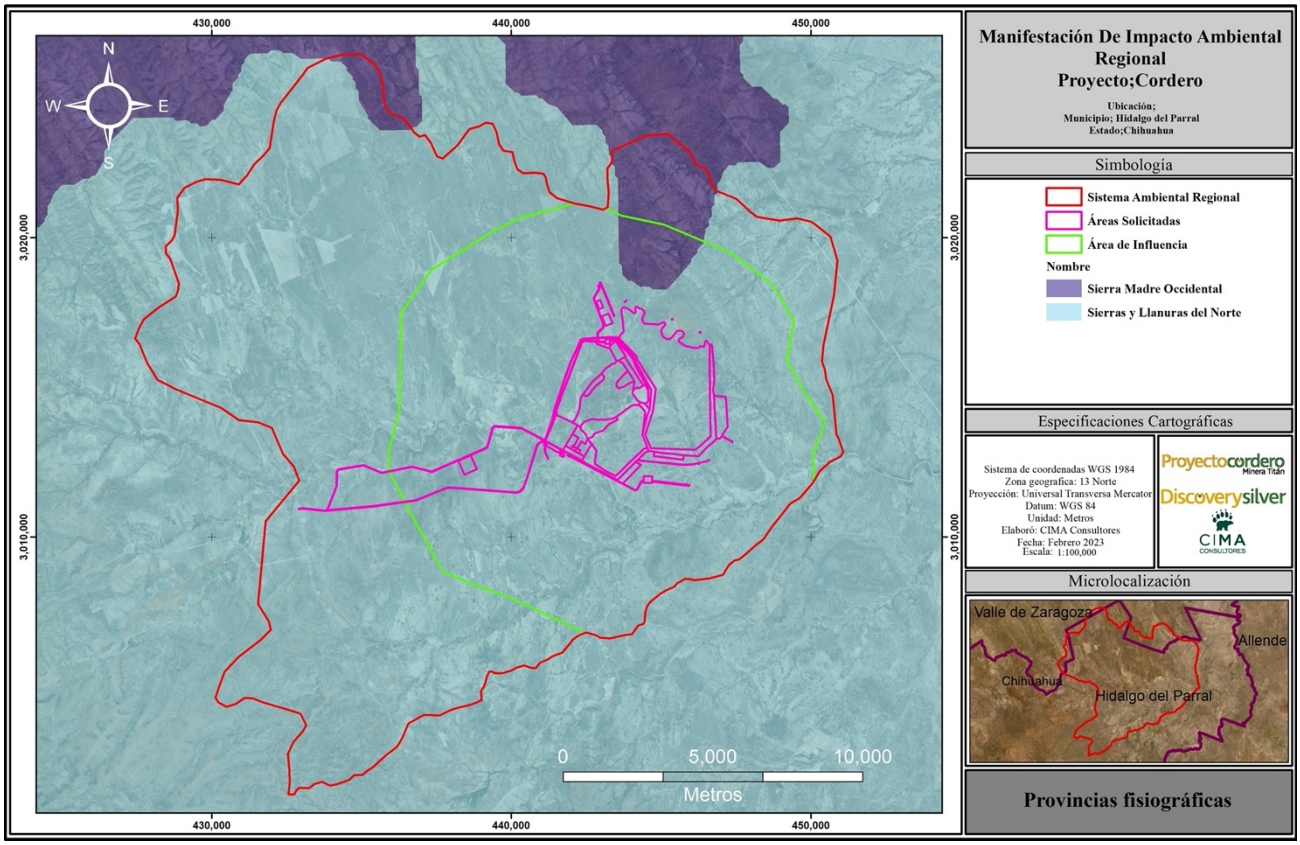


Figura IV. 24 Provincias fisiográficas dentro del SAR

IV.3.1.2.2 Subprovincia fisiográfica

Resulta de la primera subdivisión que puede hacerse de una provincia fisiográfica cuando se cumplen las siguientes condiciones:

- Como parte integral de la provincia fisiográfica.
- Las geoformas que la integran son las típicas de la provincia, pero su frecuencia, magnitud o variación morfológica son apreciablemente diferentes a las dadas en el resto de la provincia.
- Presenta en forma predominante las geoformas típicas para la provincia en general, pero ahora asociadas con otras diferentes y que le son distintivas por no aparecer en forma importante en el resto de la misma provincia.

A continuación, se hace una breve descripción de las subprovincias:

- **Del bolsón de Mapimí**

Esta subprovincia, toda ella comprendida en territorio mexicano, se extiende desde su frontera septentrional con la subprovincia Llanuras y Médanos del Norte, hacia el sur pegada al costado oriente de la Sierra Madre Occidental, para ampliarse al este hasta la zona de la laguna El Rey y las poblaciones Mapimí, Nazas y este de Torreón, de tal forma que abarca parte de los estados de Chihuahua, Coahuila de Zaragoza y Durango.

Dominan las llanuras aluviales y las bajadas, pero hay pequeñas sierras escarpadas y plegadas, así como lomeríos escarpados y ramificados, orientados norte-sur. Los lomeríos en la parte boreal están relacionados con rocas volcánicas ácidas mostrando fallas normales sobre sus costados; y en la austral, con calizas. Sólo en el noreste de Hidalgo del Parral afloran rocas basálticas, que tienen morfología de meseta.

❖ **Sierras y llanuras de Durango**

Esta angosta y alargada subprovincia forma parte del costado oriental de la Sierra Madre Occidental, en sentido más o menos norte-sur va desde la altura de la cabecera municipal Santa Isabel, Chihuahua, hasta Sombrerete, Zacatecas, pasando por el estado de Durango.

La subprovincia en su parte norte, entre Cuauhtémoc e Hidalgo del Parral, tiene angostas llanuras a unos 1 500 msnm, valles, cadenas de pequeñas sierras, mesetas y lomeríos; todos orientados en sentido paralelo al eje de la provincia. Algunas cimas superan los 2 000 msnm al oeste de Hidalgo del Parral. Hay algunas fallas normales sobre los límites de las subprovincias occidentales. Entre las masas de rocas ígneas ácidas, se localizan grandes afloramientos de aluviones conglomeráticos del Terciario, dándose mayor complejidad en torno a la población de En Chuhuichupa y Barrio Chihuahuita, a unos 2 400 msnm, se presenta la morfología de meseta, pero por su tamaño no es representada en el mapa de regionalización fisiográfica. La distribución de estas superficies dentro del SA, es igual a su antecesor de provincias fisiográficas, las cuales se describen en la siguiente tabla.

Tabla IV. 12 Sub provincias fisiográficas dentro del SAR

Sub provincia fisiográfica del SAR			
No.	**Nombre**	**Superficie (ha)**	**%**
1	Del Bolsón de Mapimí	32722.67	95.41
2	Sierras y Llanuras de Durango	1573.89	4.59
Total		34296.56	100.00

Área de influencia

La entrada de las sierras y llanuras de Durango, es por la misma sección, de una parte, elevada cercana al proyecto, por lo que únicamente el área del proyecto afectara a la provincia Bolsón de Mapimí, característica de áreas áridas, aunque al estar cerca de los limites pueden ser encontradas especies con mayor altura, inclusive el incremento de especies arbóreas.

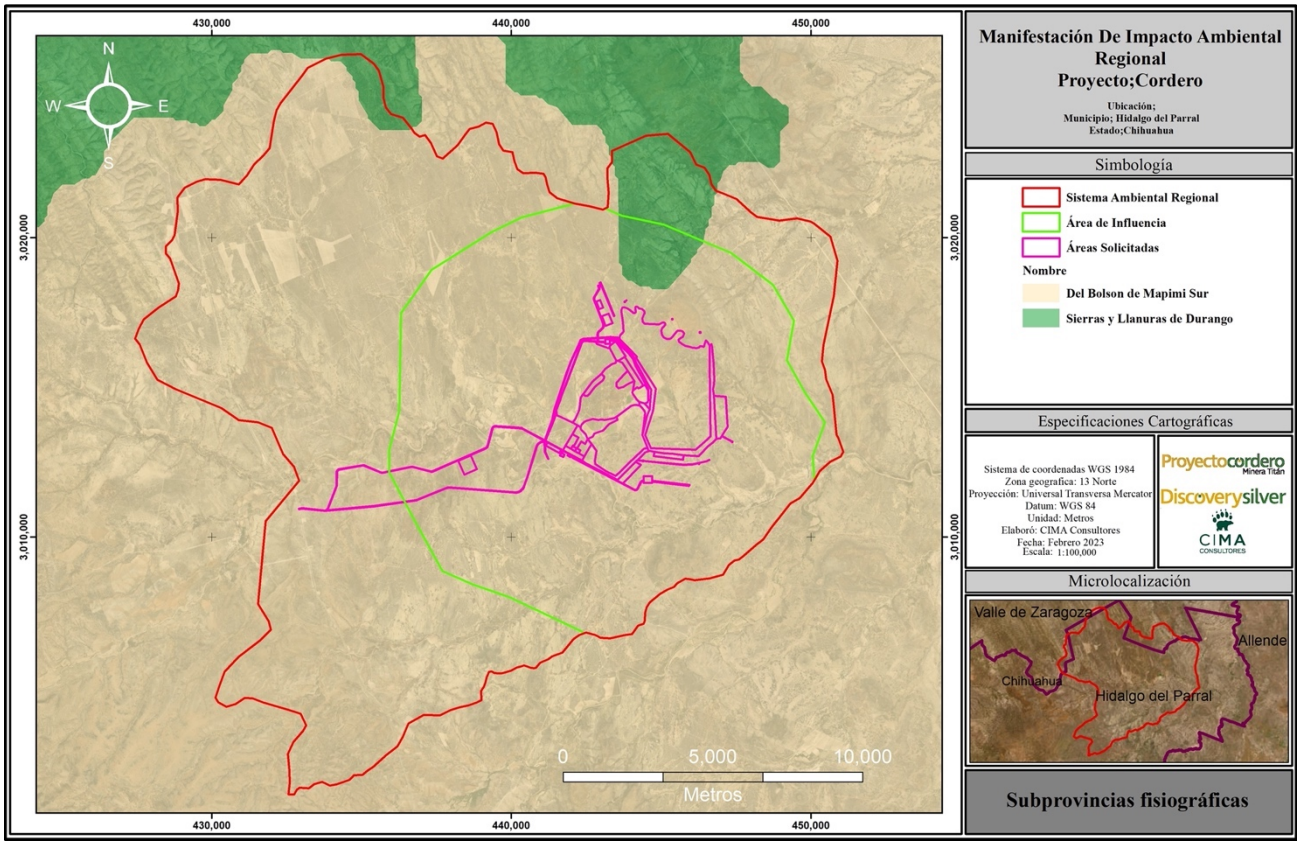


Figura IV. 25 Sub provincias fisiográficas dentro del SAR

IV.3.1.2.3 Sistema de topoformas

Estos sistemas son un conjunto de topoformas asociadas entre sí, según un patrón o patrones estructurales y/o degradativos y que además presentan un mayor grado de uniformidad paisajística respecto a las subprovincias fisiográficas o discontinuidades fisiográficas.

Una topoforma es una geoforma geométricamente reducible a un número pequeño de elementos topográficos, entendiendo como geoforma a cualquier accidente del relieve (tales como planicie, cono cinerítico, inselberg, abanico aluvial, duna y otras) (Rosete y Bocco, 1999). Dentro del SAR, tenemos la presencia y dominancia del Lomerío escarpado con llanearas y lomerío con cañadas, en una superficie idéntica a las provincias y sub provincias, pues estas son delimitaciones marcadas a grandes rasgos y que compartes similitudes entre ellas.

Tabla IV. 13 Sistema de topoformas dentro del SAR

Sistema de topoformas dentro del SAR			
No.	**Topoforma**	**Superficie (ha)**	**%**
1	Lomerío con Cañadas	1573.89	4.59
2	Lomerío Escarpado con Llanuras	32722.67	95.41
Total		34296.56	100.00

Área de influencia (AI)

El lomerío escarpado con llanura, el cual se refiere a la existencia de elevaciones con alta presencia de rocas y que en ocasiones tienden a tener pendientes pronunciadas, sin embargo en los recorridos de campo se pueden detectar estas elevaciones, sin embargo no cuentan con características o elevaciones de consideración, esto al revisar aquellas rocas de clase ígnea extrusiva vistas previamente existen un par de espacios, siendo uno de ellos el área donde se realizara el tajo, mientras que el segundo tipo de topoformas existentes dentro del área de influencia, es el lomerío con cañadas, el cual incluye una elevación próximas al proyecto, pero en general el relieve de la región es poco accidentado, existiendo elevaciones de consideración en el lugar, lo cual podrá ser corroborada en la siguiente sección de relieve.

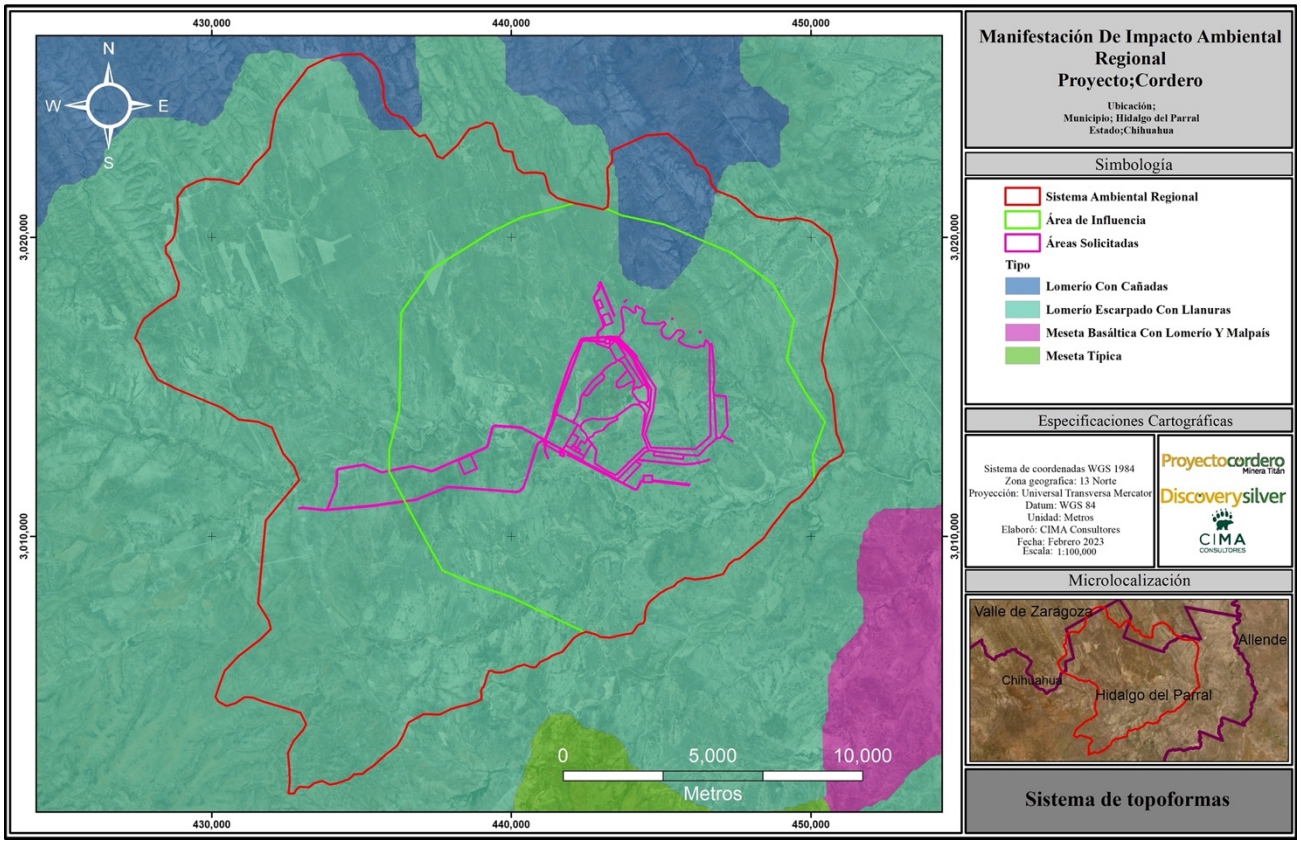


Figura IV. 26 Sistema de topoformas dentro del SAR

IV.3.1.3 Relieve

IV.3.1.3.1 Modelo digital de elevación (MDE)

Un modelo digital de elevación (MDE) es una representación visual de la topografía y matemática de los valores de altura de una zona terrestre con respecto al nivel medio del mar. Dentro del sistema ambiental destaca un sistema en su mayoría plano, pero con la presencia de algunas elevaciones o lomeríos Los cuales alcanzan un máximo de 1763 msnm, mientras que las partes bajas están rondan los 1489.

Dentro del SAR, tenemos dos rangos marcados, hacia el centro del sistema delimitado, con una superficie similar, que rondan el 25% cada uno, estos referidos a los 1550 – 1600 msnm y 1600 – 1650 msnm, mientras que existen otros de menor superficie. Las partes más altas se localizan hacia el noroeste.

Tabla IV. 14 Rango de elevaciones dentro del SAR

Rango de elevación dentro del SAR			
No.	**Rango (msmn)**	**Superficie (ha)**	**%**
1	1489 - 1550	6085.99	17.75
2	1550 - 1600	8072.21	23.54
3	1600 – 1650	9045.53	26.37
4	1650 – 1700	7009.36	20.44
5	1700 - 1763	4083.47	11.91
Total		34296.56	100.00

Área de influencia (AI)

Dentro del área de influencia tenemos una dominancia de áreas planas o extensas, donde el rango de elevación no cambia radicalmente de un punto a otros, para ellos se tiene que recorrer una distancia considerable, mismo caso sucede para las áreas solicitadas por el proyecto. La tendencia de elevación suele ir del este (áreas más bajas) hacia el oste (áreas más altas), esto va referido conforme a se van a cercando a la sierra madre occidental.

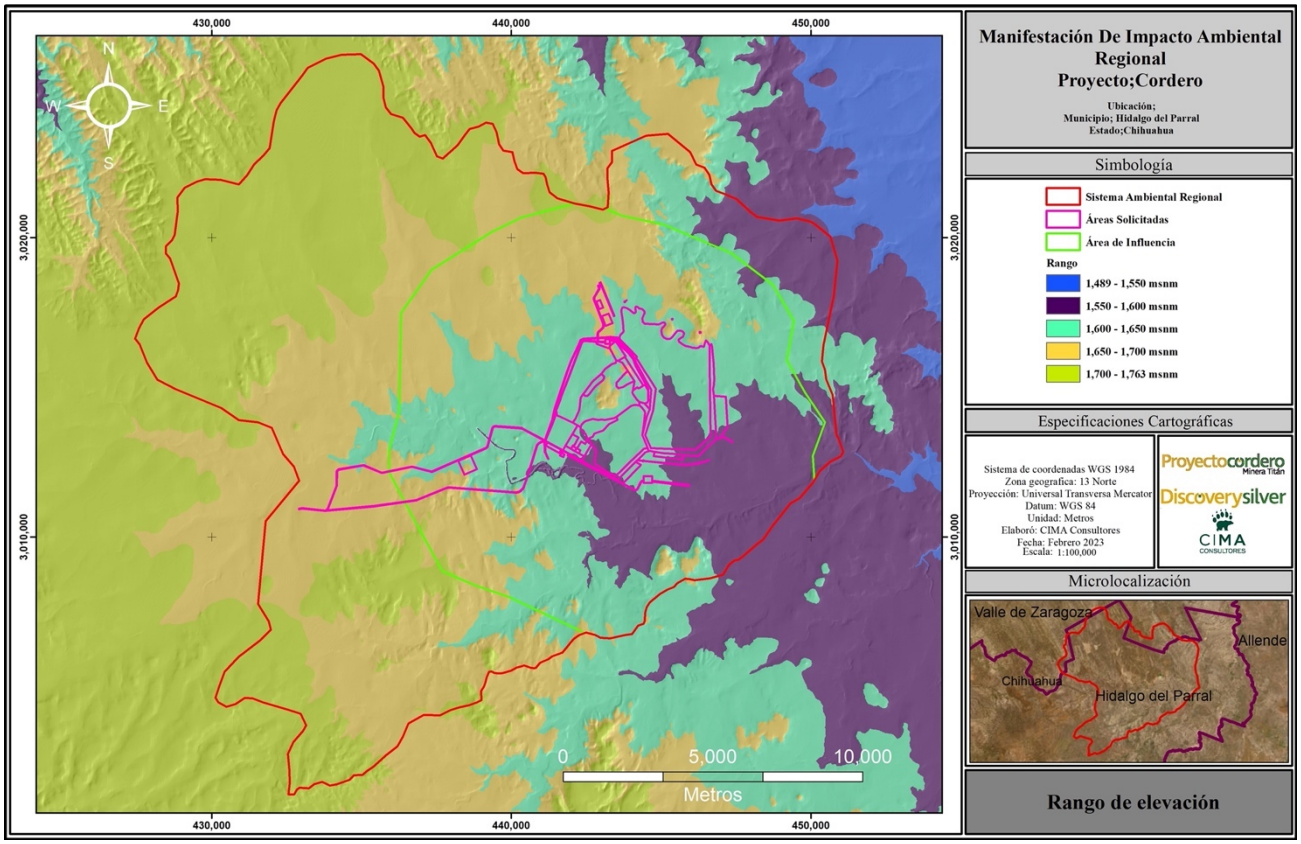


Figura IV. 27 Rango de elevaciones dentro del SAR

Para lo relacionado con la instauración de la infraestructura, el relieve es completamente compatible, ya que no son requeridos grandes movimientos de material para la preparación del sitio como nivelación, la parte más elevada del proyecto se centra la superficie de tajo el cual se llevara un cambio altitudinal, de uno elevado a otro inferior, mientras que el uso de la tepetatera y presa de jales sucede lo contrario, pasara de un área relativamente plana a una con mayor altura, siendo estas los usos con mayor modificación al entorno respecto a la topografía, sin embargo la reforestación en las últimas 2 áreas es completamente viable, acercando a una condición similar a la actual.

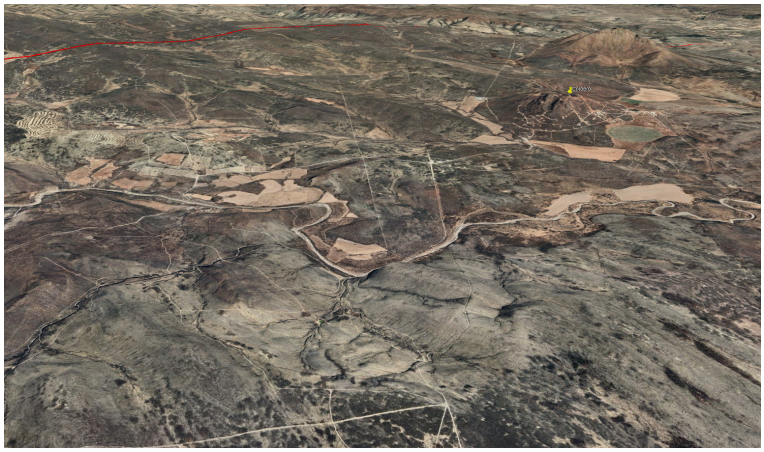


Figura IV. 28 Relieve bien representado del SAR



Fotografía IV. 1. Condiciones topográficas del SAR

IV.3.1.3.2 Pendientes

Podemos definir la pendiente del terreno como la inclinación o desnivel del suelo expresado en grados de inclinación. Sin embargo, al contemplar las descripciones previas de fisiografía y relieve principalmente, se puede reafirmar que el SAR del proyecto considera una pendiente nula o ligera, dado a que alrededor del 65.30% se ubica dentro de un rango que va de los 0° a los 5°, mientras que el segundo aun considerado como pendiente baja de 5° a 10° con 27.4%, ambos rangos suman más del 90% de su superficie.

Tabla IV. 15 Pendientes dentro del SAR

Rango de pendientes dentro del SAR			
No.	**Rango (°)**	**Superficie (ha)**	**%**
1	0 - 5°	22394.41	65.30
2	5 - 10°	9396.91	27.40
3	10 - 20°	1989.26	5.80
4	20 - 30°	459.91	1.34
5	30 - 56°	56.07	0.16
Total		34296.56	100.00

Las pendientes tienen una estrecha relación, conforme a la altitud, pues aquí tenemos alturas mínimas de 1,489 y pueden llegar a alcanzar los 1,763 msnm, el promedio altitudinal ronda los 1,600 msnm, por ultimo las exposiciones están ligadas con las pendientes, pues las depresiones o elevaciones dan paso a las diferentes escalas, que si bien pueden traducirse en 2 grande vertientes, aquellas que van de Este a Oeste y que representan el 27.87% y las que cuentan con una dirección de Norte a Sur 56.98%, quedando el resto para las áreas planas o azimuth.

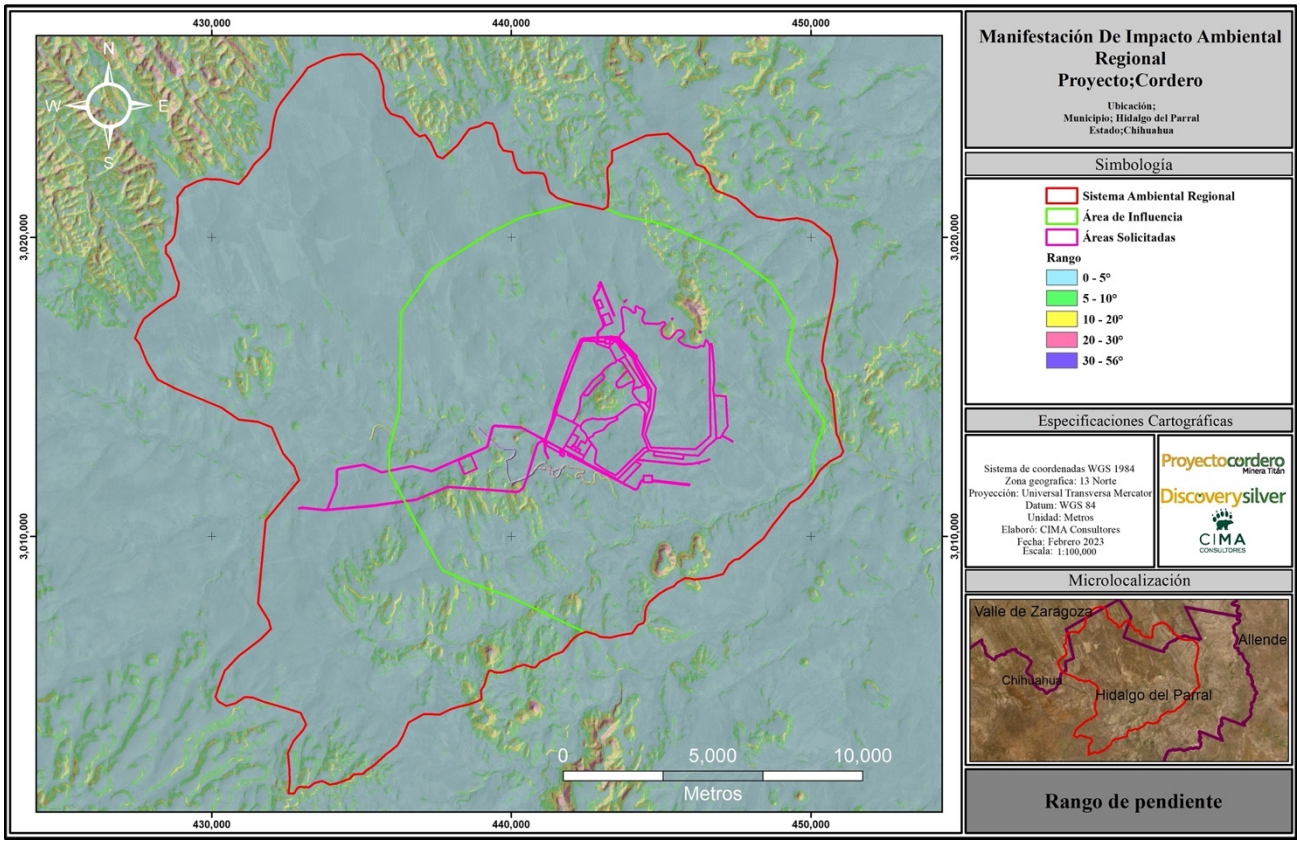


Figura IV. 29 Pendientes dentro del SAR

Área de influencia (AI)

Dentro del AI, podemos encontrar una baja variabilidad altitudinal y por ende de las pendientes, las cuales no suelen pasar de los 5° en su mayoría, lo cual representa una viabilidad para el desarrollo del proyecto, por su sistema de topoformas o relieve y que las pendientes permiten la instauración de casi cualquier trabajo, únicamente se localizan pendientes más pronunciadas aunque aceptables en el área del tajo, el cual será un punto clave para realizar trabajos, para el caso de la presa de jales, se instaurara en sistema plano, en el cual no

existan cañadas y por ende tiende a ser una factor adverso, dado que es sobre estas superficies que se suelen instaurar y al ser el lugar plano la superficie requerida, es mayor que en áreas serranas, por ello el área es más amplia que en otros proyectos referido a su sistema de topoformas, en el cual tiende a extenderse a fin de garantizar su seguridad operativa y no sobrecargar demasiado con la intención de no hacer presión y evitar derrames.



Figura IV. 30 Pendiente típica del SAR



Fotografía IV. 2. Inclinación natural del terreno del SAR

IV.3.1.3.3 Exposición

Se define como exposición de una ladera la orientación de la recta perpendicular a la misma. Se mide con brújula (o sobre mapas topográficos) y se expresa en rumbos. Las posibles exposiciones se pueden clasificar en:

- **Umbrías:** Correspondientes a exposiciones alrededor del NE, en las que es menor el número de horas de insolación y la radiación que recibe se produce en las primeras horas del día, de forma que son estaciones con menores temperaturas y por tanto la evaporación y el déficit hídrico. Reciben menor iluminación. En la medida en que la sequía sea un factor limitante al desarrollo vegetal, la vegetación se ve favorecida en las umbrías, lo que facilita la defensa del suelo frente a la erosión, y, por lo tanto, en ellas habrá más abundancia de especies higrófilas, microtermas y escatófilas
- **Solanas:** Correspondientes a exposiciones alrededor del SO en las que es mayor la radiación recibida y por tanto la iluminación. En estas estaciones aumentan, en relación con una umbría que tenga su misma latitud, altitud y pendiente, las temperaturas, la evaporación y el déficit hídrico. La vegetación estará compuesta por especies más termófilas, xerófilas y heliófilas.

Dentro del sistema ambiental regional y en relación directa con la elevación y pendiente, tenemos que el SAR al ubicarse en su mayoría sobre un sistema de llanuras y lomeríos, su exposición predominante son las este (este, sureste y noreste) en porcentajes similares, quedando los niveles más bajos para la exposición norte, la cual suele tener una mayor humedad, mientras que las exposiciones azimut o cenital reflejan también una importante superficie.

Tabla IV. 16 Exposiciones dentro del SAR

Exposiciones dentro del SAR			
No.	**Exposición**	**Superficie (ha)**	**%**
1	Azimuth	5192.27	15.14
2	Norte	2149.98	6.27
3	Noreste	3687.64	10.75
4	Este	4604.42	13.43
5	Sureste	2728.96	7.96
6	Sur	3801.06	11.08
7	Suroeste	3684.18	10.74
8	Oeste	4956.89	14.45
9	Noroeste	3491.16	10.18
Total		34296.56	100.00

Área de influencia (AI)

El AI, presenta condiciones similares a su predecesor SAR, para el caso de los rescates de flora, deberá de considerar la exposición del ejemplar rescatado, para cuando se pretenda su reubicación mantener la misma, pues la especie se encuentra adaptada a las condiciones de radiación del lugar y modificar o cambiar puede repercutir de manea adversa en su desarrollo.

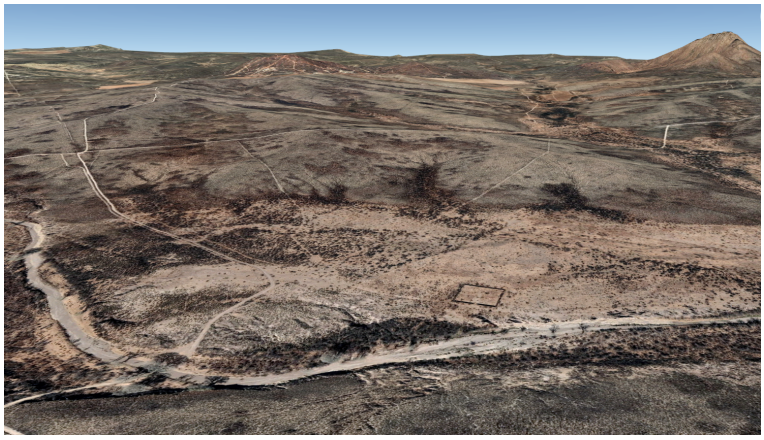


Figura IV. 31 Sistema de topoformas con llanuras del SAR

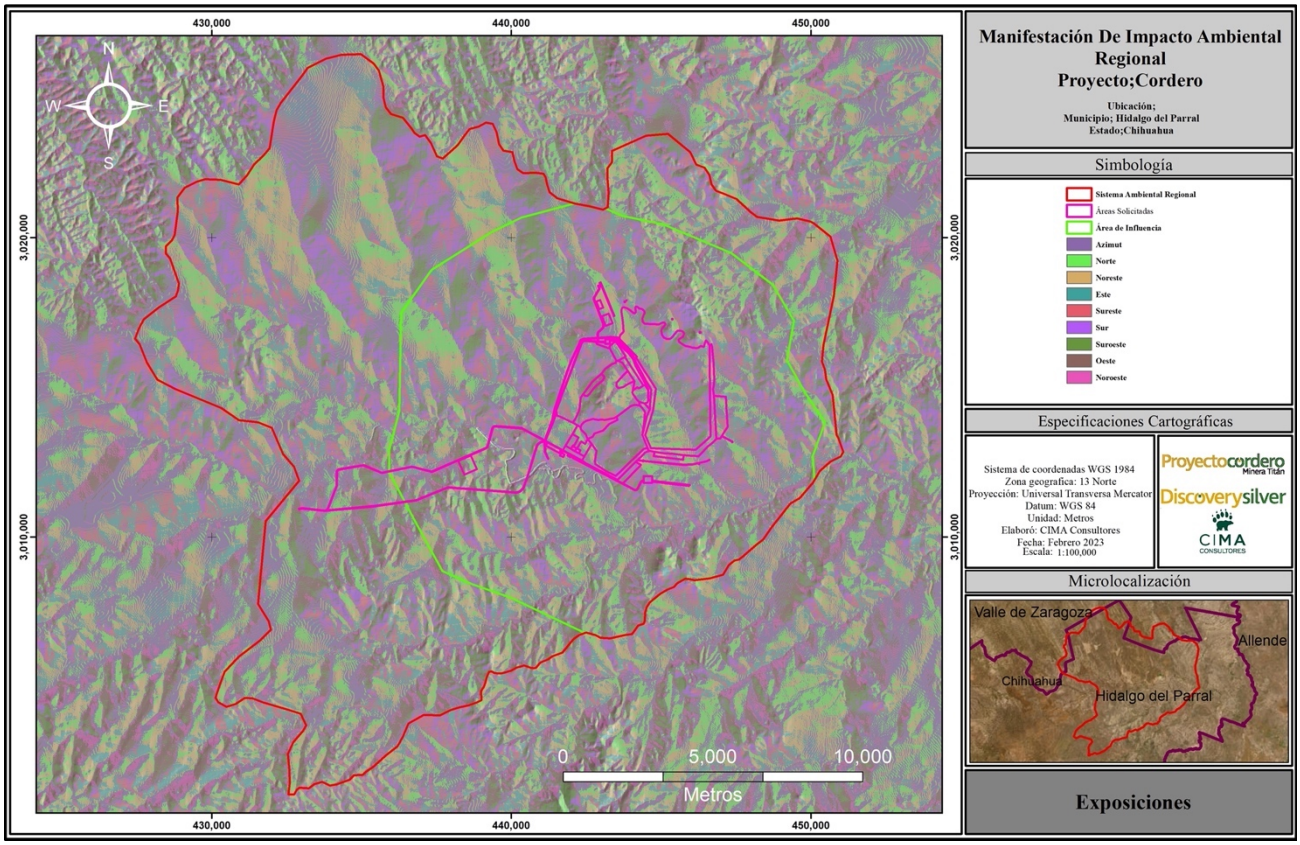


Figura IV. 32 Exposiciones dentro del SAR



Fotografía IV. 3. Variación de exposición del SAR

IV.3.1.4 Región minera

El estado de Chihuahua presenta manifestaciones de mineralización en toda la extensión de su territorio, con un grado de incidencias e intensidad mucho mayor en regiones que geológicamente han sido propicias para generar eventos metalogénicos que dieron lugar a la formación de yacimientos minerales.

Su minería ha estado presente en el desarrollo de México desde la época prehispánica. En la actualidad, existe un número importante de empresas mineras, de las cuales la mayor parte corresponde a las productoras de minerales metálicos y en menor proporción a las de minerales no metálicos.

La entidad continúa ocupando los primeros lugares a nivel nacional como productora de minerales metálicos tales como plomo, zinc, **plata**, cobre y, en menor cantidad que los anteriores, se producen cadmio, manganeso, fierro y **oro**; así también, es productora de minerales no metálicos.

El sistema ambiental se encuentra ubicado en las cartas geológico-mineras de Valle de Zaragoza (G13-A37), El Nopal (G13-38), San Antonio el Potrero (G13-A47 y Estación Dorado (G13-48), todas estas en del estado de Chihuahua. Dichas cartas hacen mención de la presencia de minerales como Plata (Ag), Plomo (Pb), Cinc (Zn) y Oro (Au). Para le caso particular del proyecto, se localiza entre algunas áreas mineras históricas, algunas de ellas llevan por nombre Bertha y Josefina, ubicados entre la zona mineralizada de Los Cuates y San Antonio de los potreros.

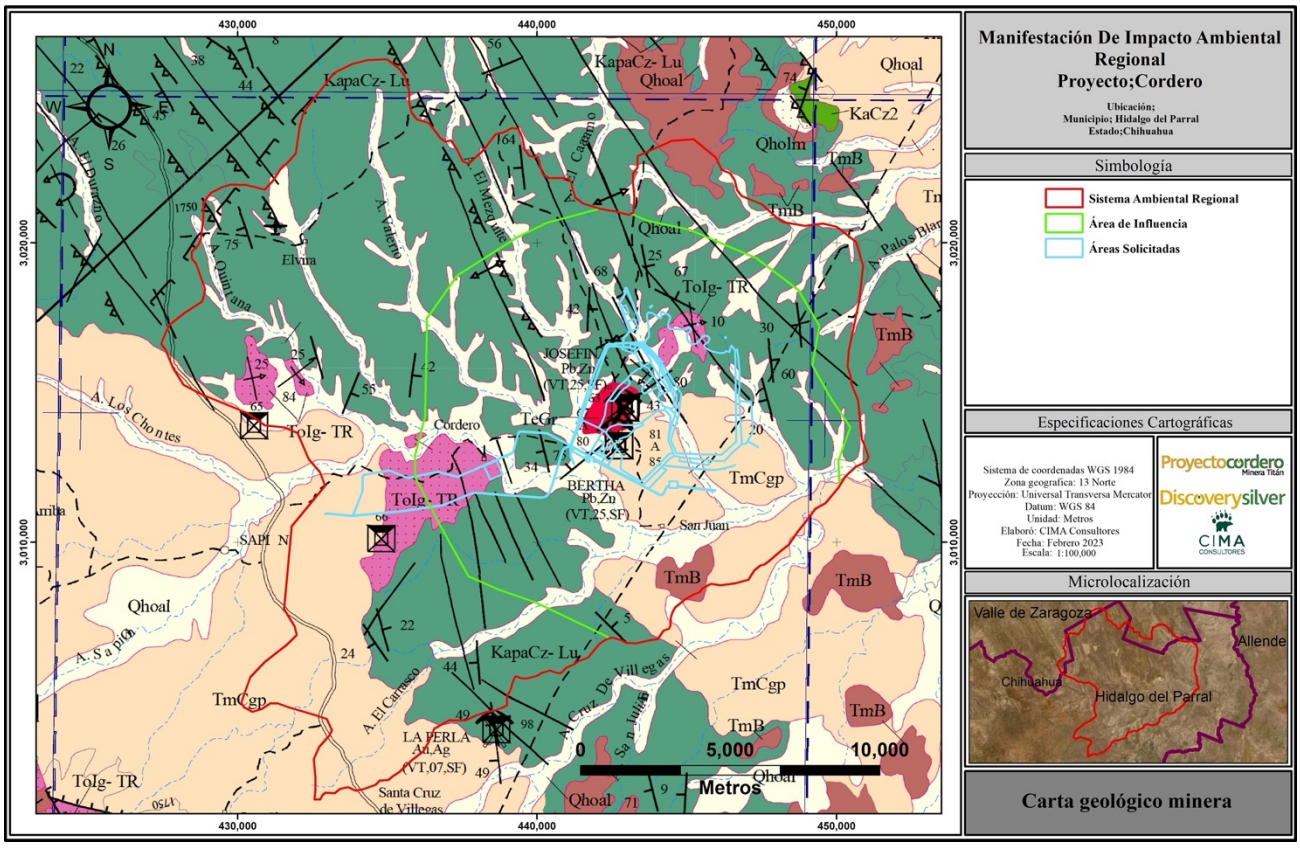


Figura IV. 33 Carta geológico minera del SAR

IV.3.1.5 Fallas y fracturas

Las fallas se forman por esfuerzos tectónicos o gravitatorios actuantes en la corteza. La zona de ruptura tiene una superficie generalmente bien definida denominada plano de falla, aunque puede hablarse de banda de falla cuando la fractura y la deformación asociada tienen una cierta anchura.

- **Las fracturas** son grietas del terreno producida por fuerzas tectónicas. Muchas fracturas se deben a que el terreno carecía de la necesaria flexibilidad para plegarse al ser sometido a empujes laterales.
- **Las fallas** se tratan de una discontinuidad en las rocas superficiales, originada por las fuerzas tectónicas que logran superar la resistencia de las rocas

Dentro del sistema ambiental regional se presentan 2 fallas, las cuales se encuentran inmersas dentro del área de influencia, la primera con ubicación al este, cuenta con una longitud de 9.3 km la segunda al sur – centro del SAR tiene una longitud de 11.4 km, ambas presentan una dirección del noroeste al sureste las cuales se encuentra bien definidas. Para el caso de las fracturas tenemos la presencia de una al noroeste, del SAR, pero fuera del AI, con una longitud de16.1 km con dirección del noroeste al sureste.

Área de influencia (AI)

Empleando esta información y otras adicionales generadas por la promovente, se concluye que el proyecto aun y cuando presenta este tipo de adversidades, puede ser llevada a cabo de manera ordenada, puesto que se analizan e identifican una importante cantidad de criterios previos a la operación, los cuales incluyen este tipo de condiciones analizadas a mayor detalle con sondeos y estudios especializado, los cuales dan factibilidad de realizar los trabajos y que la operación no cuente con probabilidades de verse afectada y de manera indirecta el medio ambiente y social.

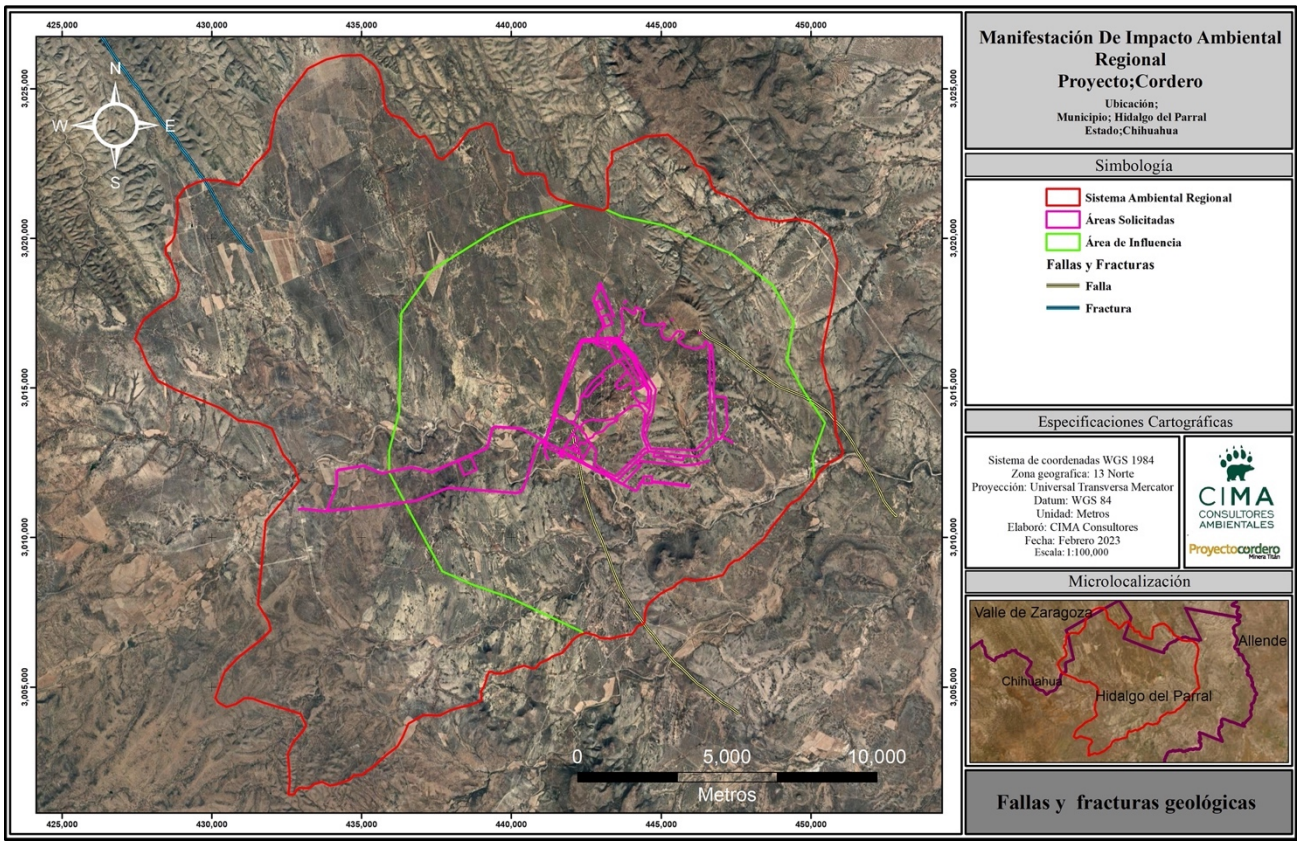


Figura IV. 34 Fallas y fracturas dentro del SAR

IV.3.1.6 Susceptibilidad de la zona

IV.3.1.6.1 Sismicidad

Un sismo es un fenómeno que se produce por el rompimiento repentino en la cubierta rígida del planeta llamada Corteza Terrestre. Como consecuencia se producen vibraciones que se propagan en todas direcciones y que percibimos como una sacudida o un balanceo con duración e intensidad variables. El país se localiza en una de las zonas sísmicas más activas del mundo. El cinturón de fuego del pacifico, cuyo nombre se debe al alto grado de sismicidad que resulta de la movilidad de cuatro placas tectónicas: norteamericana, Cocos, Rivera y del Pacífico.

La Escala de Mercalli, es una evaluación cualitativa de la clase de daños causados por un sismo, debe su nombre al físico italiano Giuseppe Mercalli. Generalmente, un gran terremoto producirá valores de mayor intensidad que uno pequeño, pero hay otros factores capaces de afectar como la cantidad de energía liberada, la distancia del epicentro, la profundidad focal del sismo, la densidad de la población, la geología local del área, el tipo de construcción de los edificios, así como la duración del sacudimiento.

De acuerdo al CENAPRED (Centro Nacional para la Prevención de Desastres) el SAR se encuentra dentro de 2 categorías o regiones sísmicas, las cuales se describen a continuación:

- **III – Leve -** Perceptible por algunas personas dentro de los edificios, especialmente en pisos altos. Muchos no lo perciben como un terremoto. Los automóviles detenidos se mueven ligeramente. Sensación semejante al paso de un camión pequeño. Aceleración entre 2,5 y 6,0 Gal.
- **IV – Moderado -** Perceptible para la mayoría de las personas dentro de los edificios, por pocas personas en el exterior durante el día. Durante la noche algunas personas pueden despertarse. Perturbación en cerámica, puertas y ventanas. Las paredes suelen hacer ruido. Los automóviles detenidos se mueven con más energía. Sensación semejante al paso de un camión grande. Aceleración entre 6,0 y 10 Gal.

Otro dato, de acuerdo a la regionalización sísmica de la CFE (Comisión Federal de Electricidad), el sitio está dentro de la categoría "**Bajo**" el cual se describe de la siguiente manera.

- **Alto:** Grandes sismos frecuentes, aceleración del terreno mayor al 70% de la gravedad.
- **Medio**: Sismos de menor frecuencia, aceleración del terreno menor al 70% de gravedad.
- **Bajo**: Sismos de menor frecuencia, aceleración del terreno menor al 70% de gravedad.
- **Muy bajo**: No se tienen registros históricos de sismos en los últimos 80 años.

La intensidad de un sismo está asociada a un lugar determinado y se asigna en función de los efectos causados en el hombre, en sus construcciones y en general, en el terreno de dicho sitio. Esta medida resulta un tanto subjetiva, debido a que la forma de medirse depende de la sensibilidad de cada persona y de la apreciación que se tenga de los efectos. Sin embargo, la asignación cuidadosa de la intensidad sísmica resulta de gran utilidad para estudiar los sismos históricos o aquellos que impactan en zonas donde se carece de instrumentos de registro.

Los preceptos anteriores si bien nos dan una idea o panorama general en base a los antecedentes históricos, es importante contar con elementos actuales, para ello se contemplaron aquellos sismos para ello se empleó la información del año 2010 al 2022, base de datos generados por el Servicio Sismológico Nacional, adscrito al Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México, dicha representación muestra todas las magnitudes, todas las profundidades, en todo el país con un total de 226,698 eventos sismológicos.

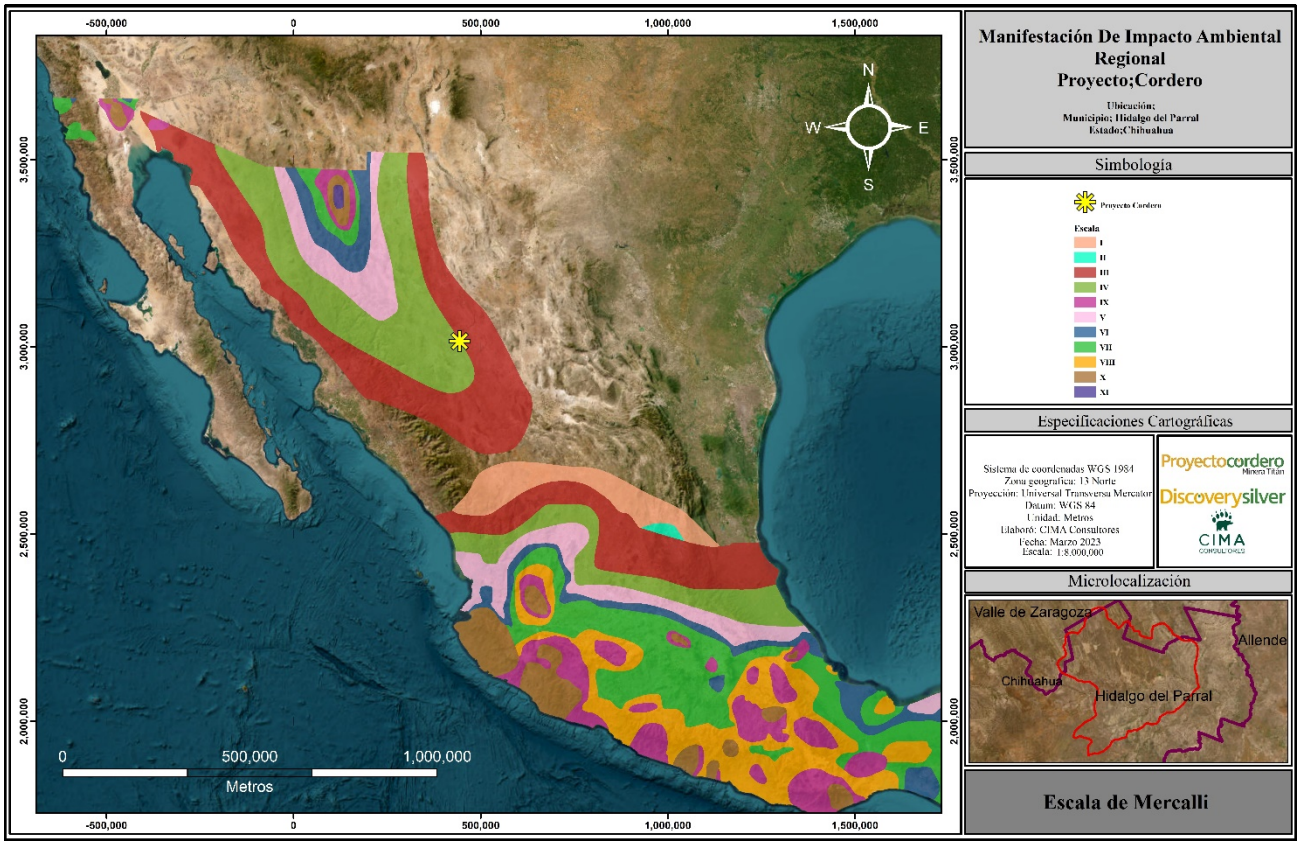


Figura IV. 35 Escala de Mercalli

Área de influencia (AI)

En las cercanías pero fuera del SAR, tenemos la presencia de algunos sismos (4) próximos, a una distancia lineal superior a los 10 km, los cuales ocurrieron en los años 2013, 2014 y 2015, donde no han existido replicas en años posteriores cercanos, con esto se da a entender que el SAR, AI y áreas solicitadas si bien no cuentan con registros históricos de actividad sísmica, si presenta en sus colindancias cercanas aunque un tanto distantes (10 km lineales, corroborando lo mencionado previamente en la escala de Mercalli y la regionalización de la CFE, que sí reconoce a la región con presencia sísmica aunque de baja escala. Con esta información y estudios especializados, la promovente ajustara sus instalaciones sobre todo aquellas de mayor importancia (presa de jales) a fin de garantizar su estabilidad y seguridad operacional.

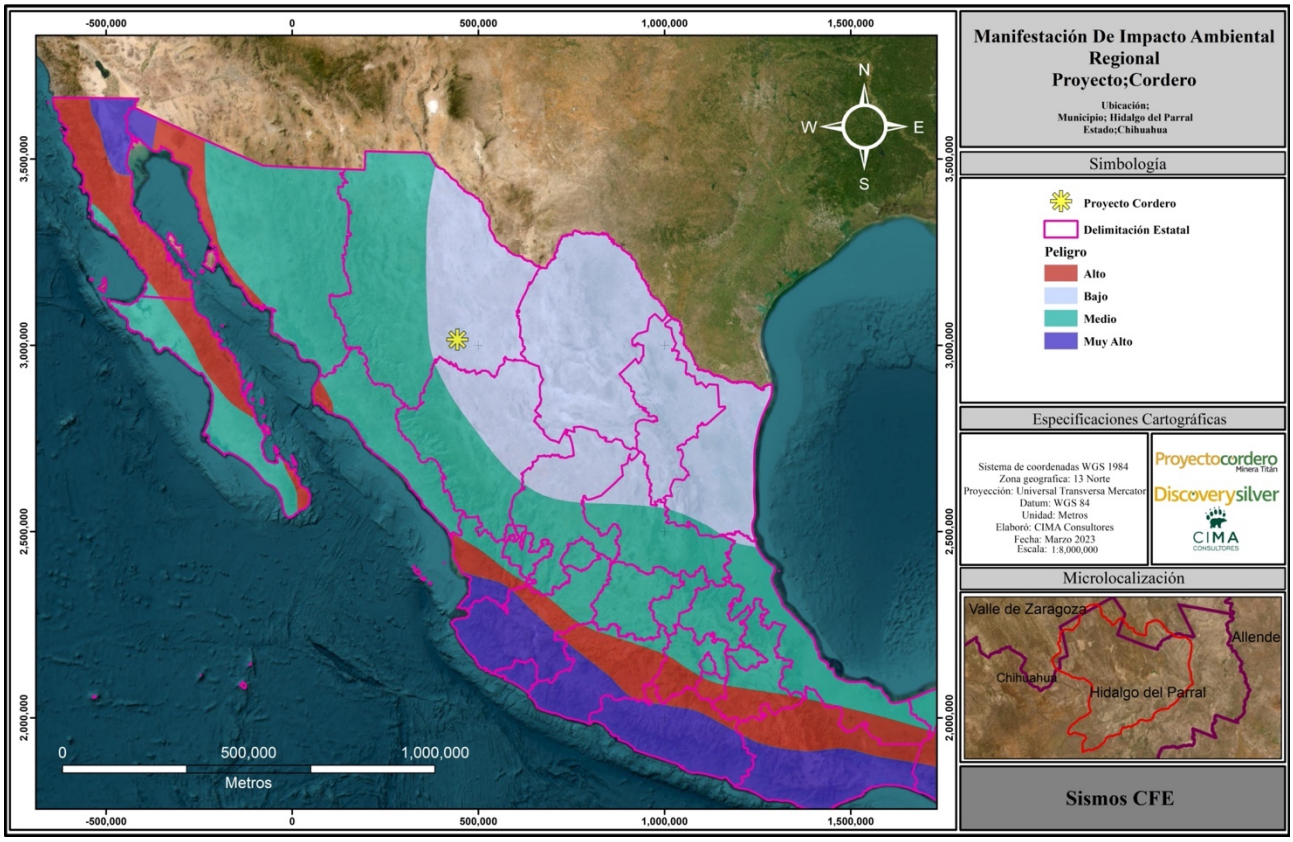


Figura IV. 36 Regionalización sísmica CFE

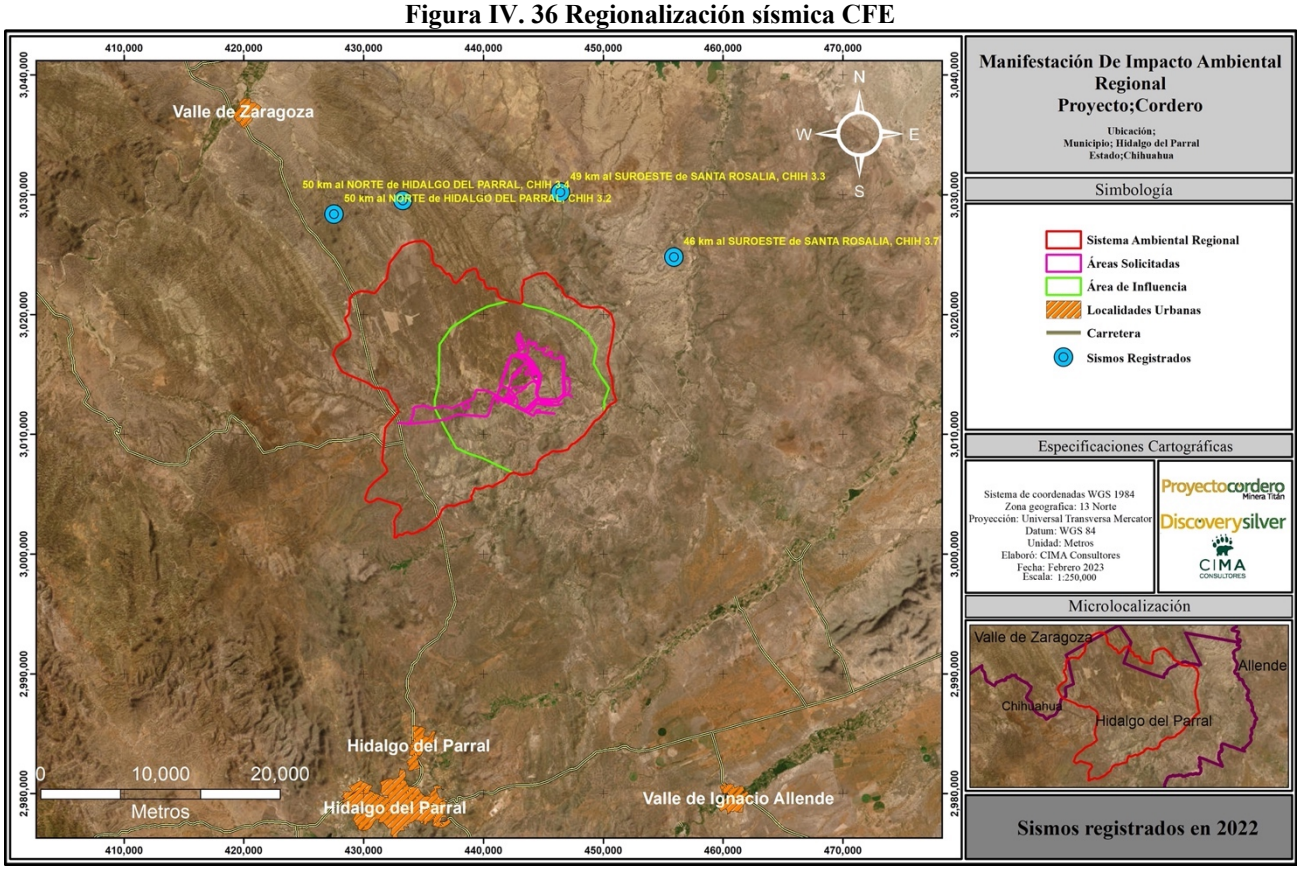


Figura IV. 37 Sismos registrados en la región

IV.3.1.6.2 Deslizamientos de laderas

Estos fenómenos son desplazamientos de masas de tierra o rocas por una pendiente en forma súbita o lenta. Si bien la gravedad que actúa sobre las laderas es la principal causa de un deslizamiento, su ocurrencia también depende de variables como son las clases de rocas y suelos, la topografía (lugares montañosos con pendientes fuertes), orientación de las fracturas o grietas en la tierra, cantidad de lluvia en el área, actividad sísmica, actividad humana (cortes en ladera, falta de canalización de aguas, etc.) y la erosión (por actividad humana y de la naturaleza).

Área de influencia

Los deslizamientos de tierra ocurren con mayor frecuencia que cualquier otro evento geológico. Se producen a diario en las capas más superficiales del terreno como consecuencia de fuertes precipitaciones o de ondas sísmicas. Sin embargo, en cercanías del proyecto no se han registrado deslizamientos pues la actividad sísmica como bien se revisó en el apartado anterior no es de relevancia y la topografía no es accidentada, por lo que no se ubica dentro de las regiones potenciales de deslizamiento catalogadas por el CENAPRED, aunque pueden llegar a presentarse peor esto en las zonas elevadas que son escasas en el SAR. Las áreas identificadas, se ubican a más de 100 kl lineales del proyecto con dirección al oeste o masivo forestal.

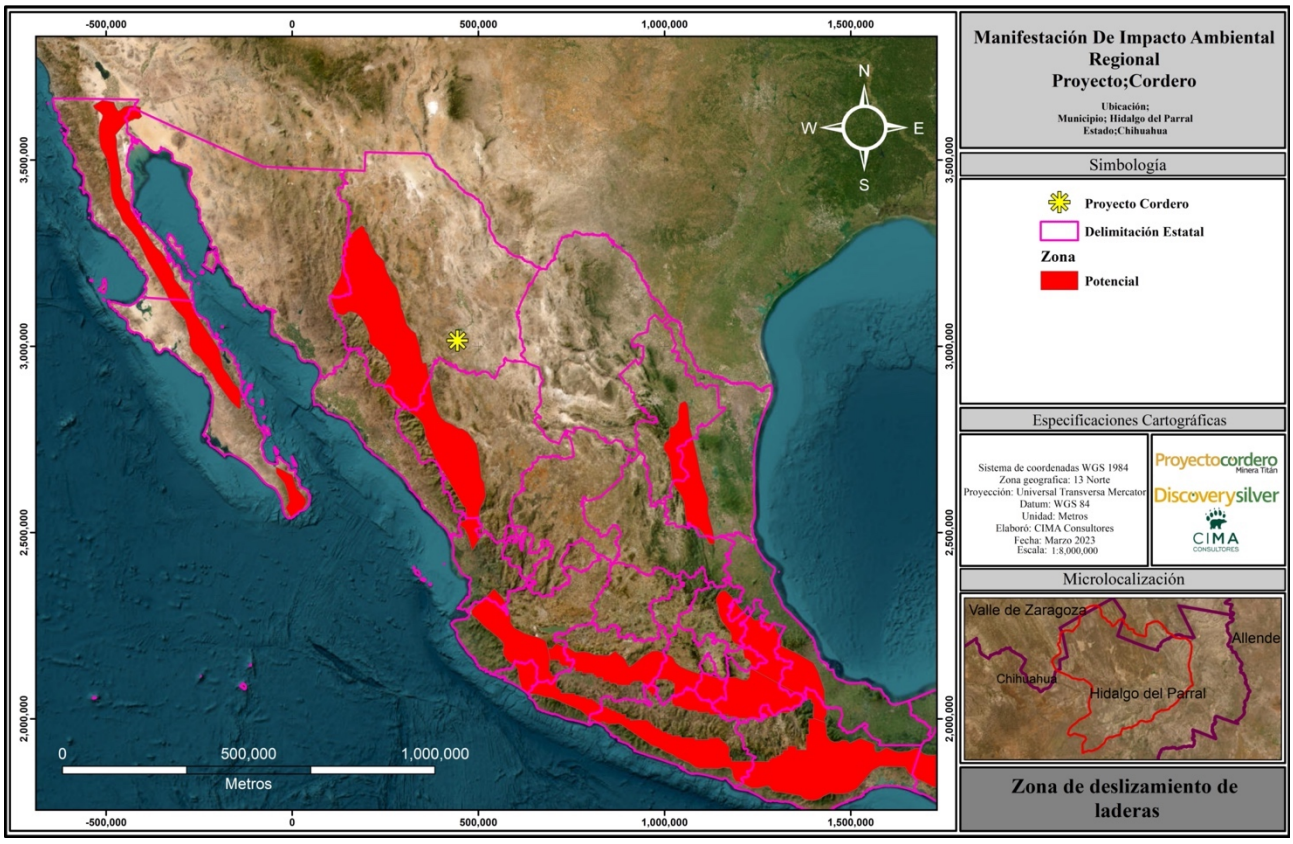


Figura IV. 38 Deslizamiento potencial de laderas

IV.3.1.6.3 Inundaciones

De acuerdo con la información que ofrece la CENAPRED una inundación es aquel evento que, debido a la precipitación, oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay y, generalmente, daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura.

Las áreas susceptibles de inundación se localizan principalmente en las llanuras costeras. En la vertiente del océano pacifico ocupan Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. En el golfo de México,

desde Tamaulipas a Quintana Roo, todo el litoral de los estados es propenso a la inundación, pues son los estados más propensos a tormentas y altos valores en las precipitaciones registradas al estar en contacto o cercanía con el mar, sin embargo, el proyecto se encuentra muy alejado de estas áreas, así mismo las precipitaciones que suelen presentarse son bajas.

En este mismo sentido, la CENAPRED ofrece un índice de peligrosidad de inundación por municipio, para cada uno de los estados del país. Este índice de peligrosidad está dado por datos estadísticos de precipitación, así como las elevaciones y pendientes presentes en la zona y el tipo de suelo presente en este, es de aclarar que políticamente, las áreas solicitadas se encuentran todas dentro del municipio de Hidalgo del Parral, Chihuahua, donde se tiene una vulnerabilidad como Media a inundaciones,

Área de influencia

Cabe mencionar, que aun y cuando se cuenta con esta categorización regional o municipal, no todas las áreas tienen las cualidades para ser considerada como tal, pero si es un punto al que debe de prestarse importancia y de ahí realizar análisis complementarios que adviertan la probabilidad de inundación, para ello tenemos no existe riesgo inminente en base a lo siguiente.

- El proyecto derivado a su ubicación se localiza en una altitud media (1550 a 1650 msnm)
- Las precipitación y días de lluvia son reducidas
- Gran parte de los escurrimientos superficiales nacen en las proximidades y su afluente es reducido
- No existen cuerpos de agua permanente aguas arriba que puedan representar un riesgo por desbordamiento
- Amplias extensiones vegetales, capaces de disminuir los escurrimientos
- Se cuenta con una red hidrológica bien definida
- Los escurrimientos del lugar no son considerados como perennes
- Aquellos escurrimientos que se localizan dentro del proyecto, contaran con medidas de mitigación acorde a sus necesidades como:
    - Canaletas en caminos
    - Obras para canalizar los escurrimientos de agua fuera de las áreas solicitadas y dirigirlos a arrollo cercano
    - Colocación de alcantarillas, puentes u otra infraestructura que permita el libre paso del agua
    - Prevención conforme a las condiciones climatológicas y alertas emitidas por las autoridades competentes entre otras
    - Construcción de obras de conservación agua, las cuales tienen la capacidad de reducir la velocidad de escurrimiento e infiltrar el agua precipitada.
    - Plan contra emergencias ambientales

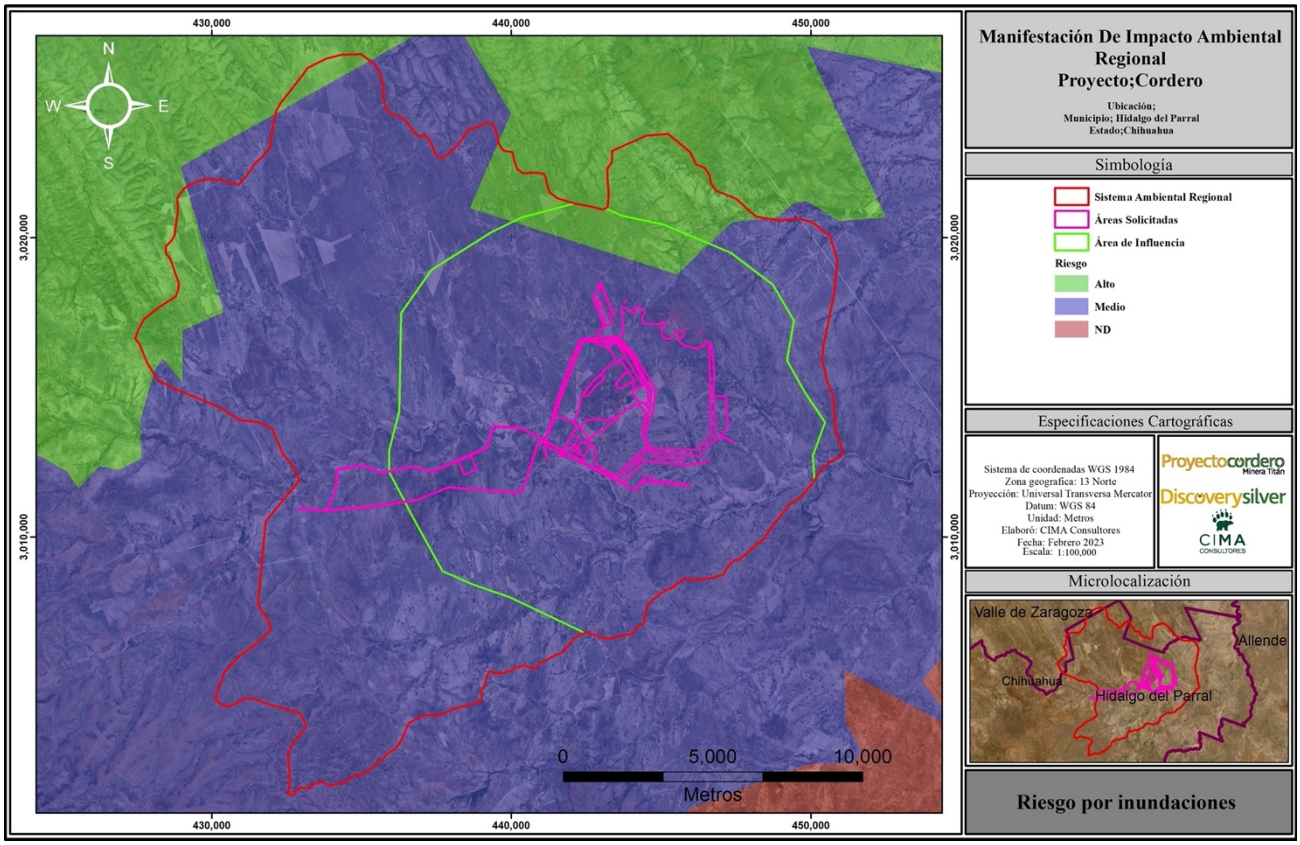


Figura IV. 39 Peligro de inundaciones a nivel municipal

El área donde se ubica el proyecto por su altura y amplia red hidrológica, cataloga al lugar como zonas no son susceptibles a ser inundadas, pues se localizan en espacios elevados y no es áreas bajas, sin embargo la cantidad de lluvia en un espacio de tiempo corto, puede traer consigo una serie de problemas referidos a la inundación, para ello la promovente deberá realizar y mantener en buen estado todas aquellas obras de ingeniería hidráulica a fin de permitir el libre paso de los escurrimientos como cunetas, bordos de contención, limpieza de canales o arroyos a fin de agilizar su libre paso.

Dicho lo anterior, se recae en la necesidad de que el promovente previo a los trabajos de desmonte y despalme, cuente con un programa contra inundaciones, en el cual se establezcan todas aquellas mediadas a seguir con la finalidad de evitar posibles situaciones adversas y daño a los equipos e instalaciones aun y cuando las precipitaciones del lugar resultan ser bajas.

IV.3.1.7 Suelo

IV.3.1.7.1 Tipo de Suelo

El suelo es un elemento fundamental de los ecosistemas terrestres, se forma a lo largo de un proceso en el que intervienen diferentes factores como el clima, seres vivos y los fenómenos naturales. En este medio se encuentran materiales procedentes de la roca madre fuertemente alterados, seres vivos, materiales descompuestos procedentes de ellos, además de aire y agua que son utilizados por los seres vivos. En dichos componentes, se apoyan las plantas, las cuales condicionan todo el desarrollo del ecosistema. A continuación, se hace una breve reseña de cada tipo de suelo presente dentro del sistema ambiental regional:

- **Calcisol - S**on suelos propios de las zonas áridas y semiáridas, frecuentemente asociados a materiales parentales ricos en bases (depósitos aluviales, coluviales y eólicos). En los Calcisoles se desarrollan preferentemente los matorrales xerófilos con arbustos y pastos efímeros. Su potencial agrícola puede ser alto, siempre y cuando se cuente con infraestructura de riego, fertilización y un adecuado drenaje que evite la potencial salinización y el encostramiento superficial originado por el arrastre de las sales y los altos índices de evaporación.
- **Leptosol -** Suelos menores de 10 cm de profundidad que están limitados por un estrato duro, continuo y coherente (fase lítica). La delgada capa superficial es, por definición, un horizonte A ócrico.
  Por sus características no son aptos para la agricultura, su utilización es pecuaria cuando presentan vegetación de pastos y matorrales aprovechables por el ganado. En la actualidad, sustentan bosques de pino y/o encino, chaparral, matorral desértico rosetófilo y pastizal natural.
- **Luvisol -** Suelos arcillosos, ácidos y bien desarrollados. Presentan un horizonte B argílico, con saturación de bases mayor a 35%, mayor contenido que el horizonte superficial y, además, moderado contenido de nutrientes.
  Sus características se deben a que en las zonas en las que se ubican presentan climas templado subhúmedo, semifrío subhúmedo y semiseco templado, que aportan una mayor cantidad de agua que por un lado permiten un mayor crecimiento de la vegetación y por otro promueven un mayor intemperismo físico-químico de las partículas del suelo. Se forman partículas más finas como las arcillas, pero también se pierden bases por lavado, lo que ocasiona la acidificación del suelo.
  Debido al contenido de nutrientes su fertilidad más bien es moderada y la utilización de estos suelos para actividades agropecuarias y forestales se debe hacer con ciertas restricciones, pues las topoformas en que se ubican los hacen aún más susceptibles a erosionarse. Sustentan bosques de pino, encino, pastizal natural y algunas áreas son dedicadas a la agricultura de temporal.
- **Vertisol -** Los vertisoles ocupan 1.21% de la superficie de la entidad y se caracterizan por tener 30% o más de arcilla en todos los horizontes que se encuentran a menos de 50 cm de la superficie.
  La presencia de minerales de arcilla del grupo montmorillonita, que son afines al agua, hacen que estos suelos se expandan y contraigan en respuesta a adiciones y pérdidas de agua. Esta alternancia de expansiones y contracciones es la que provoca el agrietamiento y la mezcla de los componentes del suelo, por tal motivo se crea un horizonte que, por lo general, es muy homogéneo en muchas de sus características.

  Las características antes mencionadas hacen que estos suelos sean muy fértiles, pero con problemas para la labranza ya que son muy duros cuando están secos y pegajosos cuando se mojan. En la actualidad, sustentan vegetación halófila, pastizal halófilo, matorral desértico micrófilo, bosques de pino y encino y algunos son dedicados a la agricultura.

  Dentro del SAR, contamos con una dominancia importante a los suelos calcisol, lugar donde se cuenta con extensiones agrícolas con 73.58% de su superficie, mientras que los leptosoles, suelen presentarse en las partes más elevadas que incluso pueden llegar a representar zonas de transición entre los matorrales y los bosques bajos, su representatividad se ubica en los 22.97%, el resto de tipos de suelo su porcentaje dentro del SAR es reducido

Tabla IV. 17 Edafología dentro del SAR

Edafología superficial dentro del SAR			
No.	**Tipo de suelo**	**Hectáreas**	**%**
1	Calcisol	25234.21	73.58
2	Leptosol	7879.24	22.97
3	Luvisol	31.58	0.09
4	Vertisol	1151.53	3.36
Total		34296.56	100.00

Área del proyecto

Dentó del área de influencia tenemos la presencia de 3 tipos de suelo, con dominancia de uno solo (calcisol), en el cual se desarrolla la mayor parte de los cultivos dado a su buena fertilidad en donde suelen usarse métodos de riesgo especializado y otros únicamente de temporal, aunado a ello se cuenta con un suelo denominado vertisol, los cuales están ampliamente asociados a los escurrimientos superficiales y que en el caso particular del proyecto alberga al escurrimiento de mayor relevancia dentro del SAR. Por último, tenemos que, dentro del área del proyecto, para las los espacios de mayor elevación tenemos al grupo de los leptosoles.

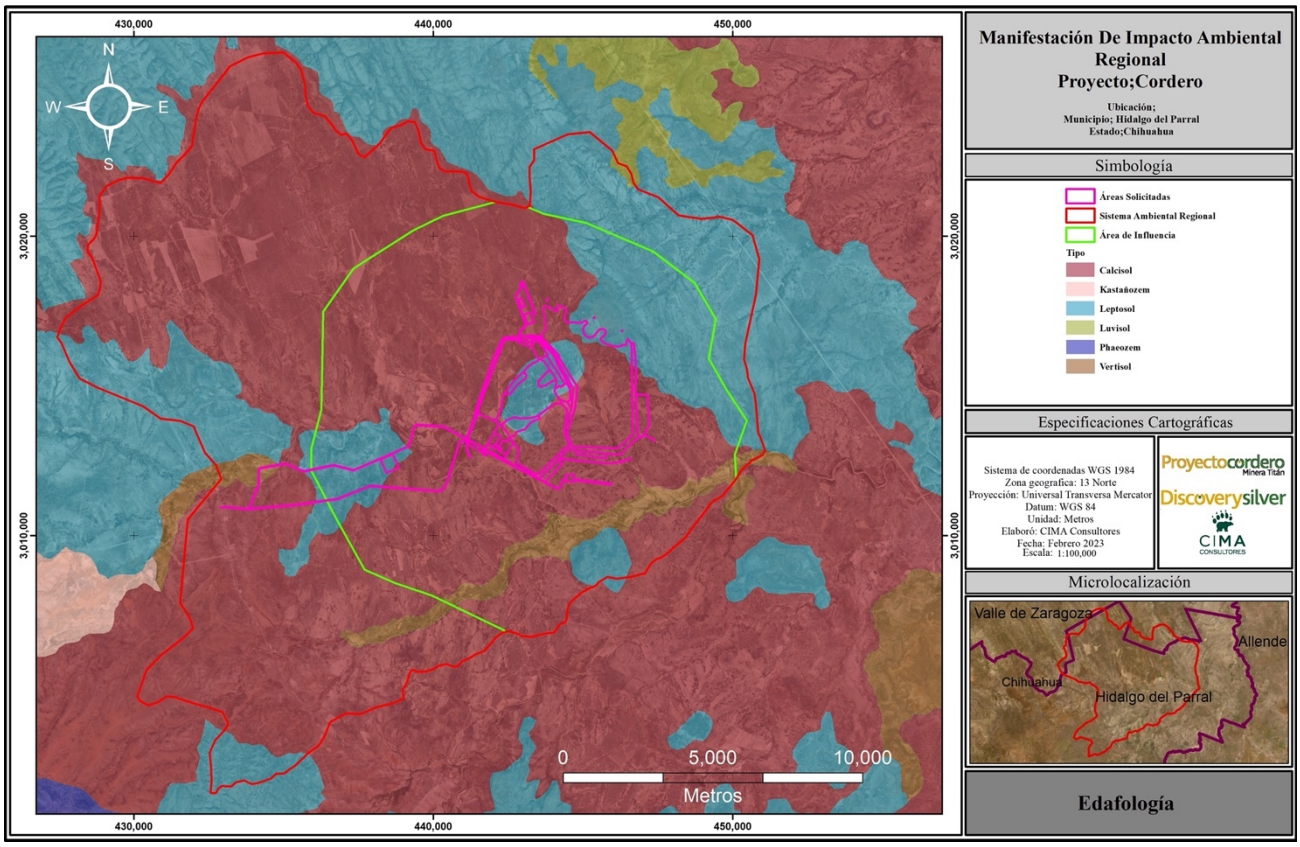


Figura IV. 40 Edafología dentro del SAR

La erosión terrestre es el resultado de la acción combinada de varios factores, como la temperatura, los gases, el agua, el viento, la gravedad y la vida vegetal y animal. En algunas regiones predomina alguno de estos factores, como el viento en las zonas áridas. También, y mucho más en los últimos tiempos, se produce una erosión acelerada como el resultado de la acción humana, sus efectos se perciben en un periodo de tiempo mucho menor. Sin la intervención humana, estas pérdidas de suelo debidas a la erosión se verían compensadas

por la formación de nuevos suelos en la mayor parte de la Tierra. Para definir el potencial de erosión que se tiene al momento dentro del SAR, se consideró necesario realizar la estimación de suelo perdido por las lluvias y el viento, dicho apartados se desarrollan a continuación.

IV.3.1.7.2 – Erosión hídrica

La degradación del suelo se refiere a los procesos erosivos inducidos por las actividades humanas que disminuyen su productividad biológica, así como su capacidad actual y/o futura para sostener la vida humana (Oldeman, 1998). Según el estudio sobre la degradación de los suelos del país, en el año 2002, el 44.9% de la superficie nacional mostraba algún signo de degradación, siendo la degradación química y la erosión hídrica los procesos más importantes. Con respecto al nivel de degradación, el ligero y moderado alcanzan el 42.8% de la superficie del país y el 2.1% restante se divide entre los niveles fuerte y extremo. Las principales causas asociadas con la degradación son las actividades agrícolas y pecuarias.

Las fuentes de abastecimiento de agua para el riesgo de zonas agrícolas es subterraneas a través de concesiones emitidas por la CONAGUA. Esto retoma importancia por 2 aspectos 1) en el caso de las obras a realizar para la construcción del Proyecto Cordero, no se percibe afectación a agricultura aguas abajo por desvío y conducción de cuces temporales, y 2) la calidad del agua subterránea con la que actualmente se riega refleja la calidad del agua de laboreo que tenga que retirarse para las actividades de minado.

Cálculo de pérdida de suelo

La erosión se define como el proceso físico que consiste en el desprendimiento, transporte y deposición de las partículas del suelo (Kirkby, 1984). Si este proceso se lleva a cabo en condiciones naturales se denomina erosión geológica, pudiendo ser considerada en tal caso como una forma más de conformación del relieve. Si la tasa de erosión se incrementa por las actividades humanas, se manifiesta la erosión acelerada o inducida, la cual se presenta cuando el hombre modifica la superficie terrestre manipulando la capa arable y cobertura vegetal. El objetivo del presente apartado es caracterizar la erosión hídrica y eólica actual, la cual se genera en estos momentos por efectos del sistema.

Erosión hídrica en el sistema ambiental

Para el cálculo de la erosión hídrica se aplicó el método que se enuncia en el documento "Términos de Referencia Generales para la Elaboración del Programa Estatal de Ordenamiento Territorial" (versión agosto del 2001), apoyados también en el manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio. Documento central. Subsecretaría de Ecología (1988).

Fase metodológica

Para elaborar la erosión se aplicaron las siguientes ecuaciones, para calcular la pérdida del suelo, planteadas por diversos autores, modificadas a efecto de lograr darles expresión cartográfica.

PECRE: Periodo de crecimiento, se obtiene a partir de la carta de precipitación, empleando la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{PRECRE} = 0.2408\ (Prec.Media) - 0.0000372\ (Prec.Media)^2 - 33.1019$$

$$\boldsymbol{PRECRE} = 0.2408\ (210.6\ mm) - 0.0000372\ (210.6\ mm)^2 - 33.1019 = 126.31$$

IALLU: Índice de Agresividad de la Lluvia, se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{IALLU} = 1.1244\ (PECRE) - 14.7875$$

$$\boldsymbol{IALLU} = 1.1244\ (15.96) - 14.7875 = 3.16$$

En la siguiente tabla se muestra el valor de precipitación promedio anual, el cual fue obtenido del Servicio Meteorológico Nacional de la estación 00008153 VALLE DE ZARAGOZA. Así mismo se muestran los valores para PECRE e IALLU, obtenidos mediante las fórmulas anteriormente mencionadas.

Tabla IV. 18. Valores de cálculo de PRECRE e IALLU.

Precipitación Media Anual	PECRE	IALLU
210.16 mm	15.96	3.16

CAERO: Calificación de la erodabilidad, la cual se obtiene a partir de la carta de Edafología escala 1:250 000 y realizando la actualización de suelos de acuerdo a la nueva clasificación de la WRB 2009.

Se obtuvo la siguiente unidad de suelo: Leptosol rendzico (Le), con un valor de erodabilidad = 0.5, Regosol eútrico (Re) con un valor de erodabilidad = 1.0, tal como se enlista en la siguiente tabla de acuerdo a la clave del tipo de suelo. El tipo de suelo Xerosol háplico no se encontraba en la tabla, por lo que se utilizó la unidad de suelo de segundo orden que correspondió a Regosol.

Tabla IV. 19. Valores de CAERO de acuerdo al tipo de suelo.

Nombre del suelo	Clave	CAERO
Regosol eútrico	Re	1.0
Leptosol rendzico	Le	0.5

CATEX: Calificación de la Textura. Se obtiene a partir de la carta de edafología y propiedades físicas y químicas que se obtuvieron de las tomas de muestra de cada unidad de suelo. En la siguiente tabla muestra el valor CATEX de acuerdo a la textura y fase del suelo.

Tabla IV. 20. Valores de CATEX de acuerdo a la textura del suelo.

Nombre del suelo	Clave	Textura	CATEX	Textura	CATEX	Textura	CATEX	Fase	CATEX
Regosol eútrico	Re	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5
Leptosol Rendzico	Le	Gruesa	0.2	Media	0.3	Fina	0.1	Gravosa o pedregosa	0.5

En el sistema ambiental cuenta con clasificaciones de textura de: Leptosol rendzico (Le) con un valor de erodabilidad y Regosol eútrico (Re), con textura media lo que corresponde a un valor de CATEX de 0.3.

CATOP: Calificación de la topografía se obtiene a partir de la carta de pendientes elaborada con ArcMap, para asignar el valor de CATOP se agruparon las pendientes en tres rangos los cuales son:

Tabla IV. 21. Valores de CATOP de acuerdo a las pendientes.

Rango de Pendiente	CATOP
De 0° a 8°	0.35
De 8° a 30°	3.50
Mayor de 30°	11.00

CAUSO: Calificación del Uso del Suelo, la cual se puede obtener a partir de varios insumos como son: la Carta del Inventario Nacional Forestal, la Serie VI de INEGI de uso de suelo y vegetación, así como imágenes de satélite en conjunto de clasificaciones supervisadas. Los valores de la variable CAUSO se muestran en la tabla siguiente y los tipos de vegetación del área de estudio son resaltados.

Tabla IV. 22. Valores de CAUSO de acuerdo al tipo de vegetación de cada unidad de suelo.

Nombre	Clave	CAUSO
Agricultura de Riego (Incluye riego eventual)	R	0.10

Nombre	Clave	CAUSO
Matorral Desértico Micrófilo con vegetación secundaria	Dm	0.15
Pastizal natural (incluye pastizal–huizachal)	N	0.12

Erosión Hídrica: Se realiza la intersección de los insumos trabajados (insumos cartográficos) con lo cual se calcula la erosión hídrica.

$$\boldsymbol{Erosión\ Hídrica = IALLU * CAERO * CATEX * CATOP * CAUSO}$$

Siendo las unidades de medida de la erosión hídrica: ton*ha*año.

Pérdida de suelo

La pérdida de suelo o erosión actual promedio del sistema ambiental fue determinada mediante la aplicación de la ecuación de erosión hídrica:

$$\boldsymbol{Erosión\ Hídrica = IALLU * CAERO * CATEX * CATOP * CAUSO}$$

A cada capa de información geográfica se agregaron los valores correspondientes a cada factor de la fórmula de erosión hídrica. Estos valores se basaron en las fórmulas y tablas mostradas anteriormente para obtener cada uno de los factores. Una vez creadas las nuevas capas de información geográfica con los valores de los factores, estas se multiplicaron para determinar el valor estimado de la erosión actual del suelo en el área de estudio. A continuación, se muestra la clasificación empleada para determinar los grados de erosión en el sistema ambiental.

Tabla IV. 23. Clasificación del grado de erosión.

Pérdida de suelo (ton*ha*año)	Grado de erosión
<10	Ligera
10 a 50	Moderada
51 a 200	Severa
>200	Muy severa

El sistema ambiental, cuenta en su totalidad con un 100% de erosión de grado Ligera (<10 ton*año*ha). Es importante mencionar que, para el cálculo de la erosión, el mapa de los tipos de vegetación fue elaborados en base a imágenes de satélite y procesos de clasificación supervisada. A continuación, se muestra la cantidad de suelo perdido de manera natural en el sistema ambiental.

Tabla IV. 24. Superficie por grado de erosión.

Pérdida de suelo (ton*año*ha)	Grado de erosión	ton*ha*año	Superficie (ha)	Ocupación (%)
<10	Ligera	6.8213	34,296.5662	100
Total		6.8213	34,296.5662	100

La clasificación del grado de erosión por tipo de vegetación se presenta a continuación.

Tabla IV. 25.Grado de erosión por tipo de vegetación para el SA.

Tipo de vegetación	Erosión (Ton*ha*año)	
	Ligera (<10)	Total general
Agricultura temporal-riego	0.3982	0.3982
Matorral desértico micrófilo	5.0694	5.0694
Pastizal natural	1.3537	1.3537
Total	**6.8213**	**6.8213**

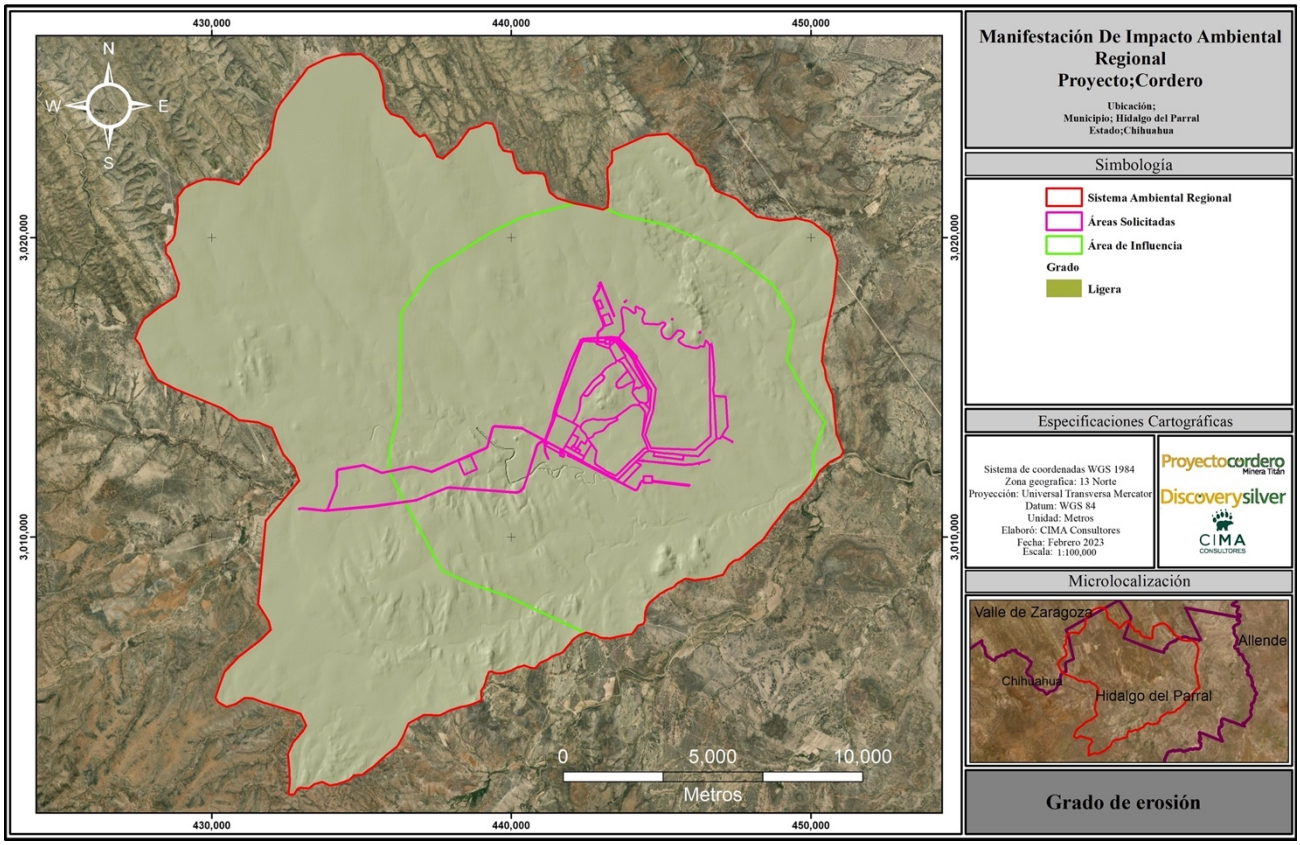


Figura IV. 41 Erosión hídrica dentro del SAR

IV.3.1.7.3 – Erosión eólica

La erosión eólica, también conocida como erosión del viento, es un proceso geológico que implica la desgaste y transporte de partículas de suelo y rocas por la acción del viento. Este proceso puede ocurrir en diversas áreas, como desiertos, playas, dunas, llanuras y zonas costeras.

La erosión eólica comienza cuando el viento sopla lo suficientemente fuerte como para levantar partículas sueltas de suelo o arena en suspensión en el aire. Estas partículas son transportadas por el viento a lo largo de distancias variables, y suelen impactar y golpear otras superficies, lo que puede causar más erosión. A medida que las partículas son transportadas, pueden ser depositadas en otras áreas, formando acumulaciones de arena o dunas.

La erosión eólica laminar es un fenómeno geomorfológico causado por la acción del viento, que conlleva la remoción progresiva y uniforme de una delgada capa de suelo. Este proceso se desencadena cuando el viento sopla suavemente sobre una superficie expuesta, lo que resulta en la suspensión y transporte de partículas diminutas de suelo en un patrón uniforme, análogo a la eliminación de una fina capa de pintura de una superficie con un pincel

El cálculo de la erosión laminar eólica fue realizado de acuerdo con metodología empleada en la elaboración del Atlas de Riesgos del municipio de Tecamachalco, Puebla, 2011 y complementado con la metodología de la FAO-Colegio de Posgraduados (publicado por SEDUE 1989).

Para conocer la pérdida de suelo mediante la erosión eólica que ocurre actualmente en el para el Sistema ambiental regional , fue necesario adaptar las ecuaciones planteadas por diversos autores (Entre ellos W. H. Wischmeier y D.D. Smith en 1965; E. L. Skidmore y N. P. Woodruff en 1968), a efecto de lograr darles expresión en el T0 y como consecuencia del SAR que este documento propone, por lo que para su obtención fue necesario calcular los siguientes valores:

$$\underline{Erosión\ eolica = IAVIE * CATEX * CAUSO}$$

Donde:

- PECRE. - Período de crecimiento (días con lluvia al año).
- CATEX. - Calificación de textura y fase.
- CAUSO. - Calificación por uso del suelo.

El cálculo de la erosión eólica está dado por el desarrollo del dicho modelo cuyos resultados son expresados en ton/ha/año.

La caracterización física del área donde se pretende establecer los componentes del proyecto se realiza mediante técnicas de descripción de suelos, vegetación, clima y geomorfología, entre otras, que contienen toda la información necesaria para la aplicación de los índices de evaluación ambiental, incluyendo el de erosión laminar.

Para el desarrollo de la presente metodología fue realizado mediante la obtención de cada uno de los parámetros o variables de la ecuación: que para el caso de las dos primeras variables (PECRE e IAVE) fueron obtenidas con los datos de la precipitación de la estación meteorológica. Y para el resto (CATEX y CAUSO), fueron calculados usando como base la cartografía de tipos de suelo, así como la del uso de suelo y vegetación de INEGI. Una vez que se realizados los cálculos, los valores son rengueados para una mejor caracterización e interpretación de acuerdo con la siguiente tabla.

Tabla IV. 26. Rangos de erosión eólica para para una valoración nominal

Clase de degradación Sin influencia de erosión hídrica	Valor de la erosión laminar eólica.
Sin erosión	Menor de 12 t/h/a
Ligera	De 12a 50 t/h/a
Moderada	De 50 a 100 t/h/a
Alta	De 100 a 200 t/h/a
Muy alta	Mayor de 200 t/h/a

La estimación de este índice nos permite distinguir el tipo de erosión eólica que se presenta en el SAR, así como determinar la cantidad potencial de suelo perdido por procesos erosivos de tipo eólico y poder calificar la degradación atribuida a estos procesos, y, por lo tanto, poder determinar los diferentes niveles de susceptibilidad del suelo a procesos erosivos.

La aplicación de este índice resulta ser una importante herramienta de análisis en la fase del diagnóstico del área de interés, el resultado de su aplicación permite conjuntamente con otros, proponer las políticas y precisar la estrategia a través de propuestas de mitigación o restauración concretas.

Para poder estimar este índice es necesario generar una base de datos por unidad regional con los siguientes datos:

- Precipitación modal anual (en milímetros).
- Unidades de suelo (clasificación FAO/UNESCO).
- Fases de suelo (clasificación FAO/UNESCO).
- Clase textural del suelo (clasificación FAO/UNESCO).
- Uso de suelo y vegetación

IAVE. Índice de agresividad del viento. El índice de agresividad del viento se basa en la comprensión de que la capacidad erosiva del viento está relacionada con la energía cinética que el viento transporta, la cual depende de su velocidad y densidad. Cuanto mayor es la velocidad del viento y mayor la exposición de una superficie

al viento, mayor será el índice de agresividad del viento y, por lo tanto, mayor será el potencial de erosión o daño.

Para la obtención del presente parámetro, es necesario a su vez obtener el cálculo de la variable PECRE, que se entiende como se denomina como la obtención del periodo de crecimiento (PECRE), definido como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo.

Para obtener el cálculo de esta variable se usaron datos de precipitaciones de la estación meteorológica más cercana, que en este caso corresponde a la estación Valle de Zaragoza (8152), misma que cuenta con registros históricos de 59 años (1981 -2010), la precipitación anual es de 452.2 mm, también se tiene que de manera histórica los meses con mayores precipitaciones se presentan de junio a septiembre que concentran el 78.57% de lluvia anual.

De acuerdo con la fórmula para el cálculo de este variable es como se desarrolla a continuación:

$$PECRE = 0.2408\ (Precipitación) - 0.0000372\ (precipitación)^2 - 33.1019$$

Sustituyendo:

$$PECRE = 0.2408\ (452.2\ mm) - 0.0000372\ (452.2\ mm)^2 - 33.1019$$

$$PECRE = 68.18$$

Este proceso es necesario para obtener el valor de IAVE:

Con el periodo de crecimiento, se calculó el "índice de agresividad del viento" (IAVIE), mediante la siguiente fórmula:

$$IAVIE = 160.8252 - 0.7660\ (PECRE)$$

Sustituyendo:

$$IAVIE = 160.8252 - 0.7660 * (68.18)$$

$$IAVIE = 108.60$$

Clasificación de tipo suelo por textura y fase física CATEX

Por lo que para este apartado fue empleado la carta edafológica escala 1:205,000 (INEGI, 2013). Con base a los limites definidos por el SAR determinada se procedió la obtención de los valores correspondientes de CATEX, misma que es definida por el tipo de suelo con su textura y fase física conforme a la metodología de del Atlas de Riesgo mencionado.

De la información de las unidades de suelo, se estableció si se trataba o no de suelos calcáreos.

De acuerdo los tipos de suelo usadas para asignar el valor de CATEX es como se muestra a continuación, basada en las tablas ya existentes de la metodología de apoyo.

Dado los tipos de suelo se identificaron como suelos calcáreos de Cambisol cálcico por el tipo de suelo existente en zona, por lo que identifico de acuerdo con su textura y su fase física.

Tabla IV. 27. Valores de CATEX por para suelos calcáreos.

Valor de CATEX de suelos calcáreos.									
Nombre del suelo	**Clave**	**Textura**	**CATEX**	**Textura**	**CATEX**	**Textura**	**CATEX**	**Fase**	**CATEX**
Cambisol cálcico*	Bk	Gruesa	3.5	Media	1.75	Fina	1.85	Gravosa o pedregosa	0.87

* Para el caso del Calcisol, se emplearon los valores de Cambisol cálcico, pues no se cuenta con literatura que demuestre la CATEX de este tipo de suelo, sin embargo, se tiene certeza de que es un suelo calcáreo y que gran parte de ellos compartes los mismos valores.

Y también se identificaron suelos con fase gravosa que son diferentes de los calcáreos. Que en general son dos tipos, como son el Leptosol, y vertisol identificado por su fase y textura, como se muestra en la siguiente tabla, donde los valores de CATEX asignados están resaltados en tonos verdes.

Tabla IV. 28. Valores de CATEX Clasificación para suelos no calcáreos con fase gravosa o pedregosa.

VALOR DE CATEX, DIFERENTES CUANDO PRESENTA UNA FASE GRAVOSA O PEDREGOSA.							
Nombre del suelo	**Clave**	**Textura y fase**	**CATEX**	**Textura y fase**	**CATEX**	**Textura y fase**	**CATEX**
Leptosol	I	Gruesa y gravosa o pedregosa	1.75	Media y gravosa o pedregosa	0.62	Fina y gravosa o pedregosa	0.92
Luvisol crómico	Lc	Gruesa y gravosa o pedregosa	1.75	Media y gravosa o pedregosa	0.62	Fina y gravosa o pedregosa	0.92
Vertisol crómico	Vc	Gruesa y gravosa o pedregosa	1.75	Media y gravosa o pedregosa	0.62	Fina y gravosa o pedregosa	0.92

También fueron identificados con características dominantes diferentes a las anteriores, que dentro estos tipos de suelo se identifican vertisol con textura fina, como se observa en la siguiente Tabla.

Tabla IV. 29. Valores de CATEX de acuerdo con la textura del suelo.

Valores de CATEX de acuerdo a la textura de suelo.							
Nombre del suelo	**CLAVE**	**Textura**	**CATEX**	**Textura**	**CATEX**	**Textura**	**CATEX**
Vertisol crómico	Vc	Gruesa	3.5	Media	1.25	Fina	1.85

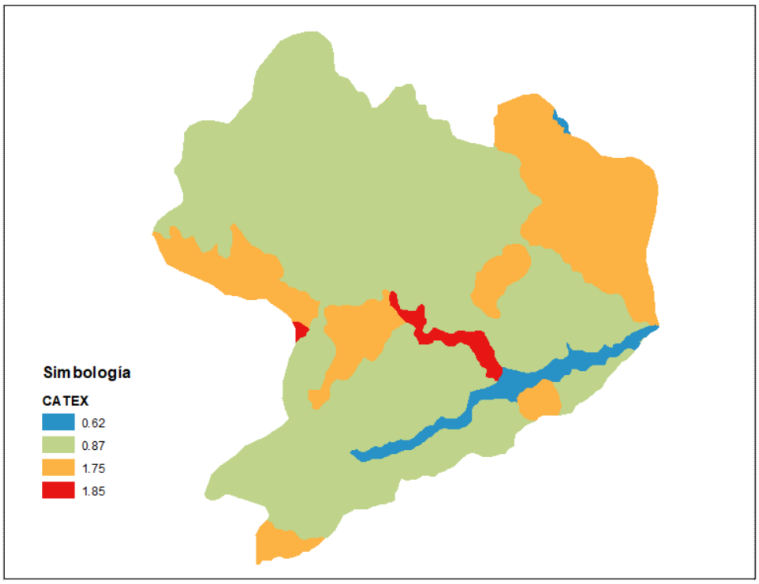


Figura IV. 42. valores de CATEX asignados para el SA, de acuerdo con los tipos de suelo, sus fases físicas y textura.

Clasificación de uso de suelo (CAUSO)

En cuanto a la información de vegetación y uso de suelo de INEGI, escala 1:250,000, también es necesario tener el porcentaje de ocurrencia en la unidad ambiental, en este caso nuestra unidad de análisis el SAR.

Los valores de causo asignados fueron definidos acorde a los tipos de vegetación fueron asignados el cual está relacionada con la cobertura, que ofrece protección al suelo y con ello depende en gran medida el grado de erosión, los cuerpos de agua se le asigno un valor de 0 y resto de los tipos de vegetación se presentan la siguiente tabla.

Dichos valores anteriores fueron asignados de acuerdo los tipos de vegetación de la cartografía de INEGI en su versión más actualizada.

Tabla IV. 30. Valores de CAUSO para las diferentes usos y tipos de vegetación

Nombre	Clave	CAUSO
Agricultura de Riego (Incluye riego eventual)	R	0.20
Agricultura de Temporal con cultivos anuales	TA	0.70
Matorral Desértico Micrófilo con vegetación secundaria	Dm	0.15
Pastizal Inducido	I	0.30
Pastizal Natural (Incluye Pastizal–Huizachal)	N	0.30

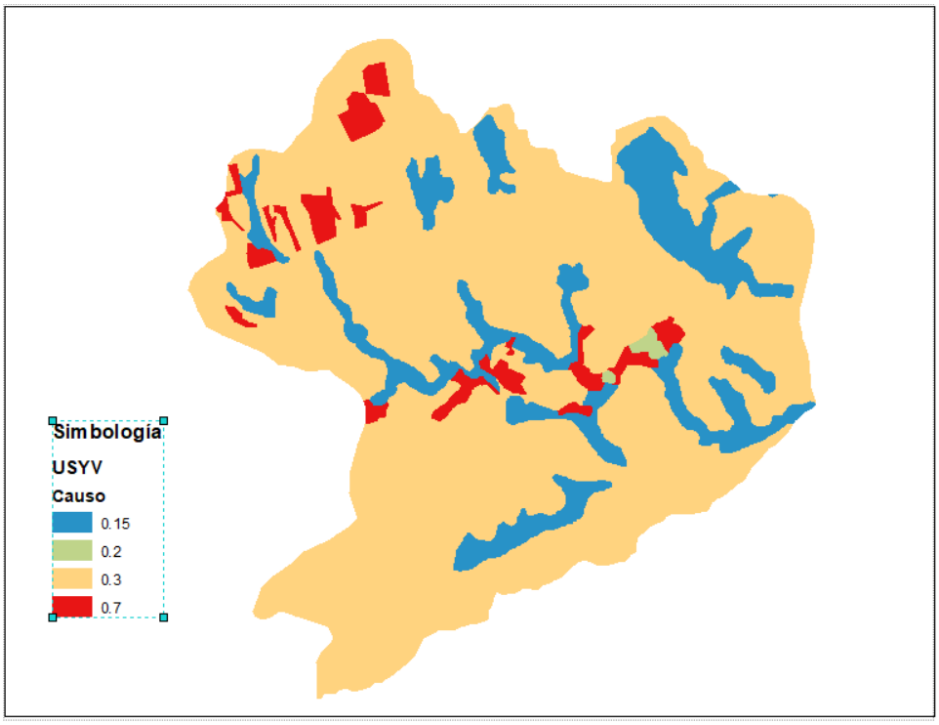


Figura IV. 43. valores de CAUSO asignados para el SA, de acuerdo con los tipos uso de suelo y vegetación serie VII.

Resultados.

Posteriormente se tomaron los valores IAVIE, CATEX Y CAUSO y se multiplicaron para obtener la erosión laminar eólica en toneladas por hectárea por año:

$$EROSIÓN\ EÓLICA = IAVIE * CATEX * CAUSO$$

Los resultados de este son la distribución del grado de erosión para el área del SA, como se observa en la siguiente Tabla:

Tabla IV. 31. Grado de erosión eólica para el Sistema Ambiental

Rango erosión	Erosión (Ton*ha*año)	Superficie (ha)	Superficie (%)
Sin erosión	10-12	516.49	1.51%
Ligera	12-50	26,073.35	76.02%
Moderada	50 - 100	7,302.59	21.29%
Alta	100 - 200	404.14	1.18%
	Total, general	34,296.56	100.00%

De acuerdo con las estimaciones de erosión eólica en el SAR, la mayor parte de la superficie presenta un grado "Ligera" con el 76.02% de la superficie del SAR, en seguida con el 21.29% "moderada" y menor proporción se encuentran "sin erosión" con solo el 1.51% y aun en menor proporción la erosión "alta" con tan solo el 1.18%.

Por lo que se concluye que la erosión eólica laminar del suelo para el SAR en general se presenta un grado de erosión ligera a moderada, considerando que la escala de rangos existes hasta 5 rangos, y en la presente caracterización solo se identificaron cuatro rangos y en general más inclinando hacia los rangos de perdida de suelo más bajos.

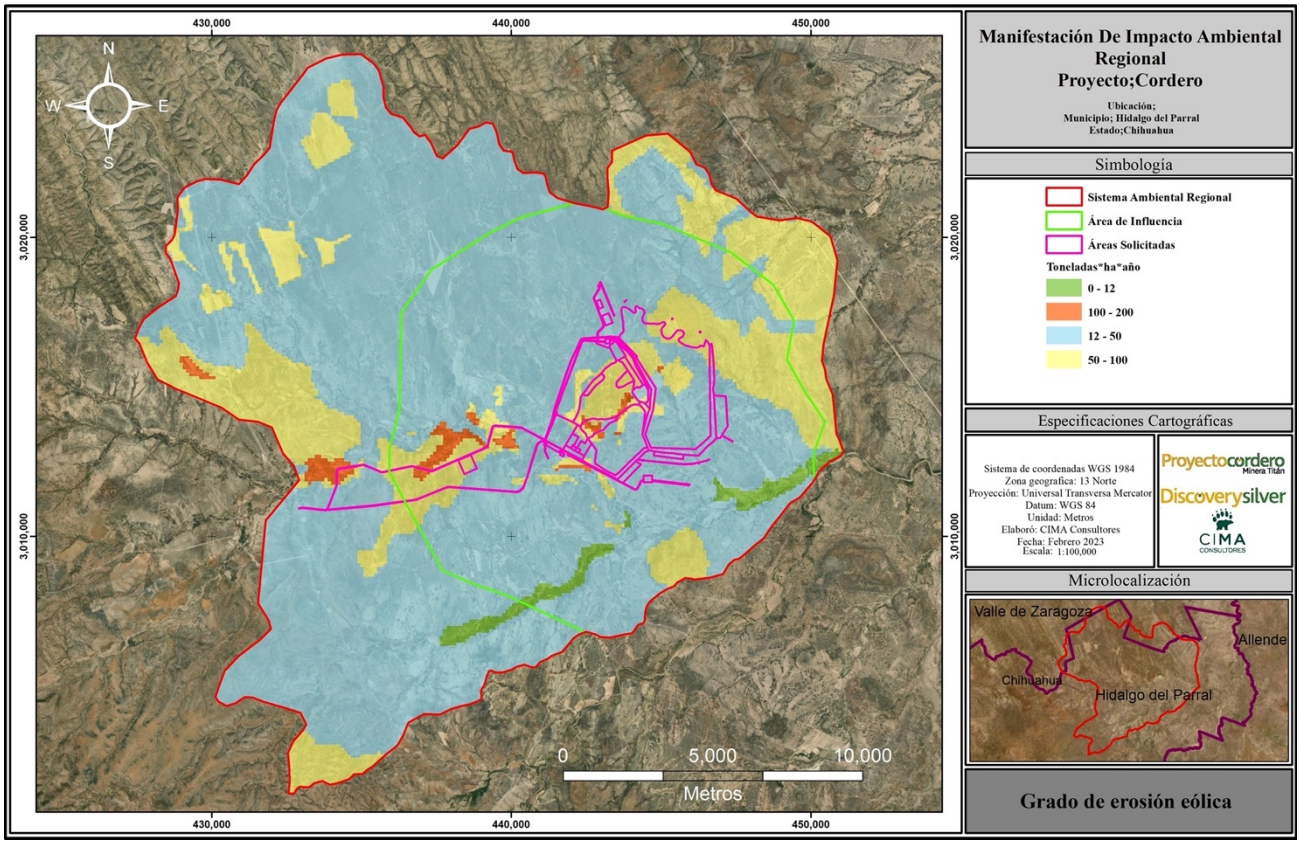


Figura IV. 44. Rangos de erosión eólica estimada para el Sistema de Ambiental Regional

IV.3.1.8 Hidrología

Este apartado hídrico, tiene una importante relación con el proyecto, pues con su ejecución se tiene contemplado realizar la remoción de la cubierta vegetal, la cual juega un importante papel para incrementar la recarga de los mantos acuíferos, así como reducir la velocidad de escorrentías y mejorar la calidad del agua, por otro lado se plantea el consumo del agua como parte de su proceso operativo, visto lo anterior recae la importancia de la identificación particular del lugar, así como sus análisis particulares que permitan la correcta toma de decisiones a la autoridad evaluadora en un contexto completo. Así mismo es de suma importancia conocer la cantidad de agua que dejara de infiltrarse una vez ejecutadas las actividades, dicho calculo se muestra en la siguiente sección.

Hidrología superficial

El estado de Chihuahua está comprendido en las siguientes regiones hidrológicas (RH): RH-34, Cuencas Cerradas del Norte (Casas Grandes); **RH-24, Bravo- Conchos**; RH-10, Sinaloa; RH-35, Mapimí y RH-9, Sonora Sur. A continuación, se describen dichas regiones y las cuencas respectivas cabe mencionar que el área de influencia está dentro de la región RH-24 denominada Río Bravo – Conchos, específicamente en la cuenca M Río Florido y la subcuenca d Río Parral.

Región hidrológica – Bravo – conchos (RH24)

La Región Hidrológica número 24 Bravo-Conchos, se localiza al Norte del país en la parte central de América del Norte, su cauce principal y la frontera entre los Estados Unidos de América y los Estados Unidos Mexicanos es el Río Bravo, mismo que comprende desde las ciudades del Paso Texas y Ciudad Juárez Chihuahua, hasta su desembocadura en el Golfo de México. En la región hidrológica están comprendidas partes de las entidades mexicanas de **Chihuahua**, Coahuila, Durango, Nuevo León y Tamaulipas; tiene una superficie de escurrimiento de 226,275 kilómetros cuadrados.

Tiene una superficie de escurrimiento de 65,770 kilómetros cuadrados, que representa el 29% de la región hidrológica. El Río Conchos nace al suroeste del Estado de Chihuahua, aunque el Río Florido, uno de sus tributarios, nace más al sur, en la parte norte del Estado de Durango.

Cunca hidrológica - R. Conchos - P. de la Boquilla (RH24L).

Se ubica al sur del estado y se extiende a Durango; al norte limita con la cuenca Río San Pedro (N) de la RH-24; al noroeste con las cuencas Río Yaqui (B) y Laguna Bustillos y de los mexicanos (E), la primera de la RH-9 y la segunda de la RH-34; al oeste y suroeste con la cuenca Río Fuerte (G) de la RH-10; al noreste con la cuenca Río Conchos-Presa El Granero (K); al este y sureste con la cuenca Río Florido (M), ambas de la RH-24; por último, al sur se extiende a Durango. Incluye 8.01% del área de la entidad. La ocurrencia de precipitación media anual oscila alrededor de 564.1 mm en el estado; posee una pendiente general de media alta y la corriente superficial más importante es el río Conchos.

Sub cuenca hidrológica

Con clave RH24Lh y siendo una subcuenca de tipo exorreica, con un área de 1458.93 km2 y un perímetro de 220.05 km. El punto más alto de esta subcuenca se encuentra a 2360 metros sobre el nivel del mar y a 1320 el punto más bajo. Con datos obtenidos del Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL) extensión del INEGI, se estableció el área que ocupa cada parte, empezando desde la región hidrológica hasta la subcuenca tal como se observa en la siguiente tabla.

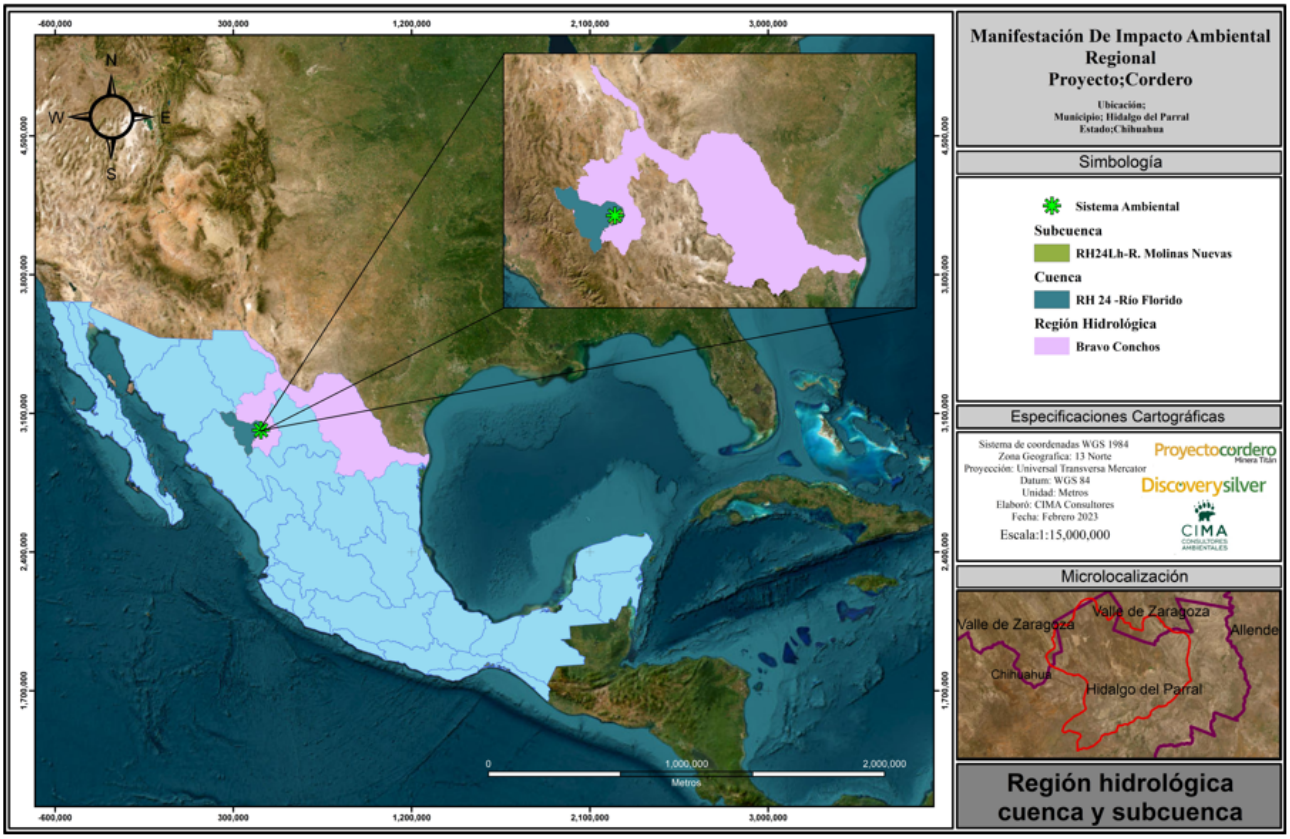


Figura V. 45 Regiones hidrológicas, cuencas y subcuencas

Tabla IV. 32. Niveles jerárquicos de hidrología

Nivel jerárquico	Clave	Nombre	Área (km^2)	Perímetro (Km)
Región hidrológica	RH 24	Bravo - Conchos	135,493.17	3190.07
Cuenca	L	R. Conchos - P. de la Boquilla	20,804.8	1,124.61
Sub cuenca	Lh	R. Molinas Nuevas	1,498.93	220.05
Fuente: SIATL				

En la figura previa se muestra el área donde se aprecia el rango jerárquico de las Regiones Hidrológicas hasta el SA, con ello se tendrá una mejor percepción de la ubicación del sitio respecto a la hidrología.

Órdenes de corriente

Los órdenes de corriente son una clasificación que refleja el grado de ramificación o bifurcación dentro de una cuenca. La clasificación de Strahler asume que los menores ordenes son los arroyos no ramificados y pequeños, que al confluir derivan a un cauce de orden 2, si se da la confluencia progresiva de dos canales con el mismo orden estos generarán al orden inmediato superior, y así progresivamente hasta alcanzar un orden máximo en la corriente principal en la cuenca.

Dentro del SAR, encontramos diferentes ordenes de corriente, el cual puede llegar hasta el 5to, sin embargo, la distribución de los mismos no resulta del todo homogénea, donde los escurrimientos más bajos suelen tener un considerable porcentaje de manera general, sin embargo, para el caso específico del proyecto tenemos que el orden 1 posee el 36.93% seguido del orden 4 con 34.15%, mientras que el resto ronda el 10% tal como se puede apreciar en la siguiente tabla.

Tabla IV. 33 Ordenes de corriente dentro del SAR

Hidrología superficial dentro del SAR			
No.	**Orden de corriente**	**Longitud (m)**	**%**
1	1	41098.22	36.93
2	2	12842.71	11.54
3	3	7680.94	6.90
4	4	37996.57	34.15
5	5	10528.68	9.46
Total		111,272.26	100.00

Área del proyecto (AI)

El proyecto al ubicarse en una región árida, los escurrimientos superficiales permanentes son limitados, siendo únicamente los que llevan agua durante todo el año aquellos de mayor relevancia del estado, sin embargo para el área del proyecto, no se cuenta con escurrimientos de estas características, el orden más importante es del orden 4 aun y cuando este se considera un cauce con dimensiones y profundidad elevadas, únicamente lleva agua durante la temporada de lluvias, esto por las altas temperaturas que se dan en el lugar, limitando su continuidad así como las bajas precipitaciones registradas y referidas en su apartado dentro del presente capitulo. Para el caso particular del área de influencia si se cuenta con un orden 5, con dirección hacia el este.

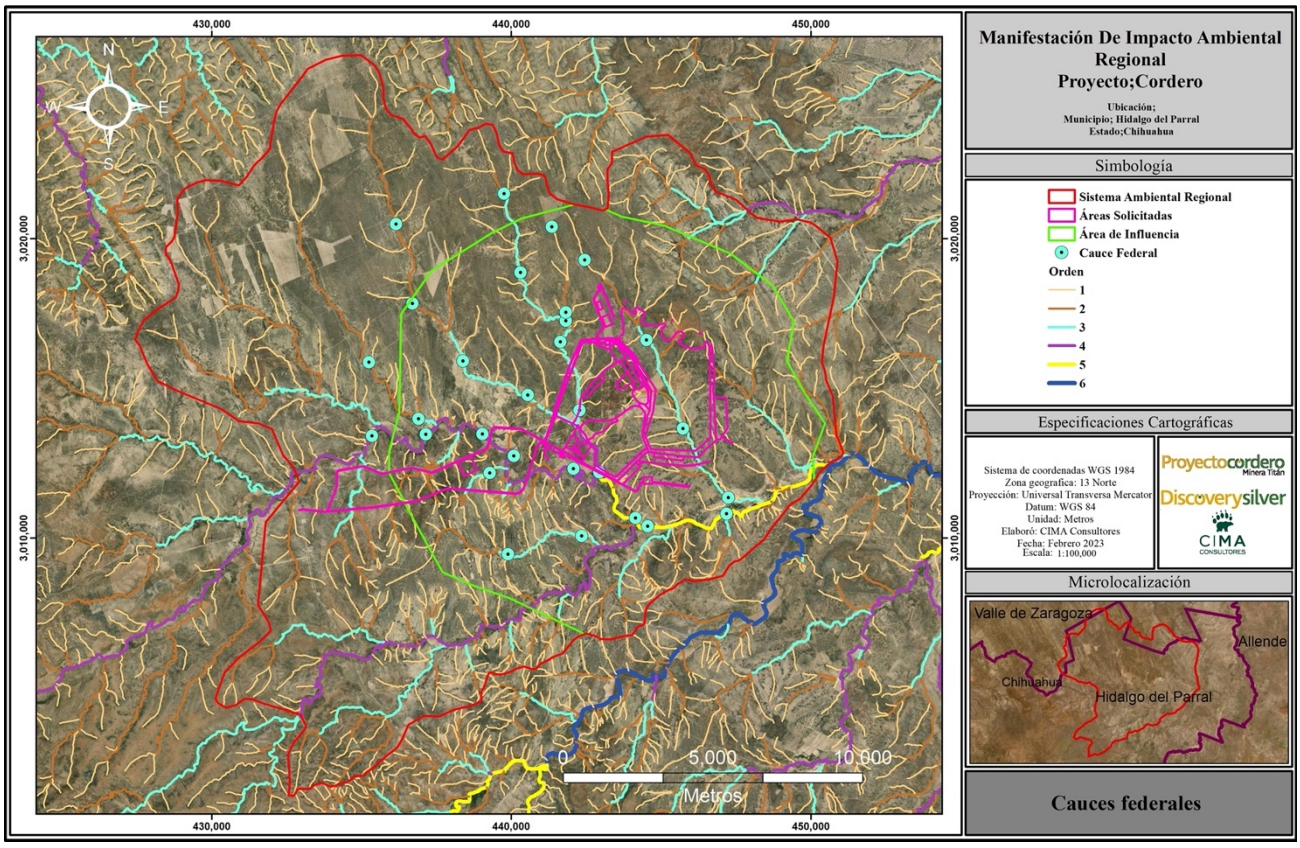


Figura IV. 46 Ordenes de corriente dentro del SAR

Cauces federales

Dentro de los cauces que tendrá injerencia directamente el proyecto, tenemos que, si existen algunos de ellos, los cuales suman un total de 29, a los cuales se les solicitara el permiso pertinente a la CONAGUA, esto con la finalidad de dar cabal cumplimiento a las disposiciones normativas que las regulan, cabe mencionar que previo a cualquier trabajo de preparación del sitio o construcción para las obras se ingresara ante la CONAGUA

mediante el Buzón del Agua en línea, los trámites CNA-02-002 para el permiso de obras en cauces y zonas federales y CNA-01-006 Concesión para la ocupación de terrenos federales

Las coordenadas de los cauces federales de ubicación, así como su mapa de referencia se presentan continuación.

Tabla IV. 34 Coordenadas de los cauces federales

Coordenadas de los cauces federales			
Vértice	**X**	**Y**	**Propiedad Nacional**
0	439894.5	3009465.4	SI
1	442353.5	3010081.3	SI
2	444152.5	3010676.0	SI
3	444556.7	3010405.1	SI
4	447189.6	3010821.8	SI
5	447244.7	3011355.2	SI
6	445736.9	3013665.9	SI
7	442078.1	3012327.5	SI
8	442939.3	3012204.0	SI
9	439286.1	3012178.0	SI
10	440085.1	3012751.6	SI
11	435350.6	3013423.6	SI
12	437151.1	3013468.9	SI
13	439037.5	3013483.6	SI
14	442279.3	3014270.8	SI
15	441636.9	3016564.3	SI
16	440553.0	3014781.2	SI
17	438386.8	3015923.7	SI
18	436700.8	3017844.6	SI
19	436147.4	3020486.5	SI
20	436904.4	3013984.3	SI
21	435251.8	3015882.9	SI
22	441818.9	3017261.4	SI
23	440312.4	3018875.4	SI
24	439761.8	3021507.4	SI
25	444510.3	3016621.7	SI
26	441817.3	3017548.4	SI
27	441355.1	3020398.6	SI
28	442446.6	3019288.5	SI

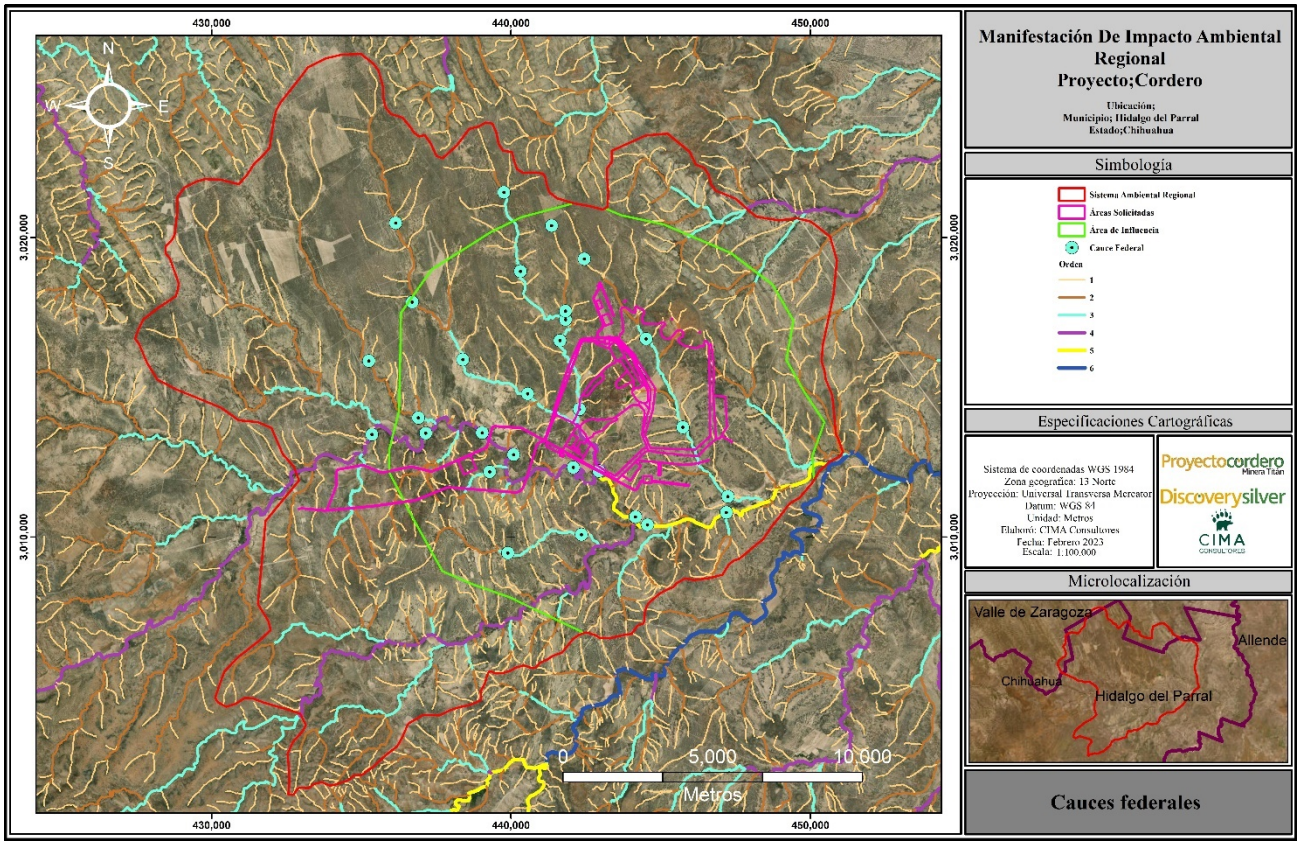


Figura IV. 47 Ubicación de los cauces federales

IV.3.1.8.1 Balance hídrico

El estudio del balance hídrico se basa en la aplicación del principio de la conservación de masa. Esta establece que, para cualquier volumen arbitrario y durante cualquier período de tiempo, la diferencia entre las entradas y salidas estará condicionada por la variación del volumen de agua almacenada.

Precipitación. La precipitación es el factor principal que controla la hidrología en una cuenca, constituyendo la principal aportación de agua a la superficie de esta, por ello el conocimiento de sus patrones o comportamientos en el espacio y tiempo, es fundamental para un entendimiento en la humedad del suelo, la recarga del agua subterránea y los escurrimientos.

Para conocer la precipitación promedio anual en el SAR se utilizó la estación **8152 Valle de Zaragoza**, ubicada en el municipio de **Valle de Zaragoza, Chihuahua** es la más cercana al área. La cual indica una precipitación promedio histórica de **452.2 mm** y una temperatura media anual de **28.5 °C.**

Con base en la superficie del polígono se tiene un volumen de precipitación de **149,973,652.11 m^3** o su equivalente en **149.97 hm^3.**

Escurrimiento. El escurrimiento se define como el agua proveniente de la precipitación que circula sobre o bajo la superficie terrestre y que llega a una corriente para finalmente ser drenada hasta la salida de la cuenca (Aranda, 1981).

Para determinar la lámina media anual de escurrimiento natural se utilizó el método de precipitación-escurrimiento, procedimiento que marca la NOM-011-CNA-2000, y que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. El volumen medio anual de escurrimiento natural (Q) se determina indirectamente, mediante la siguiente expresión:

Volumen de escurrimiento natural	=	Precipitación media anual (P)	* Área de la cuenca (Ac)	* Coeficiente de escurrimiento (Ce)

El coeficiente de escurrimiento se determina en función del tipo y el uso del suelo con apoyo de los servicios del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y de visitas de campo, se clasifican los suelos en: A (suelos permeables), B (suelos medianamente permeables) y C (suelos casi permeables), obteniéndose un valor de K para cada uso de suelo.

Tabla IV. 35. Valores de K por tipo de suelo.

Uso de suelo	Tipo de suelo		
	A	B	C
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.3
Cultivos:			
En hilera	0.24	0.27	0.3
Legumbres o rotación de pradera	0.24	0.27	0.3
Granos pequeños	24	0.27	0.3
Pastizal:			
% del suelo cubierto o pastoreo			
Más del 75% - Poco-	0.14	0.2	0.28
Del 50 al 75% - Regular -	0.2	0.24	0.3
Menos del 50% - Excesivo -	0.24	0.28	0.3
Bosque			
Cubierto más del 75%	0.07	0.16	0.24
Cubierto del 50 al 75%	0.12	0.22	0.26
Cubierto del 25 al 50%	0.17	0.26	0.28
Cubierto menos del 25%	0.22	0.28	0.3
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Caminos	0.27	0.3	0.33
Pradera permanente	0.18	0.24	0.3

Tabla IV. 36. Valores de K por tipo de suelo.

Uso de suelo	Área (ha)	Tipo de suelo	K	Área * K
Agricultura de riego anual	109.3256	B	0.27	29.52
Agricultura de temporal anual	1445.5314	B	0.27	390.29
Matorral desértico micrófilo	1641.2627	B	0.22	361.08
Pastizal inducido	161.4256	B	0.24	38.74
Pastizal natural	2098.0336	B	0.24	503.53
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	2176.3482	B	0.22	478.80
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo	1122.8693	B	0.28	314.40
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	24410.5403	B	0.24	5,858.53
	33,165.3366		**Total**	**7,974.89**

Se estimó el valor de K ponderado= 0.24051

$$K_{Ponderado} = \frac{\Sigma(Área * k)}{Ac} = \frac{8{,}248.64}{34{,}296.5662} = 0.24051$$

Una vez obtenido el valor de K, el coeficiente de escurrimiento anual (Ce), se calcula mediante las siguientes fórmulas:

$$Ce = \frac{K(P - 250)}{2000}$$ Si K resulta menor o igual que 0.15

$$Ce = \frac{K(P - 250)}{2000} + \frac{(K - 0.15)}{1.5}$$ Si K es mayor que 0.15

En donde "Ce" es el coeficiente de escurrimiento, "P" la precipitación anual y "K" el parámetro que depende del tipo, uso y cubierta del suelo. Siendo K = 0.24051, al aplicar la segunda ecuación, se tiene el siguiente "Ce":

$$Ce = \frac{0.24051(452.2 - 250)}{2000} + \frac{(0.24051 - 0.15)}{1.5} = 0.085$$

El escurrimiento promedio anual es de 38.28 mm.

Evapotranspiración. La evapotranspiración es la combinación de la evaporación desde la superficie del suelo y la transpiración de la vegetación. Para estimar la ETR, existen varias ecuaciones empíricas que están en función de la temperatura, la precipitación y la radiación incidente.

Se calculó la evapotranspiración por el método de Coutagne con la ecuación del tipo II siguiente (Remenieras, 1974): la cual tiene documentada la siguiente fórmula:

$$ETR = P - XP^2$$

Dónde:

ETR=evapotranspiración real en metros/año

P= Precipitación en metros/año

X= 1/(0.8+0.14t)

t = temperatura media anual en °C

La fórmula solo es aplicable para valores de la precipitación media anual (P) comprendidos entre 1/8X y 1/2X, estando ETR y P en metros, y t en °C.

Si P es menor que 1/8X la ETR es igual a la precipitación, es decir, no existe escurrimiento; si la precipitación es mayor que 1/2X la ETR es prácticamente independiente de P y su valor está dado por la ecuación siguiente:

ETR = 0.20 + 0.035 *t*

Nuevamente, ETR está dado en metros y *t* en °C.

Por lo tanto:

$$ETR = P - 1/(0.8+0.14*(28.5))\ P^2$$

El promedio histórico de ETR calculado fue de **0.40951 m/año.**

Tabla IV. 37. Valores anuales de evapotranspiración.

°C	P	X	ETR (mm)
28.5	0.452	0.2088	409.51

Para este caso en específico, se cumple la condición de la formula donde, si P es menor que 1/8X la ETR es igual a la precipitación, es decir, no existe escurrimiento. No obstante, derivado del calculo del balance hídrico, la cual es una estimación del comportamiento hídrico del SAR, los valores de escurrimiento son bajos, aproximadamente un 8%, sin embargo, podría no presentarse esta cantidad de escurrimiento derivado a la baja precipitación y las altas temperaturas del SAR.

Infiltración. Para obtener la recarga vertical del acuífero o cantidad de agua que logra llegar hasta el nivel freático en el SAR, solo se despeja "I" de la ecuación siguiente, y considerando que la variación del volumen del agua almacenada (ΔS) tiende a cero, quedaría:

$$I = P - Q - ETR$$

Por lo tanto, se tiene:

$$I = 155,089,072.36\ m^3 - 140,447,868.25\ m^3 - 13,129,057.82\ m^3$$

$$I = 1,512,146.29\ m^3$$

Tabla IV. 38. Balance hidrológico del SAR.

Balance hídrico	M^3/año	mm	hm^3	%
Volumen precipitado	155,089,072.11	452.20	155.09	100.00
Volumen EVT	140,447,868.25	409.51	140.45	90.56
Escurrimiento	13,129,057.82	38.28	13.13	8.47
Infiltración	1,512,146.29	4.41	1.51	0.98

En esta tabla observamos el bajo valor porcentual de la infiltración del SAR, esto debido a lo que se menciona anteriormente en la evapotranspiración, de que se presentan bajas precipitaciones y las altas temperaturas dentro del SAR limitando de esta manera la infiltración.

IV.3.1.8.2 Hidrología subterránea

La mayor parte del agua subterránea se extrae en zonas de condiciones climáticas de tipo árido; la recarga natural de los acuíferos ocurre por precipitaciones pluviales, nevadas y de los pocos escurrimientos perennes que existen en la entidad. Es entonces el agua subterránea, la fuente más importante para el sostenimiento de las distintas actividades que se desarrollan en el estado.

De acuerdo con la Ley de Aguas Nacionales (2013) se define que un acuífero es cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen de forma convencional para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo. El SAR se encuentra localizado dentro del acuífero Valle de Zaragoza con clave 0844, el cual presenta las siguientes características:

Acuífero Valle de Zaragoza (0844)

El acuífero Valle de Zaragoza, clave 0844, se ubica en la porción sur del estado de Chihuahua, abarcando una superficie aproximada de 4,036 kilómetros cuadrados; comprende casi en su totalidad a los municipios de Valle de Zaragoza e Hidalgo del Parral; en menor proporción a los municipios de Satevó, Rosario, Allende y San Francisco de Conchos, así como una pequeña área del Municipio de Saucillo, todos del Estado de Chihuahua.

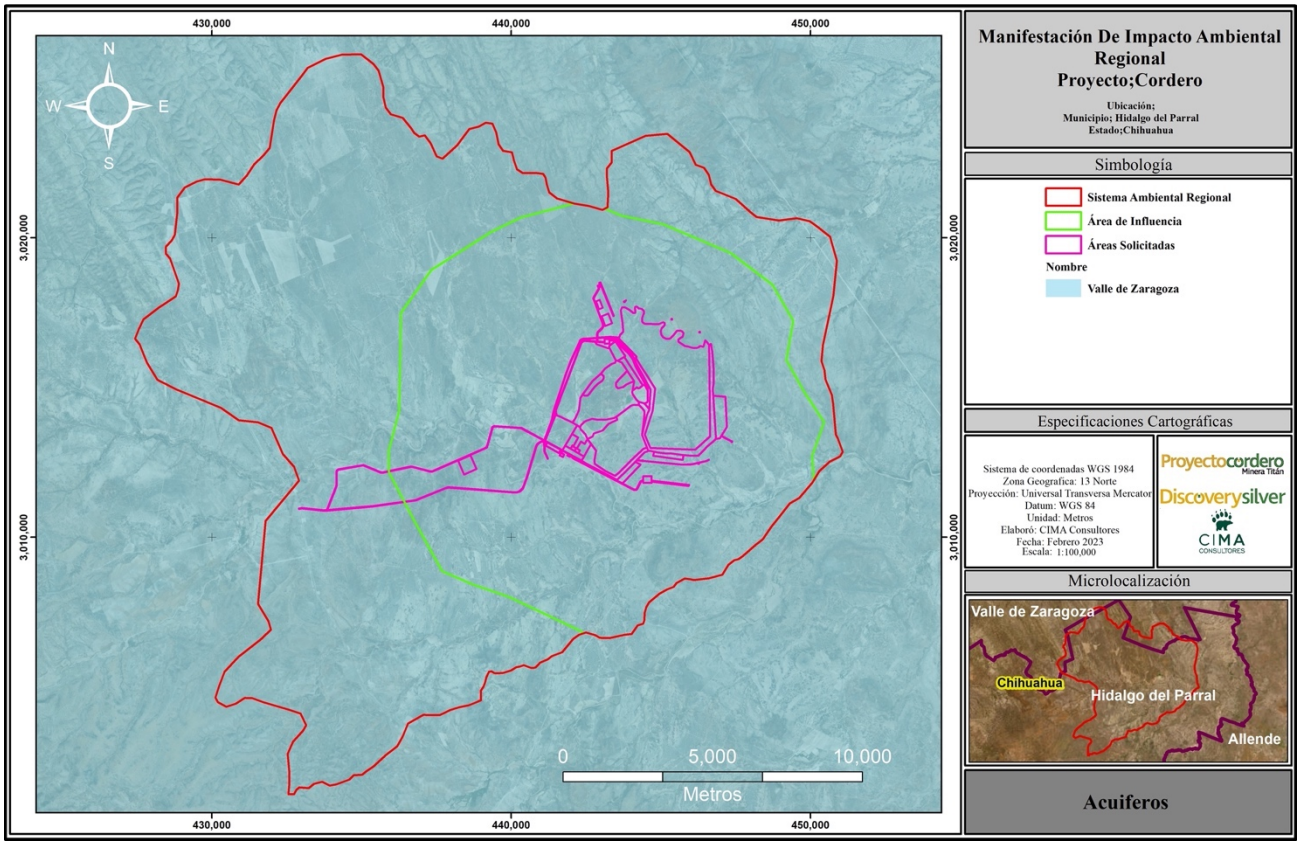


Figura IV. 48 Acuíferos dentro del SAR

En la siguiente tabla encontramos la actualización más reciente respecto a la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo para la zona donde se encuentra el área de interés del proyecto. Según el diario Oficial de la Federación, existe disponibilidad media anual para otorgar concesiones o asignaciones al 13 de abril de 2022[7]; sin embargo, el acuífero debe estar sujeto a una extracción, explotación, uso y aprovechamiento controlados para lograr la sustentabilidad ambiental y prevenir la sobreexplotación del acuífero.

Tabla IV. 39 Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Valle de Zaragoza 0844.

Clave	Acuífero	DMA Déficit
		Cifras en millones de metros cúbicos anuales
0844	Valle de Zaragoza	-0.4927

Con la información previamente descrita, tenemos que el acuífero donde se ubica el proyecto no tiene la capacidad para agregar o incluir nuevas concesiones, sin embargo completamente viable la adquisición de alguna existente, situación que ya se realizó y cambiar su uso a industrial, dado que algunos particulares cuentan con una amplia capacidad o volumen de extracción, suficientes para satisfacer las necesidades de la empresa, así mismo se busca el uso de esta agua como último recurso, pues el agua de laboreo es la principal, además de contar con la anuencia municipal para el uso del agua tratada generada el área urbana de Parral, dentro del **Anexo II.8, Anexo II.9 y Anexo II.10** a la presente se adjuntan los permisos para el uso del agua. Dicho lo anterior la demanda de agua para las operaciones del proyecto van en un orden de importancia al uso de agua

[7] https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5648961&fecha=13/04/2022#gsc.tab=0

de laboreo, agua tratada y por último el uso directamente de la extracción del acuífero donde se ubica una vez que se encuentre operando, dado que en las etapas iniciales se hará uso de la subterránea para su construcción, pero está siendo en baja escala.

Tabla IV. 40 Listado de las concesiones de agua dentro del SAR

Titular	Título	Uso	Coordenadas		Fecha De Registro	Volumen De Extracción De Aguas Nacionales (m^3/Año)	Volumen De Aguas Superficiales (m^3/Año):	Volumen De Aguas Subterráneas (m^3/Año):
			X	Y				
Enrique Prieto Rodríguez	823245	Pecuario	445811	3010552	11/08/20	2,190.00	0	2,190.00
Enrique Prieto Rodríguez	823248	Agrícola	445654	3012398	02/07/20	18,000.00	0	18,000.00
Gregorio Rico Urbina	06CHI156308/24 AMDL17	Agrícola	443170	3014225	07/08/17	360,000.00	0	360,000.00
José Alberto Rico Urbina	06CHI138376/24 AMGE05	Agrícola	443903	3014560	02/03/05	300,000.00	0	300,000.00
Enrique Prieto Rodríguez	CHI129661	Diferentes Usos	445715	3014121	31/01/00	3,000.00	0	3,000.00
Fracc. San Juan Ej. Pueblito De Allende	CHI131522	Agrícola	443187	3010447	13/12/99	360,000.00	0	360,000.00
Presidencia Municipal De Hidalgo Del Parral; Loc. Rancho De Enmedio	06CHI121340/24 HMGE98	Público Urbano	434211	3012451	21/06/99	2,625.00	0	2,625.00
Presidencia Municipal De Valle De Zaragoza, Loc.: Rancho Elvira	06CHI118404/24 HOGE98	Público Urbano	433126	3020060	05/11/98	2,625.00	2,625.00	0
Presidencia Municipal De Hidalgo Del Parral; Loc. Rancho Elvira	06CHI121343/24 HMGE98	Público Urbano	433127	3020213	21/06/99	2,625.00	2,625.00	0
Sotero Varela Aguirre	816338	Agrícola	457412	3023004	06/12/19	420,000.00	0.00	420,000.00
Enrique Prieto Rodríguez	CHI130533	Pecuario	445803	3008705	20/12/99	1,920.00	1,920.00	0
TOTAL						**1,472,985.00**	**7,170.00**	**1,465,815**

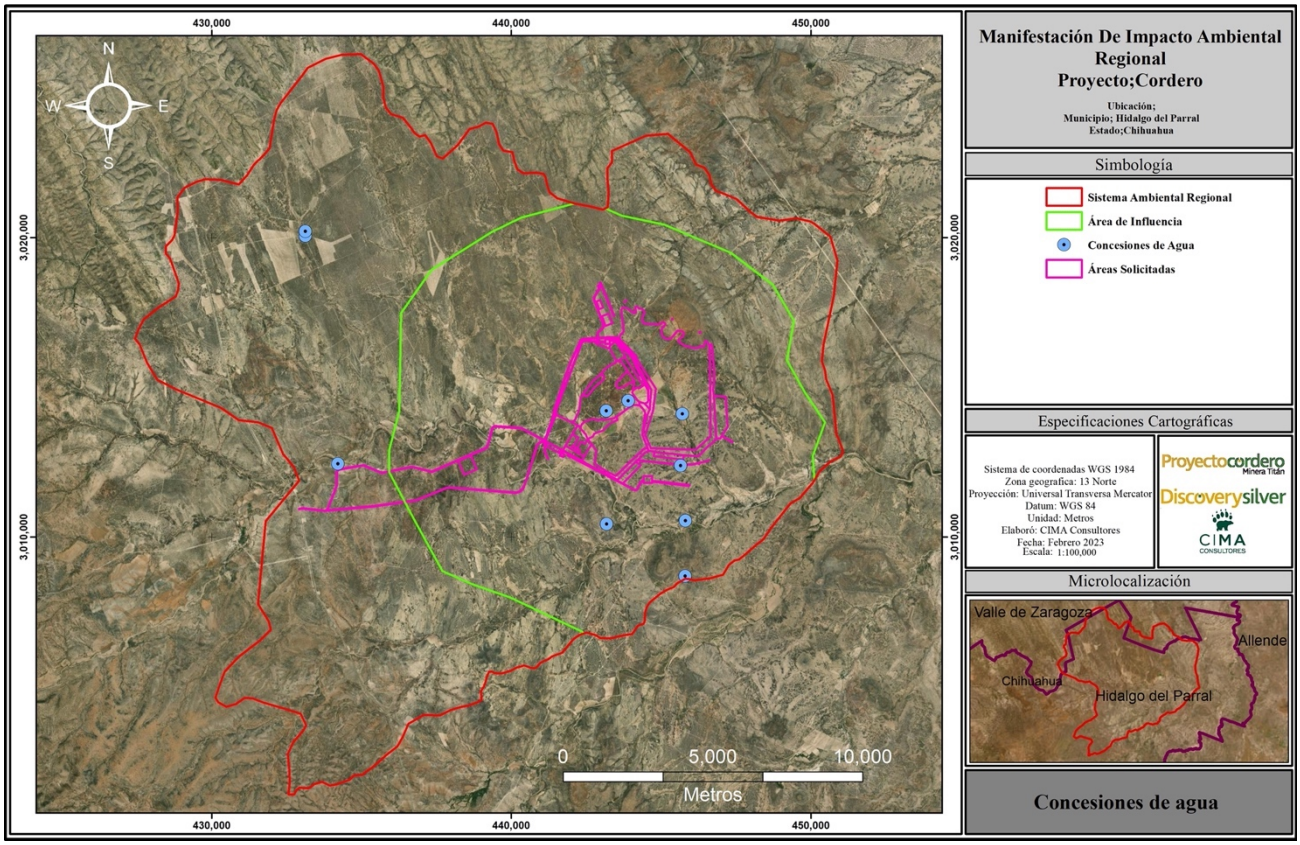


Figura IV. 49 Concesiones de agua dentro del SAR

IV.3.1.8.3 Calidad del agua

La calidad del agua es el término que describe las características químicas, físicas y biológicas del agua dependiendo del uso que se le va a dar. A la fecha la promovente ha realizado la medición de 5 puntos o pozos de monitoreo en 2021 y 7 en 2022 es decir se incluyeron 2 pozos dentro del SAR, los cuales permiten conocer la condición actual del agua subterránea, y que servirán como línea base una vez se realicen los trabajos planteados en el presente estudio y sirvan de referencia para conocer si el proyecto tiene injerencia en el agua subterránea, a lo cual deberá de ajustarse en todo momento a los LMP.

Tabla IV. 41 Nombre de los pozos de monitoreo

Nombre de los pozos de monitoreo
Enrique Prieto W1
Enrique Prieto W2
Jorge Valles W1
José Rico W1
José Rico W2
Pórfido norte
Pozo empedrado familia Chávez

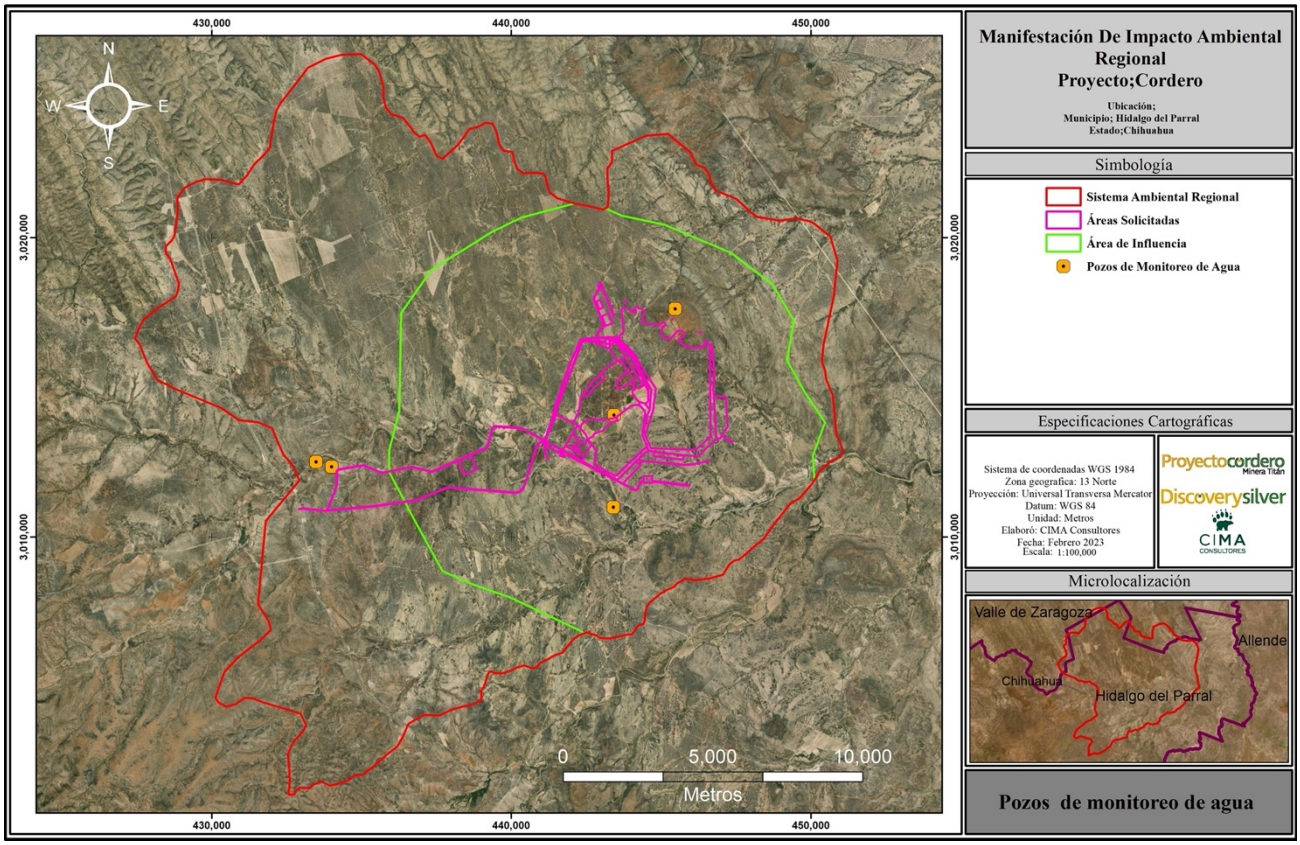


Figura IV. 50 Ubicación de los pozos de monitoreo

La toma de muestras fue realizada por un laboratorio acreditado y aprobado. Se verificó que los muestreadores estuvieran dentro del alcance de la acreditación como signatarios siguiéndose los procedimientos normados y estandarizados.

Posteriormente, las muestras se trasportarán de inmediato por el personal muestreador hacia el laboratorio analítico para su análisis, dicho laboratorio está certificado ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) y aprobado por CONAGUA. Se cuantificaron variables microbiológicas (coliformes totales, coliformes fecales y huevos de helminto) y los siguientes metales, Arsénico (As), cadmio (Cd), Cobre (Cu), Mercurio (Hg), Níquel (Ni), Plomo (Pb), Cromo total (Cr) Zinc (Zn), las variables de potencial hidrógeno (pH), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), nitrógeno amoniacal, grasas y aceites, cianuros, fósforo, sólidos suspendidos totales y sólidos sedimentables así como algunos iones disueltos como son los nitratos (NO3) y sulfatos (SO4). Y aspectos físicos y organolépticos como olor, sabor, color verdadero, pH para color, turbiedad por mencionar solo algunos, dichos resultados se presentan dentro del **Anexo IV.3**.

El muestreo fue realizado en cinco pozos los cuales fueron nombradas, Enrique Prieto W1, Enrique Prieto W2, Jorge Valles W1, José Rico W1 y José Rico W2.

El agua de cada una de ellos fueron analizados mediante un laboratorio certificado ante EMA (Intertek + ABC Analitic), una vez en el laboratorio fueron analizados los parámetros mencionados en la NOM-127-SSA1-1994 "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-limites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización" y NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales.

Resultados

- **Metales**

Los metales pesados son un grupo de elementos químicos que presentan una densidad alta. Son en general tóxicos para los seres humanos y entre los más susceptibles de presentarse en el agua destacamos mercurio, níquel, cobre, plomo y cromo.

Los metales pesados se encuentran en forma natural en la corteza terrestre. Hay que señalar que la presencia de estos elementos es muy poco habitual y de aparecer lo hacen mediante trazas, es decir, en concentraciones muy por debajo del límite legal estipulado para aguas de consumo humano.

Aluminio. El aluminio es un componente natural de las aguas superficiales y subterráneas. La mayoría de las autoridades del agua alrededor del mundo utilizan el sulfato de aluminio como agente floculante en el tratamiento de sus suministros de agua. Estos se pueden convertir en contaminantes si su distribución en el ambiente se altera mediante actividades humanas, como por ejemplo las descargas industriales y los desechos mineros.

Todas las aguas contienen aluminio. En aguas neutras está presente como compuestos insolubles, y en aguas altamente ácidas o alcalinas se puede presentar en solución.

Arsénico. El arsénico (As) es un metaloide natural abundantemente presente en la corteza de la tierra, no tiene color, olor o sabor. La exposición de los seres humanos al elemento ocurre a través del consumo de agua y alimentos contaminados, y la contaminación ocurre por la liberación de As a suelos y acuíferos debido a procesos naturales como fenómenos volcánicos y desintegración de rocas. El As es uno de los contaminantes inorgánicos más tóxicos, presente fundamentalmente en agua subterránea, y detectado en una amplia escala de concentraciones en todo el mundo.

Se presenta en la naturaleza con mayor frecuencia como sulfuro de arsénico, arsenopirita, arsenato o arsenito en las aguas superficiales y subterráneas. Este elemento mencionado en las fuentes naturales se encuentra como pentavalente y su forma más usual es la trivalente. Estos derivados pasan al medio ambiente a consecuencia de su uso como insecticidas, herbicidas, esterilizantes del suelo, decolorantes de vidrio, defoliantes, antiparasitarios, como descarga industrial

Bario. El bario se encuentra en la naturaleza en muchas formas diferentes llamadas compuestos de bario. Estos compuestos son sólidos que existen en forma de polvos o cristales, y que no se incendian fácilmente. Hay dos formas de bario, el sulfato de bario y el carbonato de bario, que se encuentran a menudo en la naturaleza en forma de depósitos minerales subterráneos. A veces el bario se encuentra naturalmente en el agua potable y en alimentos.

Cadmio. El cadmio es un elemento químico que naturalmente siempre lo podemos encontrar junto al cobre, plomo y zinc; y en gran parte de la corteza terrestre.

El cadmio surge de las rocas fosfóricas en desgaste, unido a las concentraciones del zinc como sustancia menor generalmente de 0,1 a 0,3 %. Es considerado una de las principales sustancias que provocan la contaminación ambiental, además liberado al medio externo constantemente debido a que lo encontramos en los fertilizantes y otros productos de uso doméstico e industria.

Cobre. El cobre generalmente se encuentra en la corteza terrestre como óxidos, sulfuros y rara vez en su estado metálico. Como consecuencia del contacto del agua con la corteza terrestre podemos encontrar sales de cobre disueltas en aguas superficiales y en los mantos subterráneos por la actividad industrial, usualmente en concentraciones menores a 20 µg/L. Sin embargo, se pueden encontrar concentraciones más altas en puntos de uso de agua como resultado de la corrosión de las tuberías de latón y cobre.

Cromo. Es un metal pesado que reacciona químicamente con valencias II, III y VI (Cr^{2+}, Cr^{3+}, Cr^{6+}) siendo este último de gran poder tóxico y el más difícil de oxidar o eliminar de los organismos vivos. El cromo III y el cromo VI o cromo hexavalente, en particular son desnaturalizadores de proteínas y precipitan ácidos nucleicos; además son de acción cancerígena sobre los pulmones y el aparato digestivo.

El cromo hexavalente, Cr (VI), en el medio ambiente suele ser el resultado de aplicaciones industriales como por ejemplo la manufactura de productos químicos, textiles y cuero.

Hierro y manganeso. El hierro y el manganeso son elementos comunes en la superficie de la tierra. A medida que el agua se filtra por el suelo y las piedras puede disolver estos minerales y acarrearlos hacia el agua subterránea. Además, los tubos de hierro pueden corroerse y lixiviar (disolver) hierro dentro del abastecimiento de agua residencial.

El hierro es más común que el manganeso, pero frecuentemente ocurren juntos.

Mercurio. La presencia de trazas de mercurio en agua se debe principalmente a los residuos de actividades productivas como la minería y la industria, además de las debidas a causas naturales por fenómenos geológicos como la meteorización, la erosión de las rocas y la lixiviación. La interacción de este metal con el ecosistema depende de la forma y especie química en la que se encuentre, además de otros factores como el pH, las condiciones de óxido-reducción del agua, la presencia de sustancias orgánicas con capacidad de formar complejos químicos y diversos factores climáticos que potencian el estrés químico.

El mercurio es uno de los metales pesados que mayor preocupación está causando en el mundo por su acción sumamente tóxica para los organismos y para el hombre. Se considera poco peligroso en forma metálica y en sales minerales, pero en compuestos orgánicos su acción se torna muy tóxica para el hombre como último consumidor de pescados y mariscos, que tienen la propiedad de acumularlo en sus tejidos

Plomo. Es un elemento químico metálico encontrado en gran parte de la corteza terrestre en forma natural, muy utilizado en actividades humanas. Es catalogado como una sustancia altamente contaminante en el medio ambiente, causando problemas graves de salud pública en los seres humanos expuestos.

Este elemento químico produce consecuencias muy delicadas y graves en la salud si superan los 5 µg/L de concentración en sangre, causando sus efectos agudos y crónicos.

Zinc. El zinc se encuentra en el aire, el suelo y el agua, y está presente en todos los alimentos. El zinc también puede combinarse con otros elementos, por ejemplo, cloro, oxígeno y azufre para formar compuestos de zinc. Los compuestos de zinc que pueden encontrarse en sitios de desechos peligrosos son el cloruro de cinc, óxido de zinc, sulfato de zinc y sulfuro de zinc. La mayor parte del mineral de zinc que se encuentra naturalmente en el ambiente está en la forma de sulfuro de zinc.

El zinc entra al aire, el agua y el suelo como resultado tanto de procesos naturales como actividades humanas. La mayor parte del zinc que entra al ambiente es el resultado de la minería, la refinación de minerales de zinc, plomo y cadmio, la producción de acero, la incineración de carbón y de desperdicios. Estas actividades pueden aumentar los niveles de zinc en la atmósfera. Los desagües de industrias químicas que manufacturan productos de zinc u otros metales, desagües domésticos y flujos provenientes de terrenos que contienen zinc pueden descargar este metal a corrientes de agua.

Sodio. Los compuestos de sodio finalizan de forma natural en el agua. El sodio procede de rocas y de suelos. Además del mar, también encontramos concentraciones significantes de sodio en los ríos y en los lagos. Sin embargo, estas concentraciones son mucho más bajas, su valor depende de las condiciones geológicas y de la contaminación por aguas residuales.

A continuación, se presenta los resultados del análisis de agua, donde se puede observar que 2 de ellos sobre pasa el límite máximo permisible (LMP) de la NOM-127-SSA1-1994 en subterránea, es importante recordar que esta es la condición natural o actual de la calidad del agua.

Tabla IV. 42 Resultados del análisis de agua subterránea conforme al límite máximo permisible (LMP) de la NOM-127-SSA1-1994.

Metales						
Parámetro	**Enrique Prieto W1**	**Enrique Prieto W2**	**Jorge Valles W1**	**José Rico W1**	**José Rico W2**	**LMP**
Aluminio	0.04	0	0	ND	ND	0.2
Arsénico	0.02	0.02	0.01	**0.07**	0.01	0.025

Bario	0.05	0.09	0.07	0.08	0.04	0.7
Cadmio	ND	ND	ND	ND	ND	0.005
Cobre	ND	ND	0	0.01	0.01	2
Cromo	0	ND	ND	ND	ND	0.05
Fierro	2.1	0.03	0.05	0	0.21	0.3
Magnesio	5.98	7.05	7.41	9.32	7.93	-
Mercurio	ND	ND	ND	ND	ND	0.001
Plomo	ND	ND	ND	ND	ND	0.01
Zinc	0.06	0.02	0.01	0.01	0.02	5
Sodio	75.31	59.35	76.62	15.65	46.36	200

- **Compuestos orgánicos**

Los compuestos orgánicos son sustancias químicas que contienen carbono, formando enlaces covalentes carbono-carbono o carbono-hidrógeno. En muchos casos contienen oxígeno, nitrógeno, azufre, fósforo, boro, halógenos y otros elementos menos frecuentes en su estado natural.

Fenoles. Los fenoles son compuestos aromáticos que se caracterizan por tener uno o varios grupos hidroxilo unidos directamente al anillo aromático.

La presencia de fenoles en el medio ambiente es consecuencia tanto de acciones naturales como del aporte antropogénico, fundamentalmente de carácter agrícola e industrial.

Trihalometanos totales. El conjunto de compuestos que se forman en el proceso de desinfección del agua se denominan colectivamente subproductos de la desinfección. Los trihalometanos (THM) son unos subproductos de la desinfección que se forman cuando se emplea el cloro como desinfectante.

La cantidad y proporción de THM en el agua dependerá de la cantidad de cloro añadido, cantidad de materia orgánica, y concentración de bromuros del agua, pH y temperatura.

Benceno . El benceno se encuentra en los aceites crudos y como un subproducto de los procesos de refinación de petróleo. En la industria, el benceno se usa como solvente, como intermediario químico, y en la síntesis de numerosos químicos.

Las principales fuentes de benceno en el agua son los depósitos atmosféricos, los derrames de gasolina, otros productos derivados del petróleo y los efluentes químicos de las plantas. Los niveles que se encuentran comúnmente en el agua potable son mínimos en comparación con la ingesta de alimentos y aire. La exposición a esta sustancia causa síntomas neurológicos y afecta la médula ósea causando anemia aplásica, sangrado excesivo y daño al sistema inmunológico.

El benceno es un carcinógeno humano conocido y está relacionado con un mayor riesgo de desarrollar cánceres linfáticos y hematopoyéticos, leucemia mielógena aguda y leucemia linfocítica crónica.

Etilbenceno. Se encuentra en forma natural en el alquitrán y el petróleo, y también en productos manufacturados tales como tinturas, plaguicidas y pinturas.

El etilbenceno se moviliza fácilmente desde el agua y el suelo al aire, en el agua de superficie, el etilbenceno se degrada al reaccionar con otras sustancias químicas que ocurren naturalmente en el agua, en el suelo es degradado por bacterias.

Tolueno. El Tolueno es un líquido incoloro e inflamable con un olor característico. Existe en forma natural en el petróleo crudo y en el árbol tolú. Se evapora cuando se expone al aire y es poco soluble cuando se mezcla con agua. Los vertidos más directos de tolueno al medio ambiente son al aire.

Xileno. El xileno es un líquido y puede filtrarse al suelo, aguas de superficie (riachuelos, arroyos, ríos) o al agua subterránea. El xileno puede entrar al ambiente cuando se manufactura, envasa, transporta o usa. La

mayoría del xileno que se libera accidentalmente se evapora al aire, aunque cierta cantidad se libera a ríos o lagos.

El xileno bajo la superficie del suelo puede movilizarse a través del suelo y entrar al agua subterránea. El xileno puede permanecer en el agua subterránea durante meses antes de ser finalmente degradado por microorganismos.

En la siguiente tabla y grafica se puede observar que los compuestos orgánicos se encuentran dentro de los LMP.

Tabla IV. 43. Resultados del análisis de agua subterránea conforme a compuestos orgánicos

Parámetro	Enrique Prieto W1	Enrique Prieto W2	Jorge Valles W1	José Rico W1	José Rico W2	LMP
Fenoles totales	ND	ND	ND	ND	ND	0.3
Trihalometanos totales	ND	ND	ND	ND	ND	0.2
Benceno	ND	ND	ND	ND	ND	10
Etilbenceno	ND	ND	ND	ND	ND	300
Tolueno	ND	ND	ND	ND	ND	700
Xilenos	ND	ND	ND	ND	ND	500

ND: No Detectado

- **Plaguicidas y herbicidas**

La contaminación por plaguicidas es normalmente de tipo difusa, y se mueve a través de diferentes fuentes como escorrentía superficial, erosión, lixiviación y mala disposición de los envases vacíos, lo que provoca que estos compuestos se detecten lejos de su punto de aplicación.

La contaminación del agua por plaguicidas se produce al ser arrastrados por el agua de los campos de cultivo hasta los ríos y mares donde se introducen en las cadenas alimenticias provocando la muerte de varias formas de vida necesarias en el balance de algunos ecosistemas.

La determinación de las concentraciones de plaguicidas en aguas superficiales es considerada un primer acercamiento hacia la evaluación del grado de contaminación de un ecosistema, del riesgo tóxico hacia la biota y los seres humanos debido a su exposición, y de su dinámica en el medio ambiente.

Los resultados analizados para plaguicidas y herbicidas se encuentran descritos en la siguiente tabla, donde todas las muestras de agua de las diferentes áreas están bajo límite de detección, como se observa todos los parámetros se encuentran como no determinado (ND) lo que significa que están por debajo del límite de detección (LD) del equipo.

Tabla IV. 44 Resultados del análisis de agua subterránea conforme a plaguicidas y herbicidas

Plaguicidas y herbicidas						
Parámetro	**Enrique Prieto W1**	**Enrique Prieto W2**	**Jorge Valles W1**	**José Rico W1**	**José Rico W2**	**LMP**
Aldrin	ND	ND	ND	ND	ND	0.03
Dieldrin	ND	ND	ND	ND	ND	0.03
Clordano	ND	ND	ND	ND	ND	0.2
Ddt	ND	ND	ND	ND	ND	1
Gama-bch (lindano)	ND	ND	ND	ND	ND	2
Hexaclorobenceno	ND	ND	ND	ND	ND	1
Heptacloro y su epóxido	ND	ND	ND	ND	ND	0.03
Metoxicloro	ND	ND	ND	ND	ND	20
2,4-D	ND	ND	ND	ND	ND	30

- **Fisicoquímicos**

Cianuro total. Se denomina así a todos los compuestos de cianuro existentes en una solución acuosa. Este es un término que se emplea en los procedimientos analíticos. El cianuro total incluye el cianuro libre, los cianuros simples y los todos los cianuros complejos. Los cianuros son producidos por microorganismos, como bacterias, hongos, algas; así como en plantas y algunos alimentos como habas y almendras. El cianuro puede aparecer de manera natural en concentraciones bajas en el suelo y agua.

Las concentraciones altas del cianuro pueden ser debidas a contaminación antropogénicas por parte de procesos industriales y estas pueden ser las principales fuentes de liberación de este elemento, ya una vez en liberados en el medio ambiente este puede formar compuestos más complejos, formados por la ligación del ion cianuro como iones metálicos. El cianuro es tóxico para organismos acuáticos, terrestres y aéreos, ya que actúa bloqueando el transporte de oxígeno a las células.

Fluoruro. Es el nombre que se da a un grupo de compuestos que contienen flúor, un elemento que se encuentra en la naturaleza, junto con uno o más elementos. Los fluoruros están presentes de manera natural en el agua y en el suelo a distintas concentraciones.

Nitrato. Es un contaminante común que se encuentra en el agua subterránea y que puede provocar efectos nocivos si se consume en altos niveles. El nitrato es inodoro e incoloro. Bajas concentraciones de nitrato son normales, pero altas cantidades pueden contaminar nuestra fuente de agua potable. En áreas con agua pura, como suelen ser las aguas subterráneas poco profundas y que no están afectadas por las actividades humanas, las concentraciones son usualmente de menos de 2 miligramos por litro (mg/L) de nitrato. Fuentes comunes de nitrato son los fertilizantes, estiércol o compost y pozos sépticos. Cantidades excesivas de nitrato se encuentran en suelos rurales y de actividades agrícolas. El nitrato se mueve fácilmente a través del suelo llevado por el agua de lluvia y de riego hasta las aguas subterráneas. Pozos de agua para consumo humano ubicados en áreas agrícolas más vulnerables, son aquellos que han sido construidos a poca profundidad, en suelos arenosos y construidos en forma incorrecta o de mal mantenimiento.

Nitrógeno amoniacal. Se origina de la degradación del nitrógeno orgánico y, este a su vez, por acción bacteriana, se va oxidando gradualmente a nitritos y finalmente a nitratos. Los aportes adicionales de nitrógeno amoniacal que alteran las concentraciones normales de este nutriente, implican una alteración perjudicial del medio al cual son vertidos, provocando entre otras consecuencias, la disminución de los niveles de oxígeno disuelto de los ríos, el cual es consumido en los procesos de degradación bacteriana de nitrógeno amoniacal. Provocando un ambiente anóxico, desencadenándose así una serie de reacciones químicas y microbianas que dan como resultado la disminución de la calidad del agua, muerte de especies que habitan en el sitio, entre otras consecuencias.

Todos los parámetros muestreados en la zona, se encuentran dentro de los límites máximos permisibles marcados en la normal NOM-127-SSA1-2021.

Tabla IV. 45 Resultados del análisis de agua subterránea conforme a los parámetros químicos

Químicos							
Parámetro	**Enrique Prieto W1**	**Enrique Prieto W2**	**Jorge Valles W1**	**José Rico W1**	**José Rico W2**	**LMP**	**CUMPLIMIENTO**
Cianuros totales	0.0014	0	0	0	0	0.07	CUMPLE
Fluoruros	0.92	0.72	0.75	0.26	0.66	1.5	CUMPLE
Nitratos (Nitrógeno de)	0.82	1.59	0.73	4.78	0.01	10	CUMPLE
Nitritos (Nitrógeno de)	0.04	0	ND	ND	ND	1	CUMPLE
Nitrógeno amoniacal	0.2	0.04	0.05	0.04	0.03	0.5	CUMPLE

El ion cloruro. Es uno de los iones inorgánicos que se encuentran en mayor cantidad en aguas naturales, residuales y residuales tratadas, su presencia es necesaria en aguas potables. Un alto contenido de cloruros puede dañar estructuras metálicas y evitar el crecimiento de plantas. Las altas concentraciones de cloruro en aguas residuales, cuando éstas son utilizadas para el riego en campos agrícolas deteriora en forma importante la calidad del suelo.

Sulfato (SO_4). Se puede encontrar en casi todas las aguas naturales. El origen de la mayoría de los compuestos de sulfatos es la oxidación de minerales de sulfito o los desechos industriales.

Sulfato es uno de los principales componentes disueltos de lluvia. Las altas concentraciones de sulfatos en el agua de bebida pueden tener un efecto laxante cuando se combina con el calcio y el magnesio, los dos componentes más comunes de la dureza.

Dureza. Se denomina dureza del agua a la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua, en particular sales de magnesio y calcio. El agua denominada comúnmente como "dura" tiene una elevada concentración de dichas sales y el agua "blanda" las contiene en muy poca cantidad.

Solidos Disueltos Totales (SDT). Los sólidos totales disueltos son moléculas y iones; que se encuentran diluidos en el agua. La concentración de sólidos disueltos en el agua se debe a la presencia de minerales, gases producto de descomposición de materia orgánica, metales y compuestos químicos orgánicos que dan olor, color, sabor y eventualmente toxicidad al agua que los contiene.

Las sustancias disueltas pueden provenir de la naturaleza o de las que el hombre genera procedentes de su actividad. Estas últimas, en el sentido más amplio, dan lugar a la contaminación. En general, los factores que influyen en la disolución de las sales solubles son: superficie de contacto, longitud del trayecto recorrido, concentración de sales en la roca, tiempo de contacto, temperatura y presión.

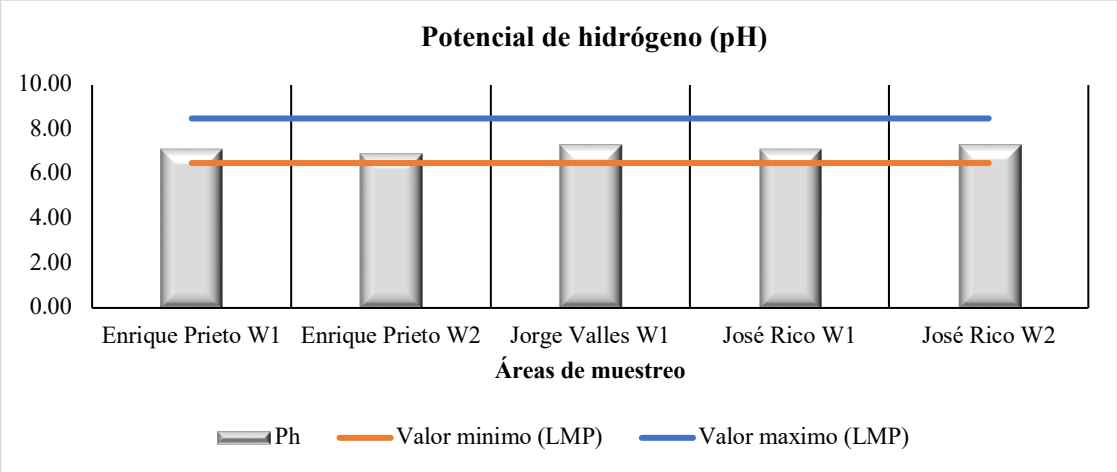
Los SDT, sulfatos, cloruros y dureza total se encuentran dentro de los límites máximos permisibles marcados en la norma. A continuación, se muestran los resultados obtenidos.

Tabla IV. 46 Resultados del análisis de agua subterránea conforme a los parámetros físicos

Físicos						
Parámetro	**Enrique Prieto W1**	**Enrique Prieto W2**	**Jorge Valles W1**	**José Rico W1**	**José Rico W2**	**LMP**
Solidos disueltos totales	452	430	386	388	442	1000
Sulfatos	56.36	46.85	57.24	62.33	95.53	400
Cloruros	25.2	15.6	10.6	10.1	9.1	250
Dureza total	199.7	191.8	157.8	237.7	239.7	500

Potencial de hidrógeno (pH). El término pH es una forma de expresar la concentración de ion hidrógeno o, más exactamente, la actividad del ion hidrógeno. En general se usa para expresar la intensidad de la condición ácida o alcalina de una solución, sin que esto quiera decir que mida la acidez total o la alcalinidad total.

El pH obtenido en las muestras de agua subterránea se encuentra dentro del rango marcado por la norma que es 6.5 y 8.5, los resultados se mantuvieron entre 6.9 y 7.3.



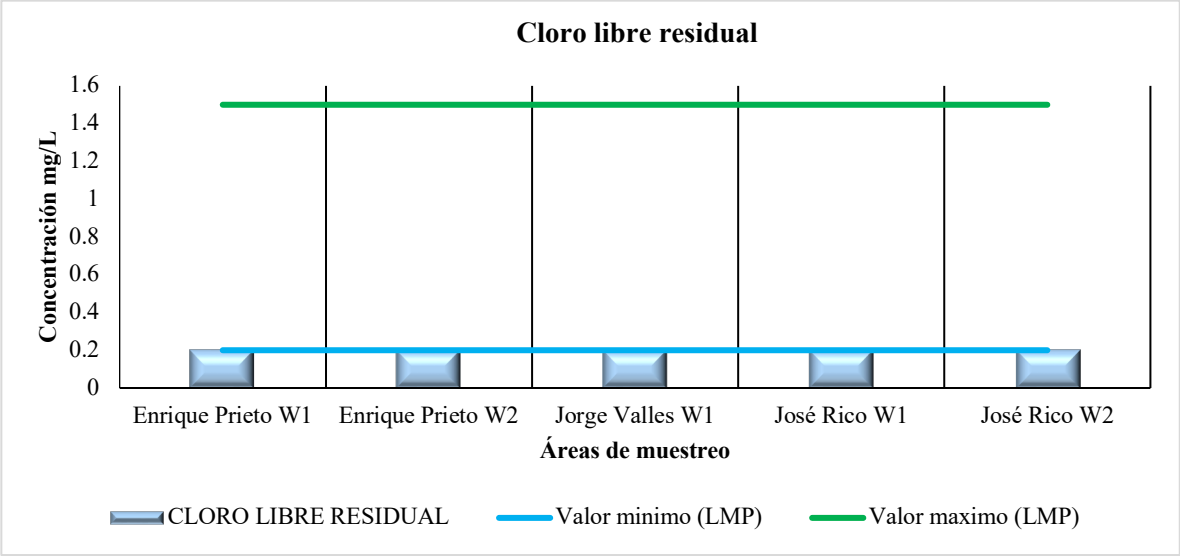
Gráfica IV. 3. Resultados del análisis de agua subterránea para el potencial de hidrógeno.

Cloro Libre Residual. El cloro se usa como desinfectante con mayor frecuencia cuando el agua se suministra mediante tuberías. La cloración regular de otros suministros de agua es difícil y se reserva usualmente para la desinfección después de la reparación y el mantenimiento.

En la siguiente tabla y gráfica se muestran el parámetro cloro libre residual que fue muestreado en agua de zonas subterráneas, como se observa ningún punto de muestreo pasa el LMP oscila de 0.2-1.5.

Tabla IV. 47. Resultados del análisis de agua subterránea respecto a cloro libre residual.

Cloro libre residual						
Parámetro	**Enrique Prieto W1**	**Enrique Prieto W2**	**Jorge Valles W1**	**José Rico W1**	**José Rico W2**	**LMP**
Cloro libre residual	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2-1.5



Gráfica IV. 4. Resultados del análisis de agua subterránea para cloro libre residual.

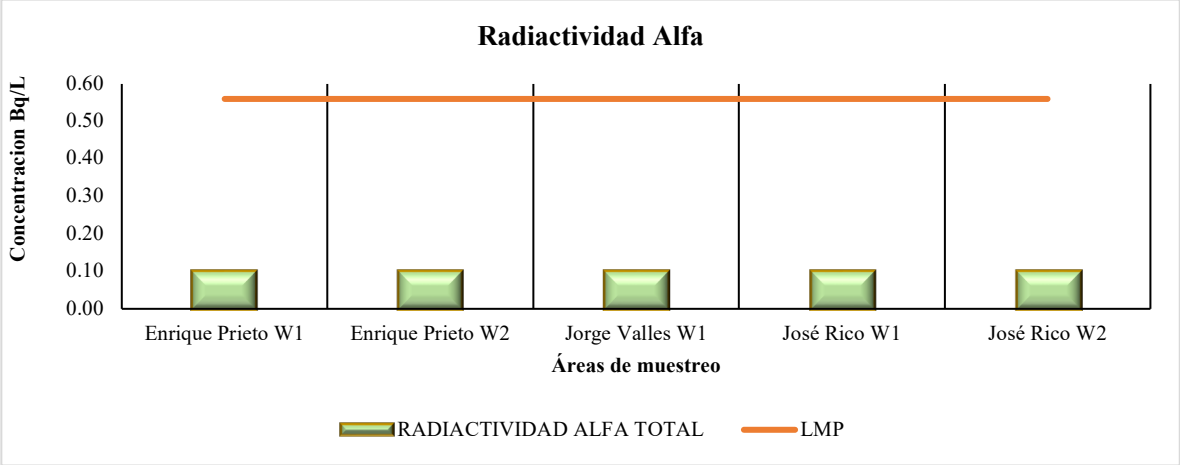
❖ Radiactividad alfa y beta

La radiación ambiental procede de diversas fuentes, de origen natural y producidas por el hombre. En todas partes del medio ambiente hay presencia de materiales radioactivos de origen natural (como uranio, torio y potasio-40). La mayor proporción, con diferencia, de la exposición de las personas a la radiación procede de fuentes naturales, tanto de fuentes externas, como la radiación cósmica y terrestre, como de la inhalación o ingestión de materiales radioactivos.

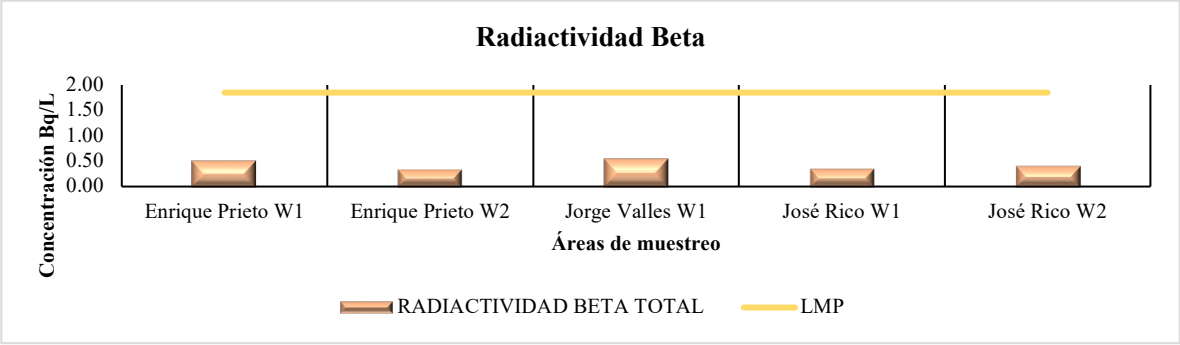
El estado de Chihuahua es semidesértico, y prácticamente toda el agua de consumo humano se extrae de pozos, la mayor parte de ellos de profundidad de 100 metros en adelante. Existen más de 50 zonas uraníferas distribuidas en todo el estado de Chihuahua.

Estos elementos aparecen en el agua en concentraciones que suelen ser proporcionales a las que presenten en el terreno y, por ello, los límites de potabilidad en aguas sólo suelen, eventualmente, superarse en regiones con un alto nivel de radiactividad natural.

Respecto a los parámetros radiactivos muestreados en la zona subterránea, todos los parámetros se encuentran dentro de los LMP, que son 0.56 Bq/L para emisores alfa y 1.86 Bq/L para emisores beta.



Gráfica IV. 5. Resultados del análisis de agua subterránea para radioactividad alfa.



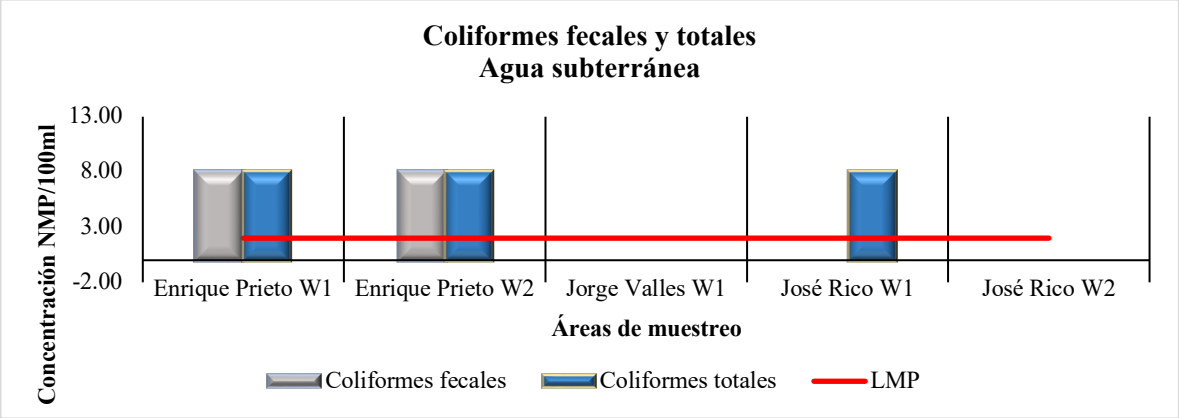
Gráfica IV. 6. Resultados del análisis de agua subterránea para radioactividad beta.

❖ Características bacteriológicas

Coliformes fecales. Con el término de coliformes fecales se designan principalmente a los grupos de bacterias *Escherichia spp.* y *Klebsiella spp.* Indicadoras por excelencia de contaminación fecal del agua por heces de origen humano principalmente; al considerarse este punto de monitoreo como agua subterránea es difícil que arroje un resultado mayor al límite de referencia.

Coliformes totales. Los coliformes totales pertenecen en forma general bacterias de los géneros Escherichia, Enterobacter, Citrobacter y Klebsiella. La mayoría de estos organismos se encuentran en vida libre, es decir, en el medio ambiente y en materia de descomposición, excepto el género *Escherichia*, que vive solo en organismos como el hombre y animales de sangre caliente. El grupo de los microorganismos coliformes es el más ampliamente utilizado en la microbiología de los alimentos como indicador de prácticas higiénicas inadecuadas. Cabe mencionar que los análisis de calidad efectuados son sin algún tratamiento previo al agua.

En la siguiente tabla y gráfica se muestran los resultados de los parámetros de coliformes fecales y totales, se puede observar que en el pozo Enrique Prieto W1, Enrique Prieto W2 y pozo José Rico W1 pasa el LMP para estos dos parámetros obteniendo valores de 8 NMP/100 ml de coliformes totales y de coliformes fecales y 8 NMP/100 ml.



Gráfica IV. 7. Resultados del análisis de agua subterránea para coliformes fecales y totales.

Los parámetros que se muestran en la siguiente tabla fueron muestreados solo en aguas subterráneas y como se puede observar todos ellos salen como no detectados, lo que significa que no son contaminantes al medio ambiente.

Tabla IV. 48. Parámetros para muestras de aguas subterráneas 1

Parámetros para muestras de aguas subterráneas 1						
PARAMETRO	**Unidades**	**Enrique Prieto W1**	**Enrique Prieto W2**	**Jorge Valles W1**	**José Rico W1**	**José Rico W2**
Plata	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND
Berilio	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND
Cobalto	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND
Estaño	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND
Talio	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND
Cianuros libres	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND
Cianuros disociables en ácido débil (WAD)	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND
Demanda Química de Oxígeno (DQO) total	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND
Sólidos suspendidos volátiles	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND
Alcalinidad a la fenolftaleina	mg/L CaCO3	ND	ND	ND	ND	ND
Heptacloro	µg/L	ND	ND	ND	ND	ND
DDD (4,4-DDD)	µg/L	ND	ND	ND	ND	ND
DDE (4,4-DDE)	µg/L	ND	ND	ND	ND	ND
Bromodiclorometano	µg/L	ND	ND	ND	ND	ND
Bromoformo	µg/L	ND	ND	ND	ND	ND
Clorodibromometano (124-48-1)	µg/L	ND	ND	ND	ND	ND
Bromoformo	µg/L	ND	ND	ND	ND	ND
Clorodibromometano	µg/L	ND	ND	ND	ND	ND
Cloroformo	µg/L	ND	ND	ND	ND	ND
m+p-Xileno	µg/L	ND	ND	ND	ND	ND
o-Xileno	µg/L	ND	ND	ND	ND	ND
Grasas y aceites	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND
Olor	Umbral	No Observado	No Observado	No Observado	No Observado	No Observado
Antimonio	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND

De igual manera, en las zonas de agua subterránea fueron muestreados los siguientes parámetros, es importante mencionar que estos parámetros no están indicados en la NOM-127-SSA1-1994; sin embargo, para fin de obtener resultados para una línea base son indispensables.

Tabla IV. 49. Parámetros para muestras de aguas subterráneas 2

Parámetros para muestras de aguas subterráneas 2						
Parámetro	**Unidades**	**Enrique Prieto W1**	**Enrique Prieto W2**	**Jorge Valles W1**	**José Rico W1**	**José Rico W2**
Potasio	mg/L	3.85	5.38	8.88	3.79	5.6
Molibdeno	mg/L	0	0	0.01	0.11	0.02
Selenio	mg/L	0	0.01	0	0.01	ND
Turbiedad	UNT	>10	0.35	0.3	ND	ND
Zinc	mg/L	0.06	0.02	0.01	0.01	0.02
Litio	mg/L	0.05	0.03	0.11	0.02	0.07
Estroncio	mg/L	0.72	0.73	1.85	0.32	2.93
Sólidos sedimentables	mL/L	1.5	ND	ND	ND	ND
Vanadio	mg/L	0.02	0.02	0.01	0	ND
Huevos de helminto	HH/L	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Sólidos suspendidos totales	mg/L	16.8	ND	ND	ND	ND
Alcalinidad total	mg/L CaCO3	ND	265.5	244	180.6	201
Bicarbonatos	mg/L CaCO3	255.9	265.5	244	180.6	201
Carbonatos	mg/L CaCO3	0	0	0	0	0
Hidroxilos	mg/L CaCO3	0	0	0	0	0
Nitrógeno Total Kjeldhhal	mg/L	0.26	0.47	0.23	0.23	0.25
Fósforo total	mg/L	0.07	0.07	0.04	0.06	0.05
Fosfatos totales	mg/L	0.22	0.2	0.13	0.17	0.14
Sílice coloidal	mg/L	2.83	4.54	9.46	5.78	3.42
Sílice total	mg/L	42.05	38.51	37.78	51.52	44.75
Sílice reactiva	mg/L	39.21	33.96	28.3	45.72	41.31
Silicio total	mg/L	19.65	18	17.65	24.07	20.91

El impacto potencial que puede ocasionar la minería depende de las características del yacimiento y de la magnitud de las operaciones, lo cual conlleva consideraciones sobre tipo de las metodologías mineras, equipos y gestión ambiental que se lleven a cabo. Los efectos nocivos que puede generar la industria minera sobre el ambiente pueden traducirse en la pérdida de vegetación, así como emisiones de cargas contaminantes al aire, agua y suelo.

Si bien, la más importante preocupación de la población respecto a la minería es la contaminación física, es importante saber que no todas las actividades mineras traen consigo efectos nocivos para la salud, la vida o los ecosistemas. Como respuesta a estas acciones los Organismos internacionales, así como organismos locales, han establecido rangos de valores límite máximo permisibles para los agentes materiales, sustancias químicas y metales asociados a la actividad minera. Estos límites son los que indican en qué medida de concentración o exposición resultan nocivos para el ecosistema.

Uno de los mayores riesgos para la industria minera es el derrame de sustancias a los cuerpos de agua. Las presas de jales pueden constituir fuentes de sedimentos, metales, productos químicos usados en el procesamiento de menas, y de agua ácida (DAM) sobre corrientes de agua y sobre la tierra (por filtración o por derrumbes de los depósitos o de las paredes de la presa).

En las presas más grandes, el colapso y escape incontrolado de jales puede ocasionar graves consecuencias sobre la seguridad pública, el medio ambiente, el propietario y el operador. Los combustibles y sustancias químicas usados en las actividades mineras suelen ser de naturaleza peligrosa, y pueden ser tóxicos para los seres humanos, animales y plantas. La mayoría de ellos son también de uso común en otras industrias, por ello

su manipulación, procedimientos de transporte y atención de emergencias es un tema conocido y manejado por un buen número de especialistas.

La minería usa un número pequeño de sustancias químicas la cual dependerá del tipo de minerales y equipo para beneficiar, pero lo hace en grandes cantidades. Es el caso del cianuro, ácido sulfúrico, cal, hipoclorito de sodio, etc. Los riesgos asociados son bien conocidos. Las prácticas seguras en su almacenamiento, manipulación y transporte evitan accidentes. Sin embargo, la negligencia o situaciones eventuales son causa de accidentes. Sin embargo, para el caso particular del proyecto, la promovente cuenta con un sistema de estándares de sostenibilidad (SMS) los cuales limita la ocurrencia de situaciones extraordinarias y que puedan poner en riesgo la salud o bien el medio ambiente.

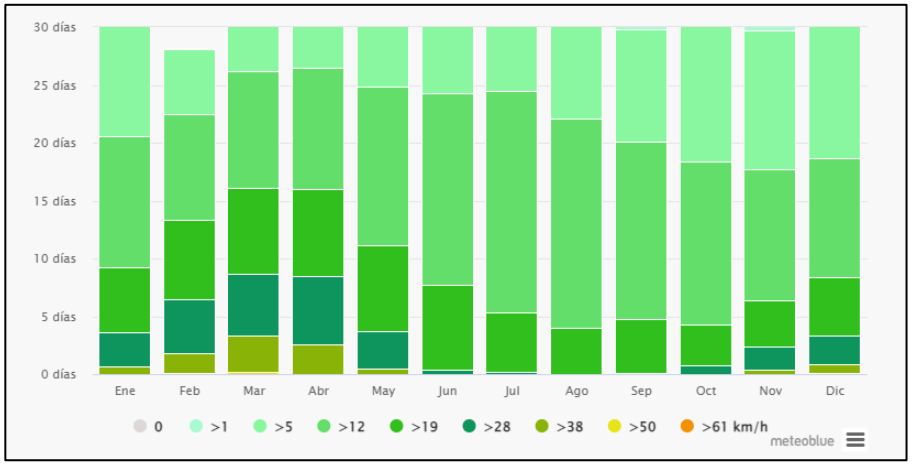
En el **Anexo IV.3** se presenta el Estudio de caracterización hidrogeológica en en entorno del proyecto minero Cordero.

IV.3.1.9 Aire

IV.3.1.9.1 Velocidad y dirección del viento

La velocidad y dirección del ciento son factores de gran importancia, sin embargo, es necesario contar con elementos históricos para tener una evaluación adecuada y contemplar las repeticiones o frecuencias relativas al viento, para ello fue necesario considerar los diagramas climáticos de meteoblue[8] se basan en 30 años de simulaciones de modelos meteorológicos por hora y están disponibles para todos los lugares de la Tierra. Ofrecen buenas indicaciones de los patrones climáticos típicos y de las condiciones esperadas (temperatura, precipitación, insolación y viento). Los datos meteorológicos simulados tienen una resolución espacial de aproximadamente 30 km.

La velocidad del viento es un punto de relevancia, pues de ello dependerá la dispersión de polvos, nubes tóxicas (solo en evento extraordinario), visibilidad entre otros. Con la identificación de la velocidad del viento, tenemos que las ráfagas más fuertes se presentan en los meses de marzo a abril, pero que suelen ser inferiores a los 10 días con una aceleración superior a 28 hasta los 50 km y que rara vez suele superar este límite. Para un rango de brisa y suabes se cuenta con una gran cantidad de día, a los que se les consideraría los días con mayor calma entre los meses de agosto a octubre mientras que el resto contempla al menos 20 días en esta escala con excepción de los meses de febrero marzo y abril, que son épocas en que existen ráfagas de viento significantes, por último, tenemos el rango de vientos moderados, que rondan los 8 días al mes.

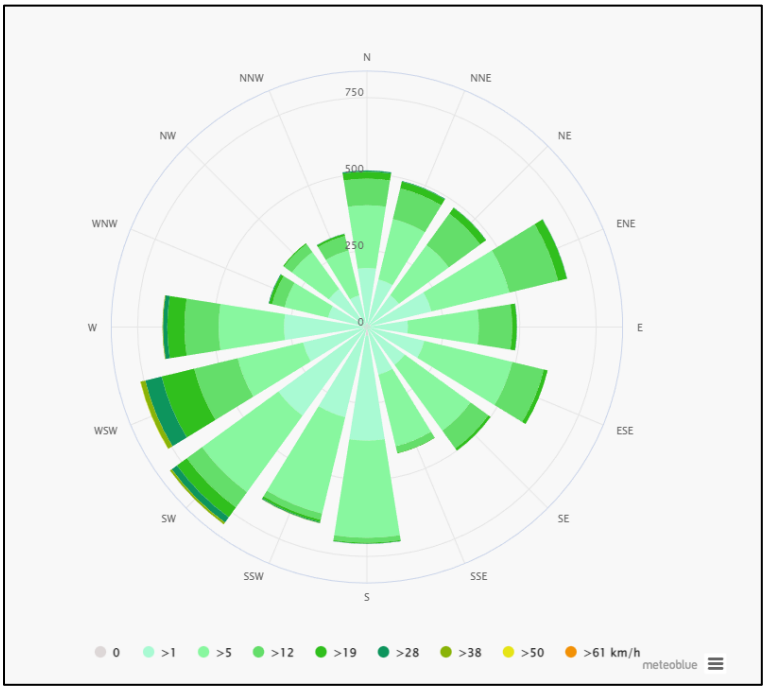


Gráfica IV. 8. Velocidad del viento.

La rosa de los vientos, nos muestra el número de horas al año que el viento sopla en la dirección indicada. Para el caso precisó del proyecto, tenemos que en su mayoría los vientos dominantes se dirigen hacia el suroeste

[8] https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/la-luz_m%c3%a9xico_3975207

(sw), pero con una marcada frecuencia entre el oeste (w) y sur (s), pero también se cuenta con una frecuencia regular, aunque de menor intensidad entre el sureste (se) y el norte (n). El régimen del viento suele ser débil o poco representativo del nornoroeste (wnw) al nornoreste (nnw) siendo las direcciones más bajas, a las que se puede incluir el sursureste (sse) en sentido contrario a las anteriores.



Gráfica IV. 9. Rosa de los vientos.

Visto lo anterior, recae la importancia de conocer diferentes factores y tomarlas mejores decisiones siendo primordial analizar:

1. PST, PM10 y PM2.5
2. Nubes tóxicas por generación de cianuro de sodio (operación extraordinaria)
3. Cambio climático

Para el primero, tenemos que el trasiego de materiales, uso de caminos sin pavimentar, emisiones fijas y móviles tenderán a dirigirse hacia un punto en particular, esto determinado por los vientos dominantes, a lo cual se deberán de buscar acciones que minimicen los impactos ambientales como riego de caminos, supresores de polvo, barreras rompe viento, equipos eficientes entre otros. De momento es difícil estimar la cantidad de material que será generado por el proyecto. Sin embargo, actualmente se cuenta con monitoreos dentro del SAR para partículas sólidas totales, PM_{10} y $PM_{2.5}$ en donde ninguno de los parámetros supera los límites máximos permisibles con la actual actividad de exploración, paso vehicular y campamentos, por lo que se pudiera atribuir a un estado tendiente al natural o "cero". A continuación, se presentan los valores obtenidos en dicho análisis, dentro del **Anexo IV.4** se presentan los resultados del muestreo realizado

Tabla IV. 50 Monitoreo perimetral de PST - PM10 y PM2.5

Referencia	Parámetro	Resultados g/m3				LMP (g/m3)
		Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	
Nom-025-SSA1-2014	PST	6.86	7.44	8.15	6.26	210
Nom-025-SSA1-2014	PM 10	2.24	1.57	2.47	2.4	75
Nom-025-SSA1-2015	PM 2.5	0.55	0.52	0.7	0.28	45
Fecha de muestreo	27/12/2022					

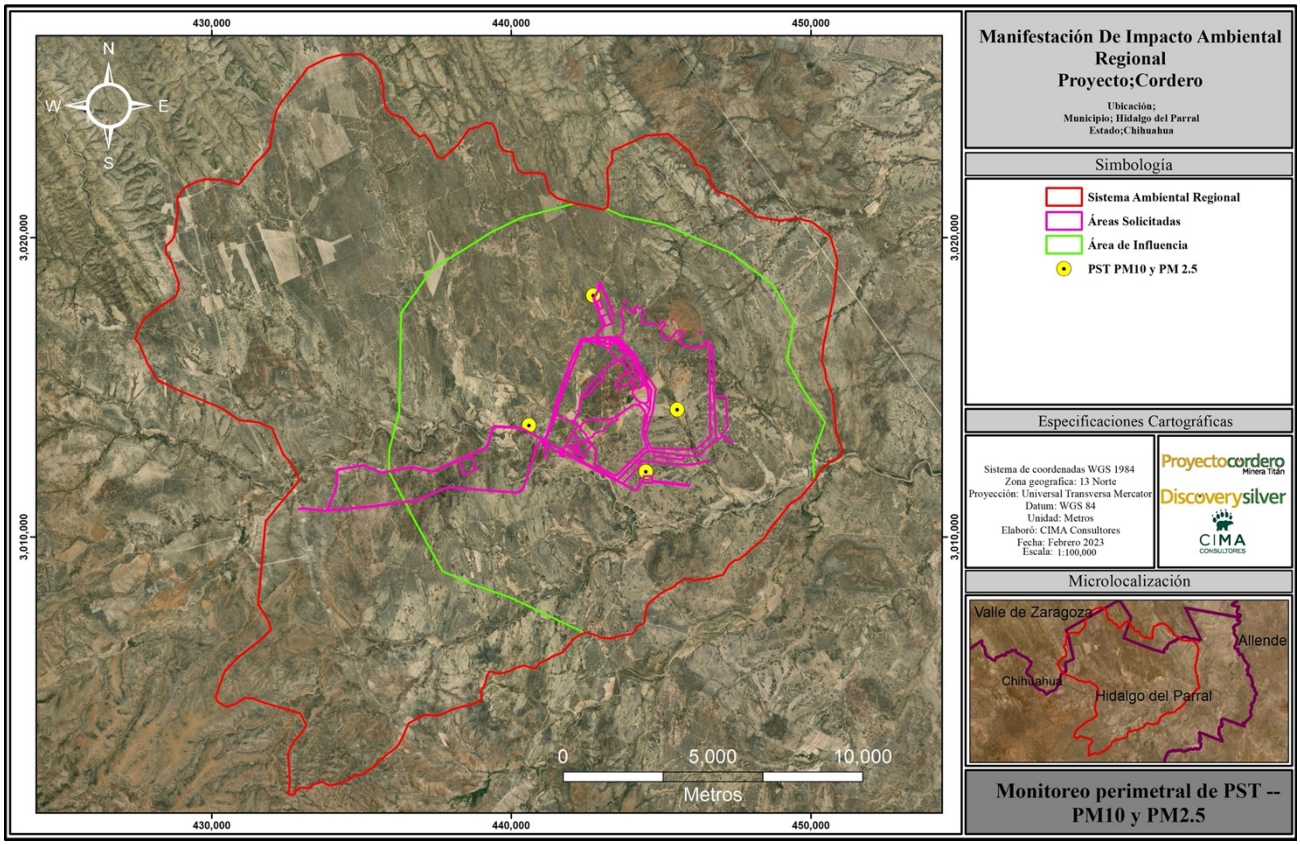
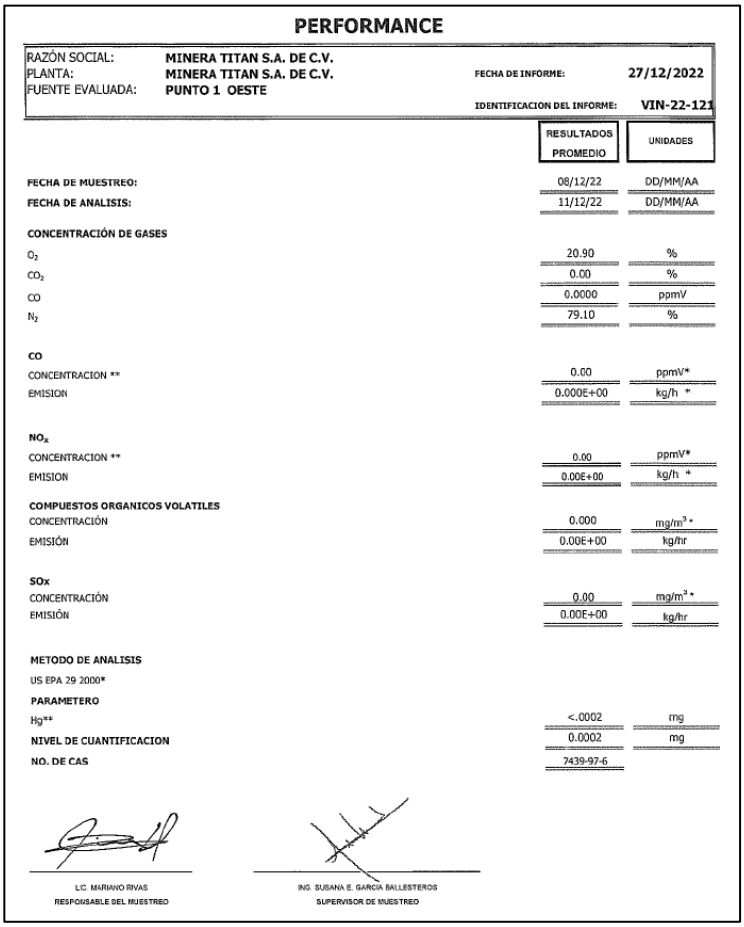


Figura IV. 51 Ubicación del monitoreo perimetral de PST - PM10 y PM2.5

Con la puesta en marcha del proyecto, se contempla un incremento del material particulado, sin embargo, no se espera superar los límites máximos permisibles de ningún atributo, para ellos se implementarán diferentes medidas de mitigación, así como el monitoreo perimetral incluidas las fuentes fijas o actividades específicas a fin de ratificar las buenas prácticas ambientales que llevar a cabo el promovente.

En 2022 la promovente realizó la medición de PST, PM10, PM2.5, Plomo (Pb), Compuestos orgánicos Volátiles (COV), Óxidos de Nitrógeno (NOx), Óxidos de azufre (SOx) y Mercurio (Hg). Esto tomando como referencia los indicadores de sostenibilidad para minería SASB. La promovente continuará monitoreo toda esta gama de parámetros durante las diferentes etapas del proyecto Cordero. Los análisis y muestreos fueron realizados por un laboratorio acreditado para tal fin.



PERFORMANCE

RAZÓN SOCIAL:	MINERA TITAN S.A. DE C.V.	FECHA DE INFORME:	27/12/2022
PLANTA:	MINERA TITAN S.A. DE C.V.		
FUENTE EVALUADA:	PUNTO 1 OESTE	IDENTIFICACION DEL INFORME:	VIN-22-121

	RESULTADOS PROMEDIO	UNIDADES
FECHA DE MUESTREO:	08/12/22	DD/MM/AA
FECHA DE ANALISIS:	11/12/22	DD/MM/AA
CONCENTRACIÓN DE GASES		
O_2	20.90	%
CO_2	0.00	%
CO	0.0000	ppmV
N_2	79.10	%
CO		
CONCENTRACION **	0.00	ppmV*
EMISION	0.000E+00	kg/h *
NO_x		
CONCENTRACION **	0.00	ppmV*
EMISION	0.00E+00	kg/h *
COMPUESTOS ORGANICOS VOLATILES		
CONCENTRACIÓN	0.000	mg/m^3 *
EMISIÓN	0.00E+00	kg/hr
SOx		
CONCENTRACIÓN	0.00	mg/m^3 *
EMISIÓN	0.00E+00	kg/hr
METODO DE ANALISIS		
US EPA 29 2000*		
PARAMETERO		
Hg**	<.0002	mg
NIVEL DE CUANTIFICACION	0.0002	mg
NO. DE CAS	7439-97-6	

LIC. MARIANO RIVAS
RESPONSABLE DEL MUESTREO

ING. SUSANA E. GARCIA BALLESTEROS
SUPERVISOR DE MUESTREO

Figura IV. 52 Evidencia del monitoreo llevado a cabo en el año 2022

Para el punto 2, referente a la generación de nubes tóxicas por el uso de cianuro que pueda presentarse única y exclusivamente en una serie de eventos desafortunados o extraordinarios a la operación, para ello se deberá de considerar los vientos dominantes, dado a que juegan un papel importante, pues es sobre estas áreas donde se buscará evitar los equipos de emergencia, salidas u otras que puedan representar un riesgo en caso de presentarse esta situación adversa, que, si bien es sabido que la dirección de los vientos es cambiante, por lo general tienden a ser marcados en 2 direcciones dependiendo de la estacionalidad del año y colocar en un área diferente los equipos auxiliares para su combate, paros de emergencia, equipo de comunicación y de primeros auxilios, que como bien se observó en secciones anteriores los vientos con menor dominancia son los nornoroeste (wnw) hasta los nornoreste (nnw) y el sursureste (sse). Para estimar el alcance del mismo se realizó una modelación con un software especializado, dentro del **Anexo IV.5** se presenta la corrida del programa y su alcance.

Así mismo, para el ámbito poblacional es importante detectar aquellas que se localicen principalmente en este sentido, a fin de tener un oportuno aviso y evacuar a la brevedad, si bien no se espera este tipo de generación, el almacenamiento del cianuro, es considerado una actividad altamente peligrosa para lo cual se establecen modelación de riesgo, así como un programa específico en el cual se atiendan las medidas de mitigación y prevención dentro de un **Estudio de Riesgo Ambiental** (ERA) y **un Programa parala Prevención de Accidentes** (PPA).

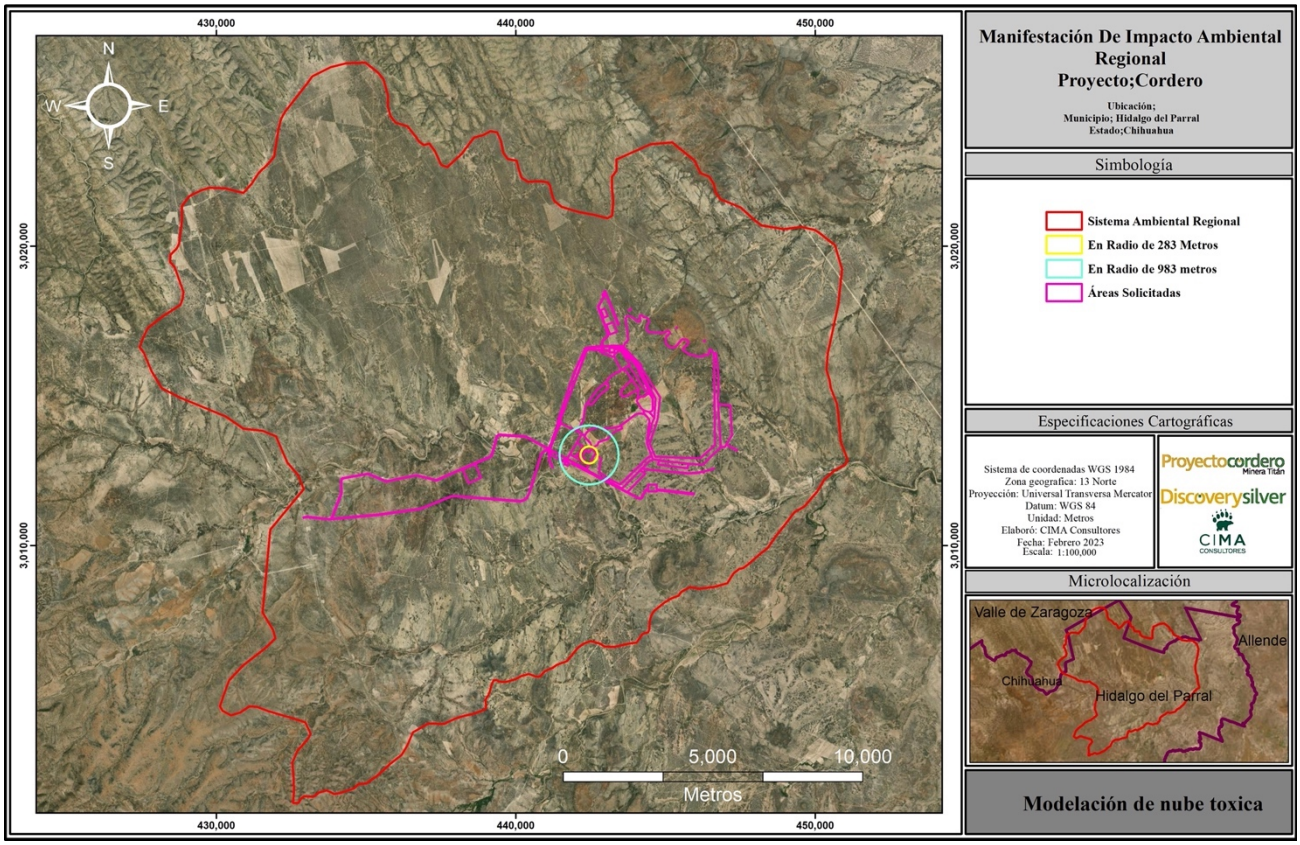


Figura IV. 53 Modelación de riesgo en todas las direcciones del viento

IV.3.1.9.2 Ruido

El ruido ambiental se considera un agente contaminante del mundo moderno, al igual que otros agentes de contaminantes, produce efectos negativos en los seres vivos.

El daño que produce depende de la exposición, la magnitud y de la frecuencia al que se está expuesto provocando desplazamientos temporales del umbral de audición que pueden llegar a ser permanentes. Por ello, resulta necesario establecer los límites máximos permisibles de emisión de este contaminante. Para ello tenemos a la NOM-081-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

De acuerdo a SEMARNAT, zona crítica son las áreas aledañas a la parte exterior de la colindancia del predio de la fuente fija donde ésta produce las mayores emisiones de energía acústica en forma de ruido. Se indican como ZC. Se realizó muestreo para identificar zonas críticas en el predio Cordero (Gamatek, 2022).

Tabla IV. 51 Límites permisibles de ruido

LMP dB 6 a 22 hrs	LMP dB 22 a 6 hrs
68	65

Visto lo anterior, para poder determinar si el proyecto se encuentra dentro o no dentro de los límites máximos permisibles, es necesario realizar diferentes muestreos para determinar el ruido. Actualmente tenemos que únicamente se encuentra realizando actividades de exploración así como la instalación de un campamento con algunas áreas de trabajo propias de la exploración, cabe mencionar que la promovente realizo 2 monitoreos perimetrales en diferentes lugares, el primero consistió en la realización de 37 puntos, donde únicamente uno de ellos rebasó el límite, cabe mencionar que la actividad realizada era de manera temporal y de manera puntual, mientras que el resto se ubican por debajo de los LMP, este monitoreo fue realizado el año 2022.

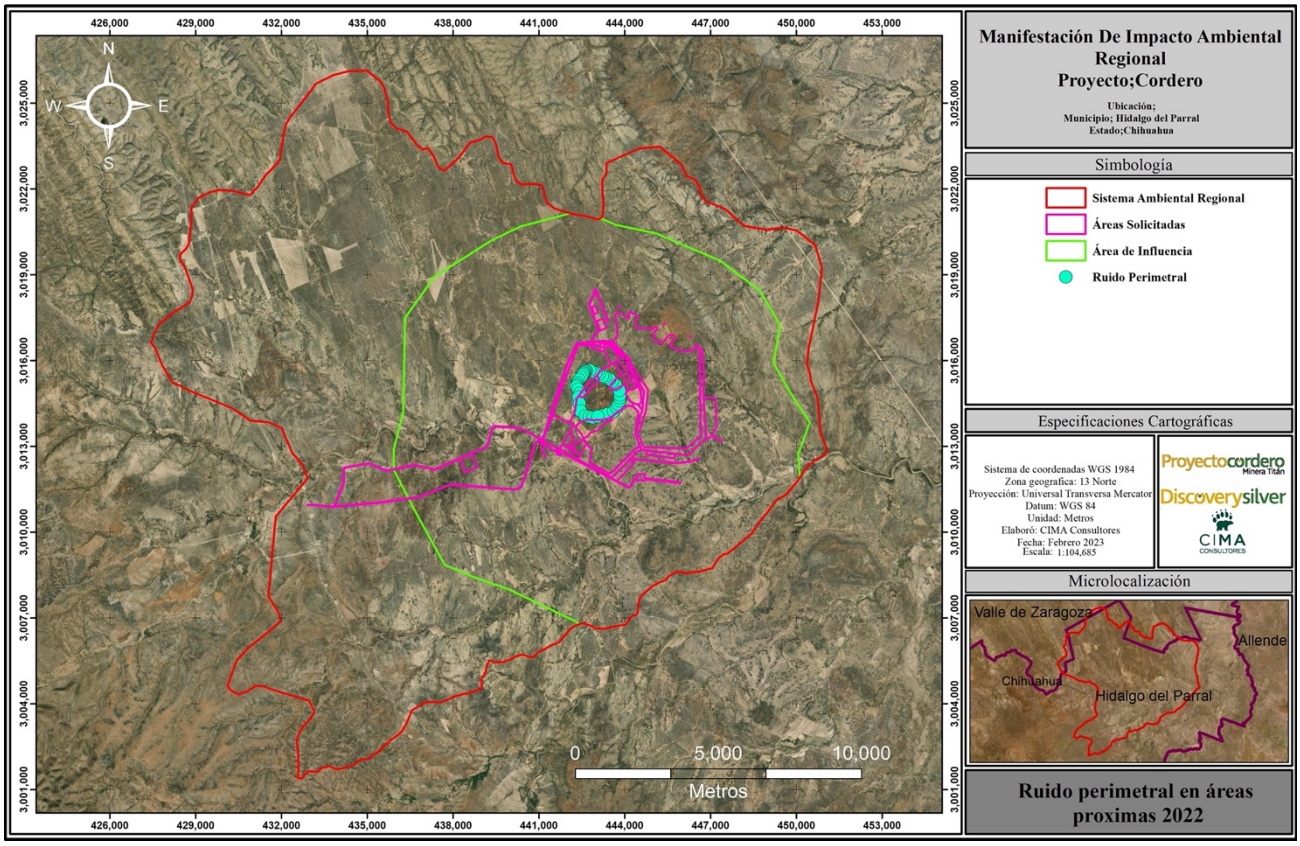


Figura IV. 54 Evaluación del ruido perimetral 2022

Como un seguimiento ambiental, el promovente realizado un segundo análisis para el presente año (2023), donde se evaluaron 19 sitios, en esta ocasión a una distancia superior, sin embargo, ninguno de ellos logró rebasar los LMP, siendo el mayor 31.2 dB. Los muestreos realizados se adjuntan dentro del **Anexo IV. 6**.

De momento es difícil evaluar la intensidad del ruido que generará la puesta del proyecto, a lo que se supone que será mayor que en estas evaluaciones preliminares, puesto que en ellas solo se contemplas actividades propias de la barrenación así como un campamento, mientras que en la explotación, en específico la actividad de molienda y trituración suelen ser las de mayor ruido, siendo las áreas de oportunidad donde deberán de encaminar esfuerzos para disminuir el ruido, así mismo la maquinaria pesada deberá de someterse mantenimientos periodos. Cabe mencionar que dentro de la sección de "Delimitación y justificación del área de influencia del proyecto" se abarco el tema del ruido, empleando factores de emisión de diferentes equipos comúnmente empleados en las diferentes unidades mineras y el alcance del ruido dentro del AI, puesto que más allá de los limites demarcados el ruido posible a producir en la unidad minera no será perceptible.

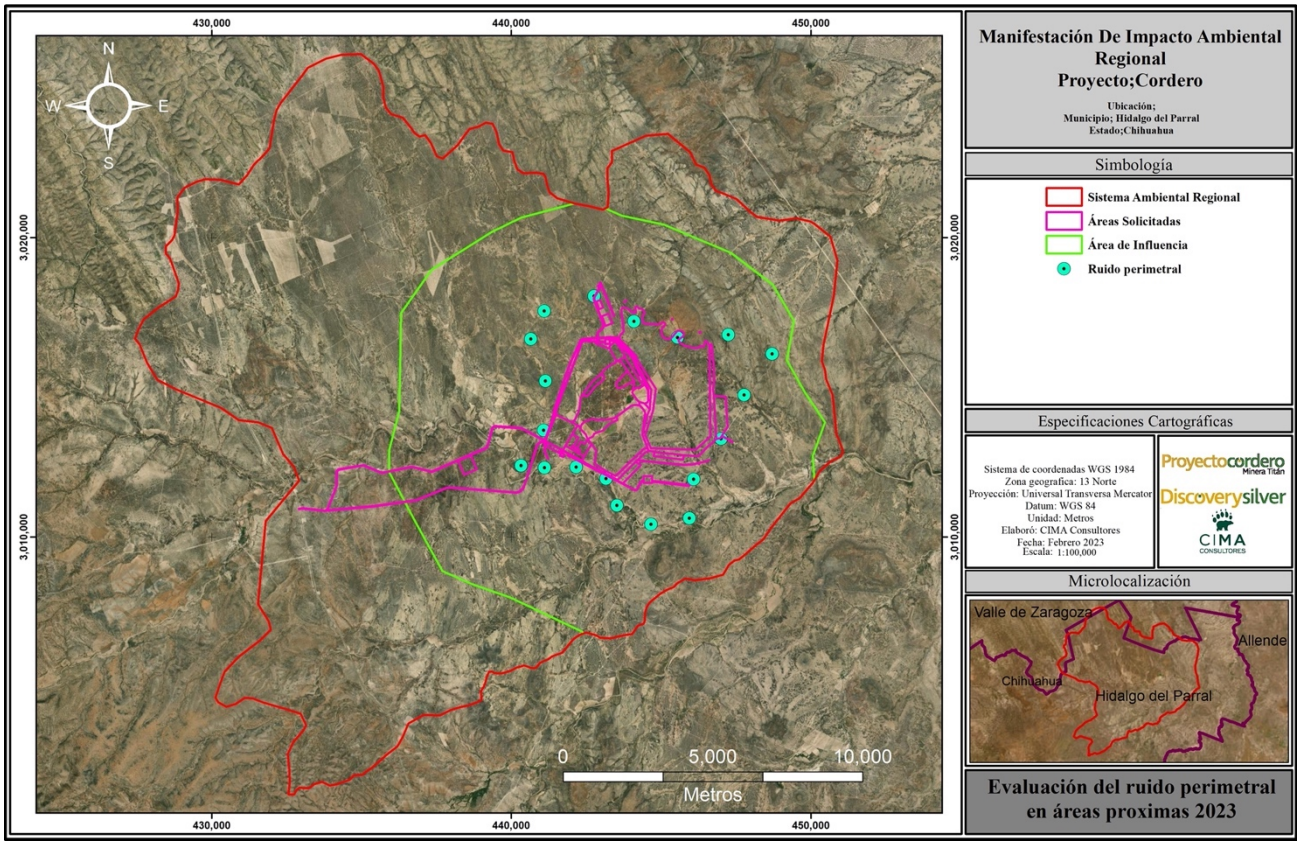


Figura IV. 55 Evaluación del ruido perimetral 2023

IV.3.1.9.3 Cambio climático

La generación de gases de efecto invernadero, tal como el CO2, es inherente a las actividades económicas y humanas, por lo cual, el poder llevar un control de la cantidad de CO2 que conlleva el proyecto durante todas sus etapas y sobre todo durante la operación, es un indicador que puede ser comparado con otros proyectos de la misma índole o con el mismo durante el tiempo para generar estrategias de disminución de este gas de efecto invernadero.

La promovente realizó un Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero con el propósito de estimar las emisiones que se producirán durante la vida útil del proyecto y realizaron para todas etapas del Proyecto Cordero. Este inventario fue realizado con base en las guías del Panel Internacional de Cambio Climático (IPCC, 2016 y 2019) y de la Corporación Financiera Internacional (IFC, 2012). Los cálculos fueron realizados para las emisiones alcance 1 -emisiones directas de las instalaciones y alcance 2- emisiones indirectas asociadas con la producción externa de energía utilizada por el proyecto (GHG Inventario de emisiones).

Por lo anterior, como indicador se cuenta con un valor de línea base de Toneladas de CO2, y un estimado para cada año durante el desarrollo del Proyecto, así como su acumulado. Mediante este diagnóstico se desprenden una serie de acciones sugeridas en el documento de inventario de emisiones gases de efecto invernadero para reducir sus emisiones. Con base a ello, se plantea como una mediada de mitigación en el capítulo VI.

Dadas las sugerencias sobre las medidas de mitigación a implementa, que l principal objeto es reducir las emisiones de CO_2, entre las que se destacan uso de diésel con mezclas de biodiesel (10%), uso de energía renovable y uso de equipo de acarreo de alta tecnología con consumo eficiente de combustibles (reducción de 2 a 3% de combustible y subsecuentes emisiones comparado con motores de generación anterior).

Aunque el indicador en general consiste en reducir las emisiones de Toneladas de CO2 durante la vida útil del proyecto, para ello se plantan las siguientes medidas de mitigación específicas, mimas que son plantadas en el documento (GHG Inventario de emisiones)

1. Emisiones estándar de motores a Diesel no móviles. Requerir que la flota de construcción y minería cumpla con los estándares de emisiones vehiculares más estrictos disponibles
2. Inspección y mantenimiento regular de equipos diésel no viales para reducir el consumo de combustible y las emisiones de GEI asociadas.
3. Uso de combustibles, aditivos, catalizadores y oxidantes bajos en carbono comercialmente disponibles para aumentar la eficiencia de combustión de los motores diésel.
4. Uso de energía renovable para disminuir las emisiones de GEI. Se sugiere un análisis para evaluar el potencial uso de energías renovables (como la energía eólica o solar) para la generación de energía en el sitio.
5. Limitar el ralentí del vehículo y equipo mediante la implementación de un procedimiento escrito anti-ralentí para minimizar el ralentí innecesario y las emisiones asociadas.

El ralentí se refiere al funcionamiento del motor de un vehículo o equipo mientras está en punto muerto y no se está moviendo. Durante el ralentí, el motor sigue funcionando para mantener los sistemas eléctricos y mecánicos del vehículo o equipo en funcionamiento, lo que puede consumir combustible y generar emisiones de gases de escape, incluidos los gases de efecto invernadero (GEI). Limitar el ralentí innecesario es una medida recomendada para reducir las emisiones de GEI asociadas con la operación de vehículos y equipos.

Por otro lado, y de acuerdo con el Instituto de Recursos Mundiales (WRI) y el consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sustentable (WBCSD 2005), un inventario de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) es una lista de cuantificación de emisiones de GEI y de las fuentes de emisión correspondientes a una organización determinada.

Con base en la definición de un inventario de emisiones de GEI, se tendrá que poner atención en dos tipos de listados:

1. Fuentes de emisiones de GEI directas e indirectas.
2. Cuantificación de dichas emisiones de GEI.

Además, es importante indicar que un inventario de emisiones de GEI, entregable a un usuario (ej. dueño de una organización o la Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental de la SEMARNAT), es un reporte que generalmente cubre un año.

Los gases o compuestos de efecto invernadero a reportar son: el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso, el carbono negro u hollín, gases fluorados, hexafluoruro de azufre, trifluoruro de nitrógeno, éteres halogenados, halocarbonos, mezclas de estos gases y otros gases identificadas por el IPCC y designados por la SEMARNAT.

La promovente, a través de una consultoría de ingeniería (Ausenco) elaboró un inventario de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en el cual se estima el total de toneladas equivalentes de dióxido de carbono (CO_2) el cual se incluye en el **Anexo II.15**., así mismo estimo la generación de GEI estimados a generar durante la vida útil del proyecto, los resultados por año fueron desglosados dentro del capítulo II, sin embargo se considera importante presentar el compendio de las emisiones GEI en este apartado y que la autoridad pueda considerar el rubro de cambio climático dentro del presente estudio.

Tabla IV. 52 Resumen de emisiones de GEI por su vida útil.

Resumen de emisiones de GEI por su vida útil.	
Tipo	**Total**
Construcción: Cambio de uso de suelo	
Emisiones de GEI (toneladas CO2e) inferior	41,437
Emisiones de GEI (toneladas CO2e) promedio	44,616
Emisiones de GEI (toneladas CO2e) superior	47,796
Construcción: Equipos no viales	
Emisiones de GEI (toneladas CO2e) inferior	33,937

Emisiones de GEI (toneladas CO2e) promedio	36,316
Emisiones de GEI (toneladas CO2e) superior	43,435
Operación: Consumo de electricidad	
Emisiones de GEI (ton CO2e) inferior	2,055,025
Emisiones de GEI (ton CO2e) promedio	2,153,932
Emisiones de GEI (toneladas CO2e) superior	2,274,893
Operación: Equipos no viales	
Emisiones de GEI (ton CO2e) inferior	1,595,422
Emisiones de GEI (ton CO2e) promedio	1,707,277
GHG Emissions (ton CO2e) - superior	2,041,928
Operación: Vehículos de carretera	
Emisiones de GEI (ton CO2e) inferior	403,346
Emisiones de GEI (ton CO2e) promedio	415,798
GHG Emissions (ton CO2e) - superior	432,395
Cierre/postcierre: equipos de movilidad restringida	
Emisiones de GEI (ton CO2e) inferior	7,213
Emisiones de GEI (ton CO2e) promedio	7,719
GHG Emissions (ton CO2e) - superior	9,232
Cierre/postcierre: consumo de energía eléctrica	
Emisiones de GEI (ton CO2e) inferior	11,439
Emisiones de GEI (ton CO2e) promedio	11,990
GHG Emissions (ton CO2e) - superior	12,663
Resumen general	
GEI total del Proyecto (ton de CO2e - Inferior	**4,144,701**
GEI total del Proyecto (ton de CO2e - Promedio	**4,374,278**
GEI total del Proyecto (ton de CO2e - Superior	**4,858,718**

De manera general tenemos que, invariablemente la actividad minera y lo referido en el presente proyecto, traerán cambio en cuanto la climatología, puesto que las GEI contribuyen a acelerar el cambio climático, sin embargo la región no es sensible a estos cambios y las emisiones estimadas son acorde a las necesidades de la promovente, aunado a lo anterior se proponen diferentes medidas encaminadas a reducir este tipo de emisiones, lo cual da viabilidad a ser desarrollado siempre y cuando se realicen las medidas de mitigación y prevención estipuladas, así como todas aquellas de control.

IV.3.2 Medio biótico.

IV.3.2.1 Flora

La comunidad biológica, que compone un ecosistema, es fundamental para el funcionamiento de dicho sistema, dada la estructura y riqueza biológica que proveen a dichos sistemas ecológicos, para el caso del Sistema Ambiental Regional (SAR) Cordero es la vegetación semidesértica, propia de esta parte del centro – sur del estado de Chihuahua, siendo la flora y fauna los componentes más visibles e importantes de esta región. También se tienen factores abióticos (factores no vivos o biotopo) que se relacionan con los factores vivos para mantener el ecosistema equilibrado y dinámico, como el que se tiene en este Sistema Ambiental Regional Cordero, ubicado en el municipio de Hidalgo del Parral, Chihuahua, México.

En este apartado, se reconoce a la flora y fauna como los factores básicos de la biodiversidad, que deben ser considerados para la preservación del potencial biótico y que resultan primordiales en todo estudio de biodiversidad y también como en el caso que nos ocupa de esta Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) modalidad Regional.



Fotografía IV. 4. El sistema ambiental regional Cordero, se halla inmerso en buena parte en terrenos con matorral desértico, en la imagen se pueden observar características propias de esta condición ambiental

Para fines prácticos, se hace el análisis de los componentes de la vegetación (flora silvestre) y de la fauna silvestre del Sistema Ambiental Regional (SAR), en apartados diferentes, dichos análisis reconocen las características, atributos ecológicos, papel y función que tienen dichos elementos en los ecosistemas presentes, y la relación que guardan en cuanto a posible cambio del uso del suelo y las actividades que llegase a contemplar el proyecto Cordero.



Fotografía IV. 5. En esta localidad de Cordero, se tiene buena diversidad florística y el agrito espinoso (*Berberis trifoliolata*) es una de las especies de plantas que pueden encontrarse aquí

a). Vegetación

México como País, tiene una amplia riqueza biológica, que lo ubica como un lugar megadiverso, esto se debe a su estratégica posición geográfica, lo que le confiere una amplia variedad de ecosistemas, de climas, topografía, diversos paisajes y variada geografía, lo que ha propiciado que se tenga presente un número importante de especies de plantas y animales, principalmente.

Así tenemos, que los sistemas vegetales privilegiando su flora, representan un ejemplo de la gran variedad biológica, esto en conjunto con los ecosistemas en donde se desarrollan, representan un aspecto propio de los diferentes tipos de vegetación que se tienen en México.



Fotografía IV. 6. En el SAR Cordero, los matorrales desérticos tienen presencia importante de arbustos espinosos, arbustos inermes (sin espinas) y hierbas

Vegetación y matorrales desérticos del centro - sur del Estado de Chihuahua.- La variedad florística que se presenta en esta región del municipio de Hidalgo del Parral, Chihuahua es buena, lo anterior como resultado de la riqueza propia del sistema natural en donde se encuentra y además derivado de los cambios en donde ha incidido el manejo de recursos que ha hecho el ser humano. Esta riqueza florística considera una cantidad aceptable de especies de plantas, lo cual ayuda a mantener y balancear los ecosistemas de Cordero.

IV.3.2.1.1 Características y tipos de vegetación y asociaciones vegetales del sistema ambiental regional Cordero

La información acerca de la flora silvestre y vegetación presente en el SAR, se genera de los datos disponibles sobre tipos de vegetación (uso actual) de la región, de acuerdo al INEGI (2003) y principalmente de la serie VII del mismo INEGI del año 2021, así como de los análisis forestales realizados. Adicionalmente, de la información resultante de los análisis aplicados y de lo recabado en visitas realizadas al SAR, también se consultó y verificó la información que contiene datos de la flora de esta región, como es la flora del centro del estado de Chihuahua de Estrada-Castillón y Villarreal – Quintanilla (2010); el manual de identificación de plantas de agostadero de Chihuahua de Melgoza y colaboradores (2006); Las plantas de agostadero de Norteamérica de Stubbendieck y colaboradores (1997); los pinos y encinos de Chihuahua de Lebgue, Quintana y Soto (2015); las cactáceas de Chihuahua de Lebgue y Quintana (2013); los árboles y arbustos de Trans – Pecos de Powell (1988); y la guía de campo de flores silvestres del oeste de EE UU de Spellenberg y colaboradores (1988), entre otros documentos.

Dentro del sistema ambiental regional de Cordero, se tienen diversos tipos de vegetación, siendo los más importantes por la superficie que ocupan en el sistema ambiental y por aportar los principales elementos ecológicos, estos tipos de vegetación son:

- Matorral desértico micrófilo
- Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo
- Pastizal natural
- Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural
- Pastizal inducido
- Agricultura de temporal anual
- Agricultura de riego anual

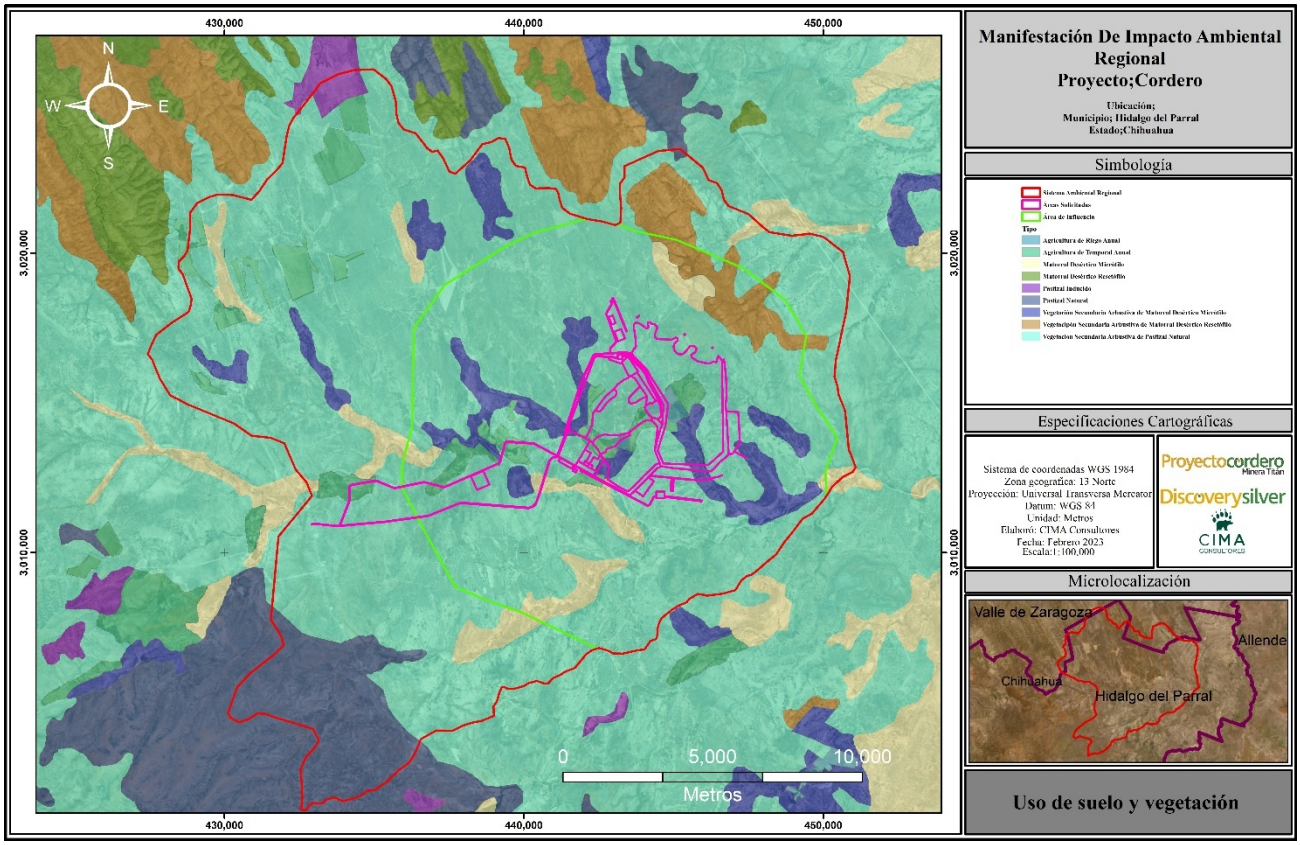


Figura IV. 56. Tipos de vegetación y uso del suelo del SAR Cordero

Los tipos de vegetación y usos del suelo, fueron establecidos a partir del análisis cartográfico del SAR, consideración de criterios de vegetación del INEGI (serie VII, 2021), después de hacer un análisis ambiental en campo, estudio de la flora presente a través de sitios de inventario forestal, análisis de parámetros ecológicos, información derivada de línea base y mediante la revisión de los diferentes ecosistemas que se tienen presentes en el sistema en cuestión. Cabe hacer mención, que la vegetación presente muestra una aceptable diversidad vegetal, sobre todo por los usos que se han hecho del terreno; en este sentido, dado que el uso ha sido entre agricultura y pecuario, se presentan algunas plantas invasoras, malezas o arvenses.

Considerando lo anterior, para fines de este estudio de Evaluación de Impacto Ambiental a través de una MIA Regional, se considera de manera genérica la vegetación del SAR Cordero como matorral desértico, dado que se tienen presentes de manera representativa, flora típica del matorral desértico de esta región del desierto chihuahuense. En este sentido, se aplican los análisis y parámetros ecológicos para la flora de este ecosistema desértico.



Fotografía IV. 7. Esta imagen, nos muestra variadas condiciones de los tipos de vegetación que se tienen en Cordero, aquí se aprecia un matorral desértico con presencia de múltiples especies de flora y en la parte superior derecha, un área con agricultura de temporal

En el área del SAR del proyecto Cordero, se reconocen variados tipos de vegetación y de uso de suelo. Estos ecosistemas se asocian a los matorrales desérticos del desierto chihuahuense. Para fines prácticos, se definen las características de estos tipos de vegetación con mayor presencia en el sistema ambiental regional en cuestión.

Tabla IV. 53. Uso de suelo y vegetación dentro del SAR

Uso de suelo y vegetación dentro del SAR			
No.	**Uso / vegetación**	**Superficie (ha)**	**%**
1	Agricultura de Riego Anual	109.32	0.32
2	Agricultura de Temporal Anual	1531.6	4.47
3	Matorral Desértico Micrófilo	1657.59	4.83
4	Pastizal Inducido	161.42	0.47
5	Pastizal Natural	2160.67	6.30
6	Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Desértico Micrófilo	2176.34	6.35
7	Vegetación Secundaria Arbustiva de Matorral Desértico Rosetófilo	1122.86	3.27
8	Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural	25376.76	73.99
Total		34,296.56	100.00

Matorral desértico micrófilo. Este tipo de vegetación, se presenta en extensiones grandes y tiene preferencia hacia terrenos llanos, con aluviones y suelos bien desarrollados, en la porción este y sur del estado de Chihuahua se presenta con gran amplitud. En general la comunidad xerófila presente se constituye de mezquite (*Prosopis glandulos* var. *torreyana*), el gatuño (*Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera*) y la gobernadora o guamis (*Larrea tridentata*), con alturas y coberturas variables, dependiendo de las características del lugar donde se ubiquen (INEGI, 2003). Cabe hacer mención, que la gobernadora en estos terrenos está presente, pero no ocupa superficies mayores.

La estructura que posee el matorral desértico micrófilo es compleja, en algunos casos está conformada por arbustos espinosos, con frecuencia de los géneros *Prosopis*, *Vachellia*, *Opuntia*, *Celtis*; en otros casos se compone de elementos inermes (sin espinas), entre los que se encuentran algunos géneros como *Larrea*, *Flourensia* y *Parthenium*, sin embargo en la mayoría de los casos, este matorral se compone de una mezcla de especies inermes y espinosas, por lo que se le llega a denominar subinerme (INEGI, 2003).

Entre las especies de vegetación, tenemos que las plantas comunes son: la gobernadora o guamis (*Larrea tridentata*); el mezquite (*Prosopis glandulosa* var. *torreyana*), el largoncillo (*Vachellia constricta*), la vara prieta (*Vachellia vernicosa*), el huizache chino (*Acacia schaffneri*), el ocotillo (*Fouquieria splendens*), el gatuño (*Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera*), el cardenche (*Cylindropuntia imbricata*), el agrito (*Rhus microphylla*), el hojasén (*Flourensia cernua*), las yucas (*Yucca faxoniana* y *Y. treculeana*), la jicamilla (*Jatropha macrorhiza*), el olivo del desierto (*Forestieria angustifolia*), el chicalote (*Argemone mexicana*), los huevos de toro (*Echinocereus rigidissimus* y *E. dasyacanthus*), los nopales (*Opuntia phaeacantha* y *O. violaceae*), la biznaga meloncillo (*Echinocactus horizonthalionus*), la vara dulce (*Aloysia gratissima*), la encinilla (*Croton potsii*), la sangre de grado (*Jathropha dioica*), el popotillo (*Ephedra trifurca*) y el zacate navajita (*Bouteloua gracilis*), entre otras plantas (INEGI, 2003).



Fotografía IV. 8. Condiciones que presenta, una de las áreas de matorral desértico micrófilo del SAR Cordero, ahí se tienen ciertos arbustos inermes (sin espinas) y algunos espinosos conformando este ecosistema

Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo. Este tipo de vegetación, de acuerdo a la serie VII de INEGI (2021), está presente en el SAR Cordero, estas condiciones vegetales son el resultado de afectaciones causadas por factores antrópicos o naturales. La estructura básica de este tipo de vegetación secundaria, está propiciada por presencia de arbustos y hierbas, que han emergido como consecuencia de la eliminación de la vegetación original, ante esta situación emergen algunas especies oportunistas como gatuños, mezquites y otras leguminosas, así como una buena variedad de hierbas compuestas y gramíneas. Este tipo de vegetación lo tenemos en espacios reducidos dentro del sistema ambiental en cuestión.

Algunas de las especies de flora, presentes en este ecosistema son: el mezquite (*Prosopis glandulosa* var. *torreyana*), el gatuño (*Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera*), la vara prieta (*Vachellia vernicosa*), la mariola (*Parthenium incanum*), el hojasén (*Flourensia cernua*), el nopal violáceo (*Opuntia macrocentra*), el ocotillo (*Fouquieria splendens*), el tepozán lanudo (*Buddleja marrubifolia*), el cardenche (*Cylindropuntia imbricata*), el tasajo (*Cylindropuntia kleiniae*), la clavelina (*Calliandra eriophylla*), la encinilla (*Croton pottsii*), la regeneradora (*Tiquilia canescens*), y la hierba del pasmo (*Baccharis pteronioides*), entre otras plantas.



Fotografía IV. 9. El mezquite (*Prosopis glandulos* var. *torreyana*), pertenece a la familia fabaceae y es una planta que en condiciones de disturbio suele prosperar, se puede ver en la vegetación secundaria arbustiva del matorral desértico micrófilo

Pastizal natural. El pastizal natural de este tipo de vegetación, fisonómicamente está integrado por pastos de talla mediana y grande, los cuales conviven con una buena variedad de hierbas y arbustos, estos últimos predominan en pequeñas áreas y son de talla mediana, destacando en ciertos puntos, algunos grandes como los granjenos, mezquites y agritos, cabe mencionar que se reconoce vegetación secundaria que ha aprovechado la oportunidad para establecerse (esto debido posiblemente al pastoreo y disturbios provocados por el hombre, por eso la presencia de algunos arbustos), en general las alturas de la vegetación de este ecosistema va de los 30 cm a los 3 m. Aquí podemos encontrar algunos pastos como *Aristida divaricata*, *Bouteloua gracilis*, *Bouteloua curtipendula*, y *Lycurus phleoides*, que se asocian con otros arbustos y hierbas como el tecomblate (*Condalia ericoides*), el arbusto cenizo (*Leucophylum minus*), el panadero (*Forestiera angustifolia*), el cardenche (*Cylindropuntia imbricata*); la yuca *(Yucca faxoniana*); la trompeta amarilla (*Tecoma stans*), el gatuño (*Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera*), el mezquite (*Prosopis glandulosa* var. *torreyana*), la hierba de la viejita (*Sida abutifolia*), la hierba del negro (*Sphaeralcea angustifolia*), el oreganillo (*Aloysia wrightii*), y el falso mezquite (*Calliandra conferta*), entre otros (INEGI, 2003).



Fotografía IV. 10. La Espinosilla (*Ziziphus obtusifolia*), es una planta que suele asociarse al pastizal natural y en el SAR Cordero se puede encontrar

Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural. El tipo de vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural, se halla presente en el sistema ambiental regional de Cordero, esto de acuerdo al INEGI serie VII (2021), las condiciones ambientales y las plantas presentes, resultan de la influencia que ha tenido el hombre en las últimas décadas. La estructura que presenta este tipo de vegetación secundaria, mayoritariamente se integra por la presencia de hierbas y arbustos, que han surgido como consecuencia de la eliminación de la vegetación original que es el pastizal natural, en estas condiciones, brotan algunas especies que inician procesos de sucesión, como son las mismas gramíneas (familia Poaceae) y compuestas (familia Asteraceae), generalmente en las etapas primarias de sucesión; también aparecen algunas plantas oportunistas como gatuños, mezquites y otras leguminosas. En décadas recientes, se han hecho notar algunas plantas arvenses o malezas, las cuales son en su mayoría exóticas o introducidas, las cuales, al tener buena capacidad reproductiva, ocupan espacio en áreas perturbadas que encuentran en terrenos con vegetación secundaria. Este tipo de vegetación, lo hallamos en algunos espacios con poca superficie y al interior del SAR Cordero.



Fotografía IV. 11. Esta es la condición que muestra, un área con vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural, aquí se tienen plantas en procesos de sucesión vegetal variados

Pastizal inducido. Esta vegetación, se constituye por gramíneas y otras plantas primarias, que surgen cuando es eliminada la cubierta original. El pastizal inducido, puede aparecer como consecuencia de desmontes en cualquier tipo de vegetación, también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien, en terrenos que se incendian con frecuencia (INEGI, 2003).



Fotografía IV. 12. Área donde se observa espacio con disturbio y en donde se ha inducido la presencia de pastizal

Su distribución en el Estado de Chihuahua, abarca diferentes condiciones naturales. Aquí en Cordero se tiene en ciertos espacios y se pueden encontrar diversas especies de plantas en proceso de estabilización, influenciadas por el manejo de los recursos que hace el hombre. Como la mayoría de los procesos sucesionales, podemos encontrar plantas de establecimiento primario, creando condiciones para el posterior establecimiento de plantas de los ecosistemas originales.
El pastizal inducido, se estructura de un estrato vegetal con arbustos y hierbas, con alturas menores al 1.50 m, donde sobresalen por su abundancia algunos pastos nativos como *Bouteloua gracilis* (zacate navajita), *Lycurus phleoides* (zacate lobero), *Aristida divaricata* (zacate tres barbas volador), *Bouteloua hirsuta* (zacate navajita peluda) y *Muhlenbergia* spp. Destacan también ciertos arbustos como *Senegalia roemeriana* (la uña de gato), *Cylindropuntia kleiniae* (tasajo) y *Celtis pallida* (granjeno), entre otros.

Agricultura de temporal anual. Este tipo de uso de suelo, está presente en diversas áreas del centro - sur de Chihuahua y muchos de estos terrenos estuvieron ocupados por vegetación original como en este caso de Cordero, el matorral desértico micrófilo o pastizal natural. En general los pobladores locales usan sistemas tradicionales de labranza del suelo, los cuales han tenido poca modificación, pero también algunos están accediendo a sistemas tecnificados de riego y cultivo. Para la localidad particular, este tipo de agricultura se ha desarrollado a baja escala y en su momento se han cultivado diversos productos agrícolas.

Agricultura de riego anual. Este tipo de cultivo de la tierra, engloba un buen porcentaje de los terrenos agrícolas de Chihuahua, la importancia que el riego tiene se hace evidente, cuando se compara su productividad con la de la agricultura de temporal.

El agua para riego, es el elemento más importante que explica estas enormes diferencias en productividad que existen entre uno y otro modo de producción de la tierra. El riego por sí mismo, disminuye la dependencia de la actividad agrícola respecto a los factores naturales que inciden en el cultivo. El municipio de Hidalgo del Parral, Chih., es uno de los que tienen extensiones importantes de terreno con riego. En especial en esta región, la agricultura de riego, se lleva en localidades separadas. Para este caso particular, en el sistema ambiental la superficie con este tipo de agricultura es mínima, compartiendo espacio principalmente en la parte baja. Mediante este sistema, se producen algunos forrajes, y otros productos alimenticios.



Fotografía IV. 13.Espacio ocupado, por agricultura de riego anual en la localidad Cordero, aquí se puede observar el proceso tecnificado que aplica en estos terrenos

Análisis multitemporal de los Tipos de Vegetación y uso del suelo 1991, 2000, 2005, 2014, 2017 y 2021.

Tabla IV. 54. Superficie de los usos de suelo y vegetación que presenta la región de estudio para el 1991

Uso de suelo y vegetación año 1991		
Tipo	Superficie(ha)	%
Agricultura de temporal	73.43	0.22
Matorral desértico micrófilo con matorral espinoso	820.93	2.48
Matorral desértico micrófilo con matorral subinerme	911.98	2.75
Matorral desértico rosetófilo con matorral subinerme	544.28	1.64
Pastizal inducido	46.56	0.14
Pastizal natural	633.38	1.91
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	778.45	2.35
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo con erosión	2509.20	7.57
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo	627.19	1.89
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	27053.74	78.16
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural con erosión	297.43	0.90
Total	34296.56	100

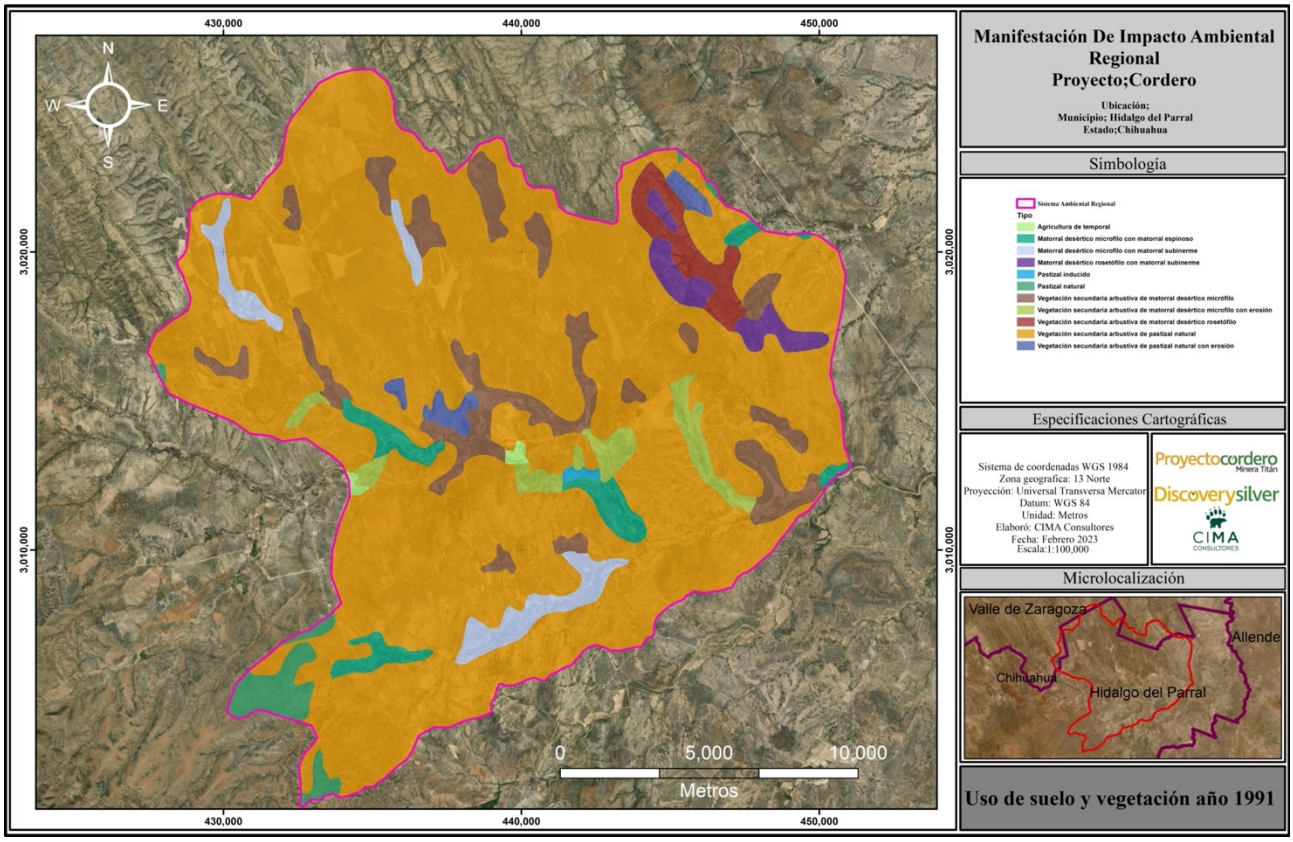


Figura IV. 57. Uso de suelo y vegetación a partir de la información publicada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) del año 1991

Tabla IV. 55. Superficie de los usos de suelo y vegetación que presenta la región de estudio para el 2000

Uso de suelo y vegetación año 2000		
Tipo	Superficie(ha)	%
Agricultura de temporal anual	23.95	0.07
Matorral desértico micrófilo	1645.18	4.96
Pastizal natural	806.04	2.43
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	2745.91	8.28
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo	1122.93	3.39
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	27952.56	80.87
Total	34296.56	100

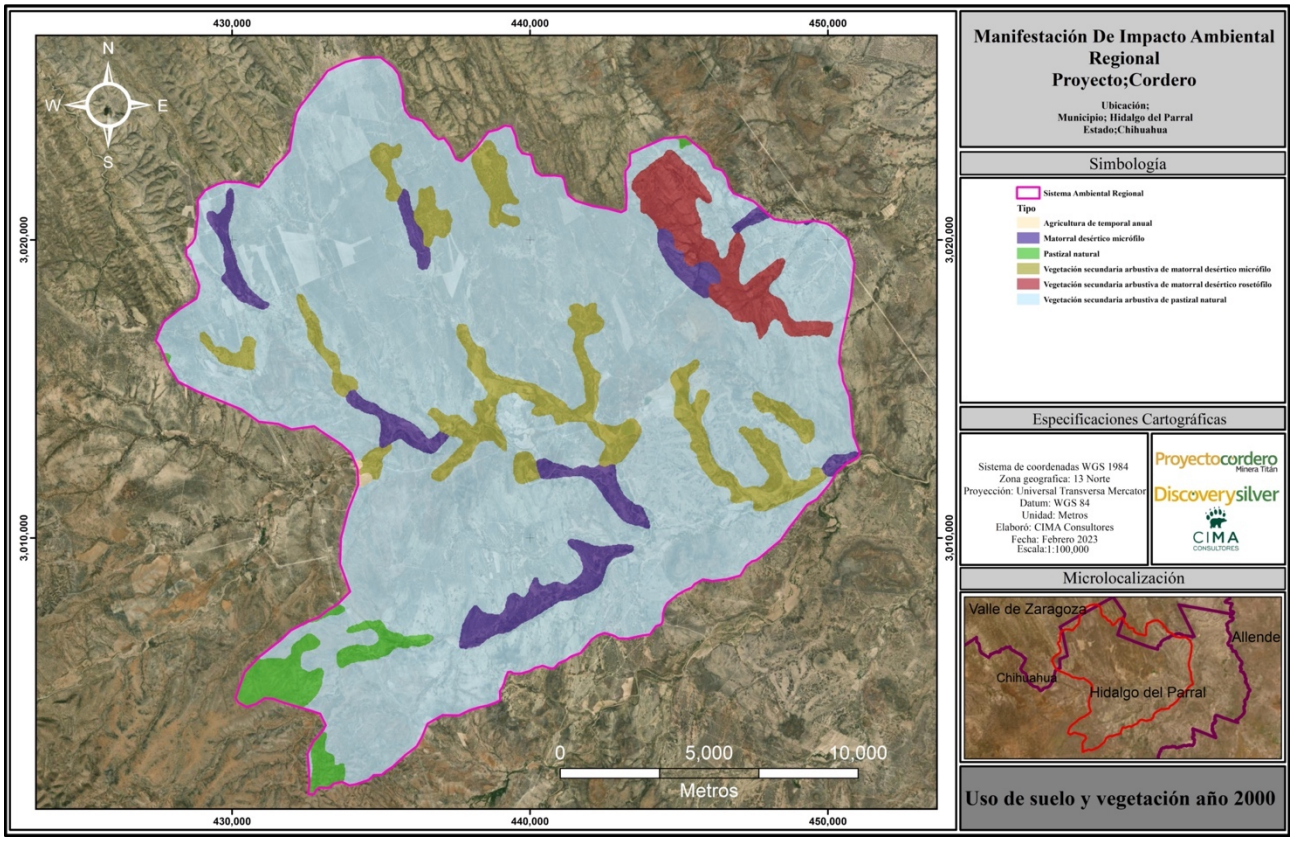


Figura IV. 58. Uso de suelo y vegetación a partir de la información publicada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) del año 2000

Tabla IV. 56. Superficie de los usos de suelo y vegetación que presenta la región de estudio para el 2005

Uso de suelo y vegetación año 2005		
Tipo	Superficie(ha)	%
Agricultura de temporal anual	187.32	0.56
Matorral desértico micrófilo	1683.98	5.08
Pastizal natural	2098.34	6.33
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	2429.35	7.32
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo	1122.88	3.39
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	25294.15	72.86
Vegetación secundaria herbácea de pastizal natural	1480.56	4.46
Total	34296.56	100

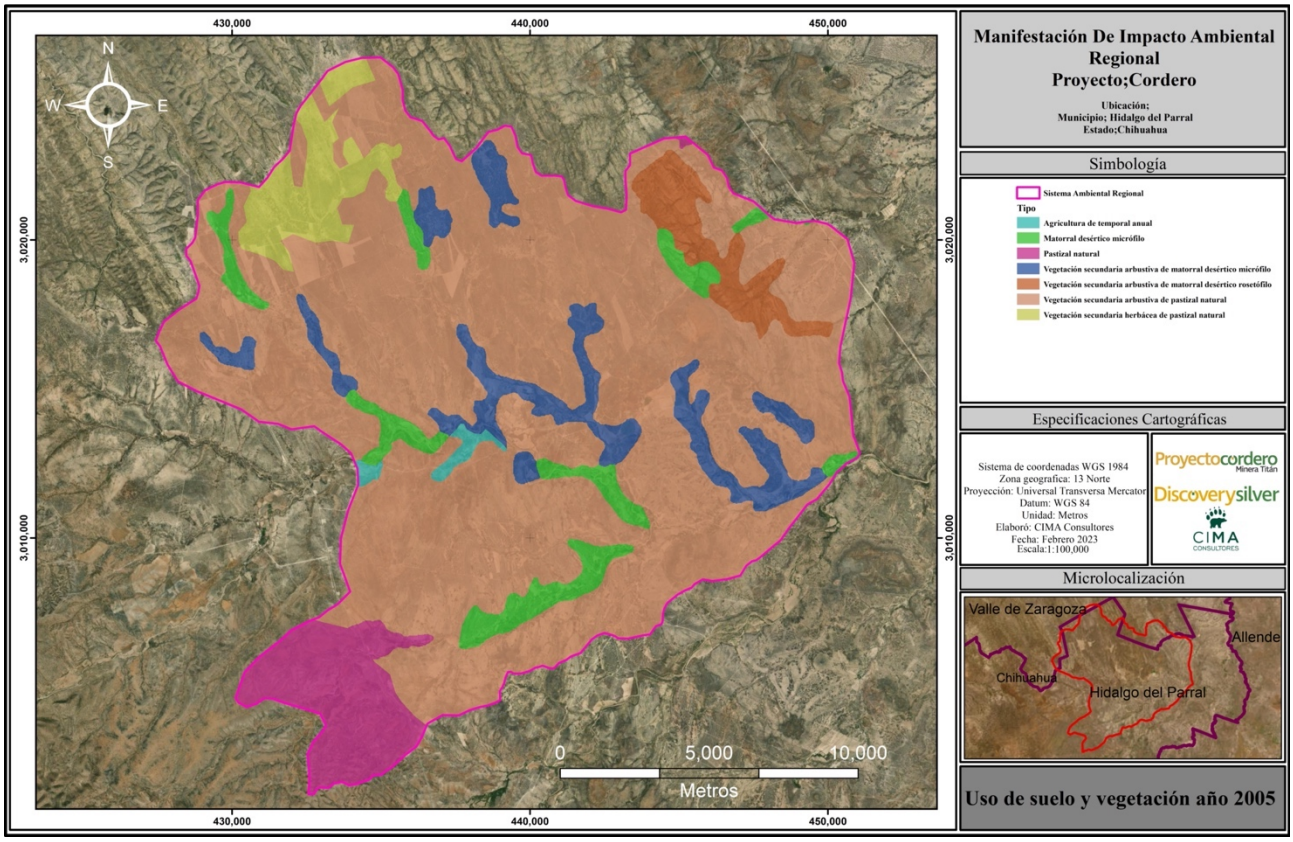


Figura IV. 59. Uso de suelo y vegetación a partir de la información publicada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) del año 2005

Tabla IV. 57. Superficie de los usos de suelo y vegetación que presenta la región de estudio para el 2014

Uso de suelo y vegetación año 2014		
Tipo	Superficie(ha)	%
Agricultura de temporal anual	799.45	2.41
Matorral desértico micrófilo	1683.88	5.08
Pastizal natural	2099.23	6.33
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	2210.28	6.66
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo	1122.86	3.39
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	24914.98	71.71
Vegetación secundaria herbácea de pastizal natural	1465.89	4.42
Total	34296.56	100

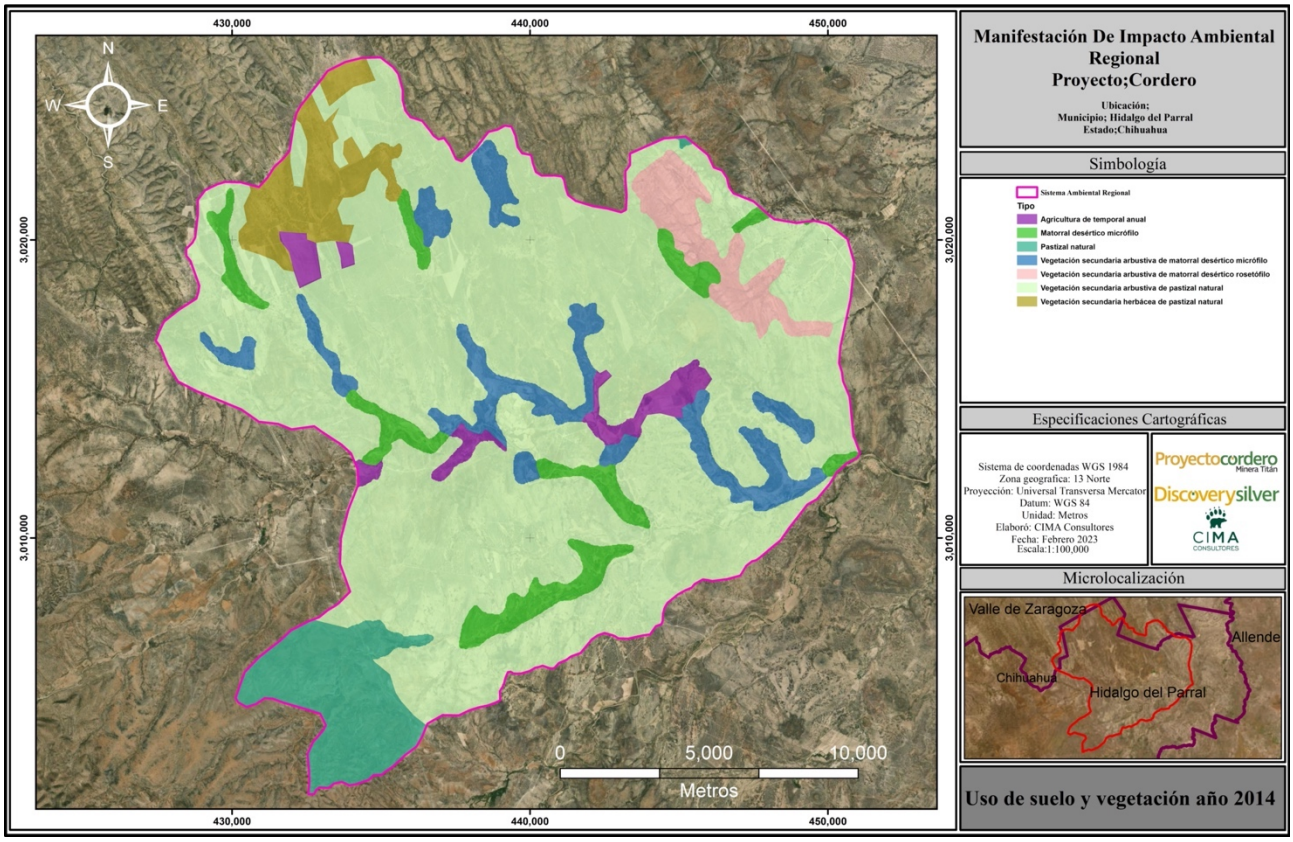


Figura IV. 60. Uso de suelo y vegetación a partir de la información publicada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) del año 2014

Tabla IV. 58. Superficie de los usos de suelo y vegetación que presenta la región de estudio para el 2017

Uso de suelo y vegetación año 2017		
Tipo	Superficie(ha)	%
Agricultura de temporal anual	1013.33	3.06
Matorral desértico micrófilo	1683.90	5.08
Pastizal natural	2099.27	6.33
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	2210.29	6.66
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo	1122.87	3.39
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	24701.07	71.07
Vegetación secundaria herbácea de pastizal natural	1465.86	4.42
Total	34296.56	100

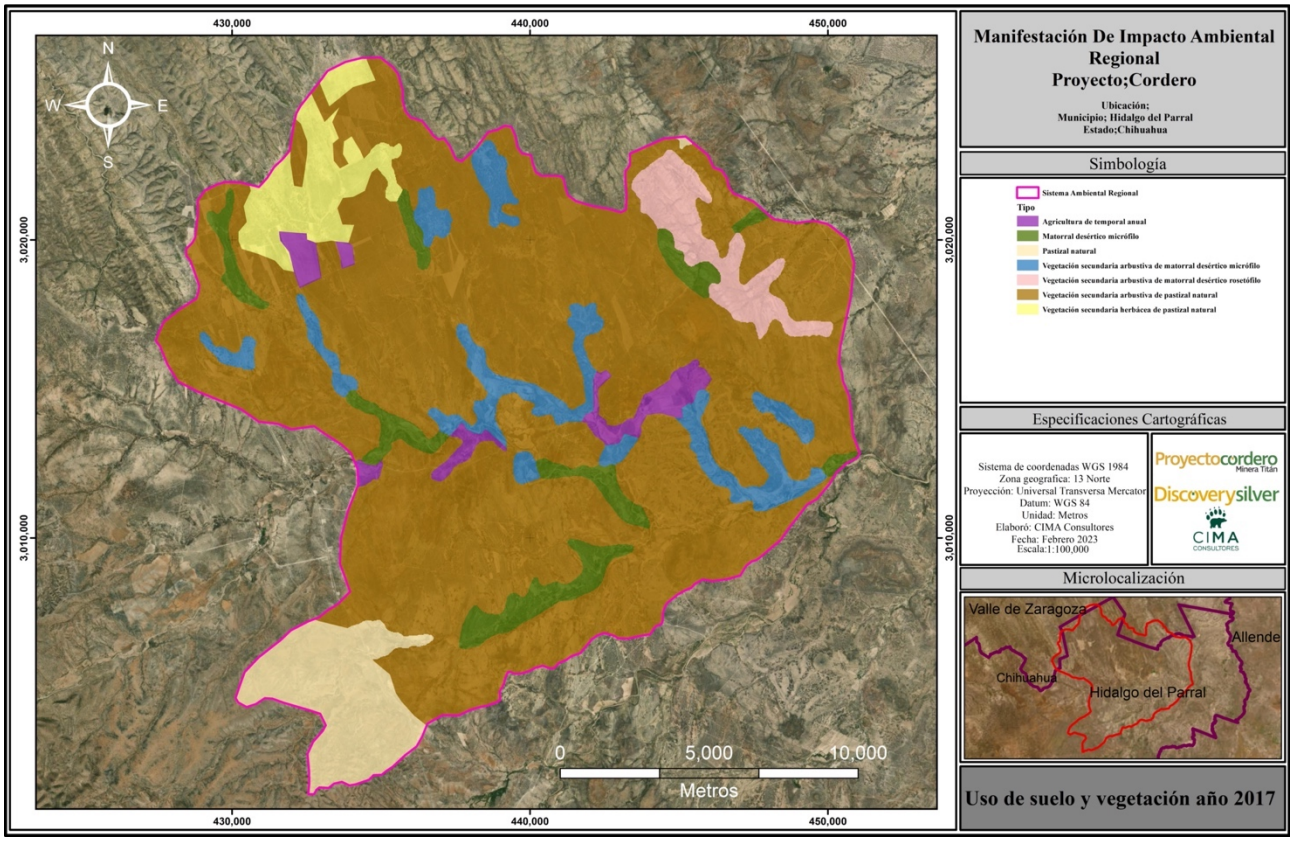


Figura IV. 61. Uso de suelo y vegetación a partir de la información publicada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) del año 2017

Tabla IV. 59. Superficie de los usos de suelo y vegetación que presenta la región de estudio para el 2021

Uso de suelo y vegetación año 2021		
Tipo	Superficie(ha)	%
Agricultura de riego anual	109.33	0.33
Agricultura de temporal anual	1445.53	4.36
Matorral desértico micrófilo	1641.26	4.95
Pastizal inducido	161.43	0.49
Pastizal natural	2098.03	6.33
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	2176.35	6.56
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo	1122.87	3.39
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	25541.78	73.60
Total	34296.56	100

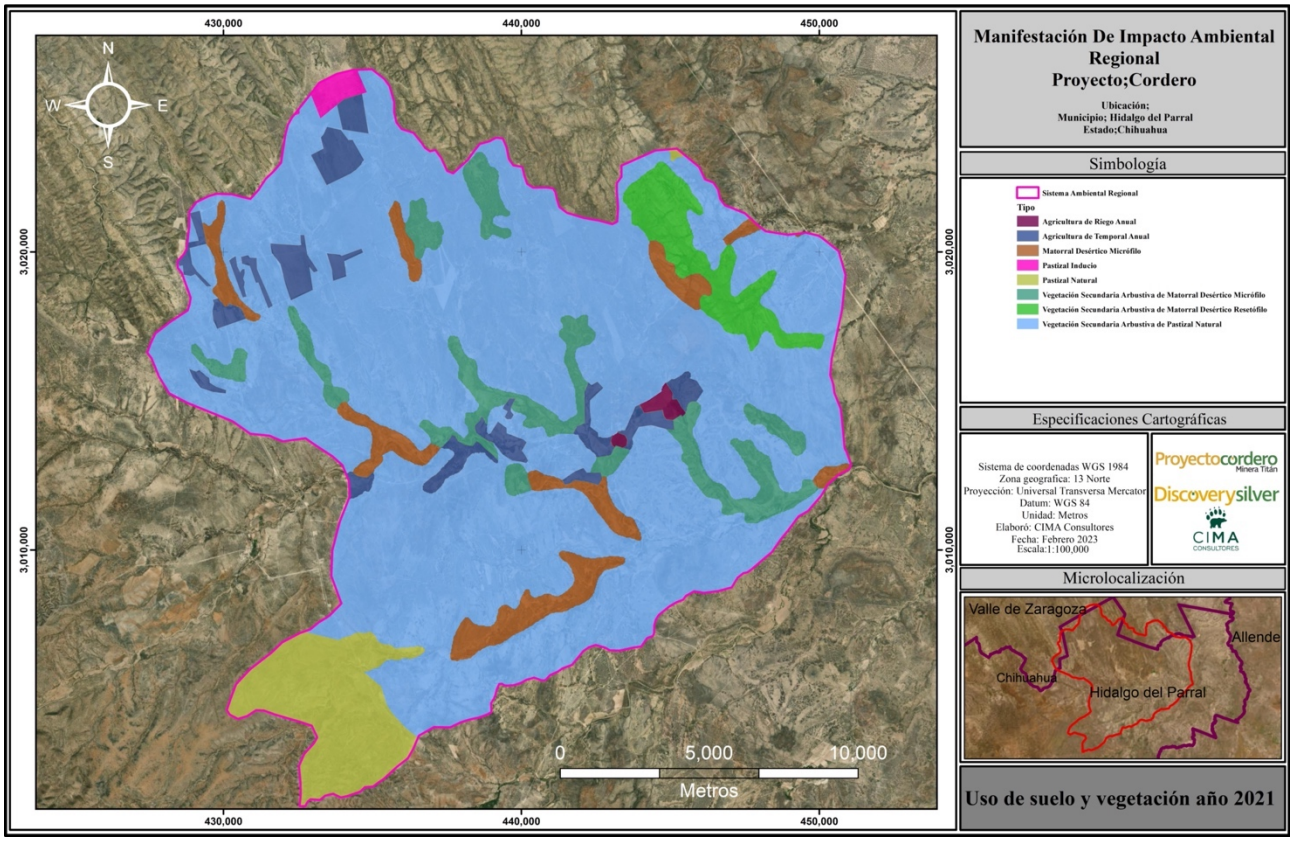


Figura IV. 62. Uso de suelo y vegetación a partir de la información publicada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) del año 2021

Análisis de cambios de los tipos de vegetación y uso de suelo

Tabla IV. 60. Superficie de los usos de suelo y vegetación que presenta el área del SAR Cordero para los años 1991, 2000, 2005, 2014, 2017, y 2021

Uso de suelo	1991	2000	2005	2014	2017	2021
	Superficie en hectáreas					
Agricultura de temporal anual	73.43	23.95	187.32	799.45	1013.33	1445.53
Matorral desértico micrófilo con matorral espinoso	820.93	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Matorral desértico micrófilo con matorral subinerme	911.98	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Matorral desértico rosetófilo con matorral subinerme	544.28	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Pastizal inducido	46.56	S/D	S/D	S/D	S/D	161.43
Pastizal natural	633.38	806.04	2098.34	2099.23	2099.27	2098.03
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	778.45	2745.91	2429.35	2210.28	2210.29	2176.35
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo con erosión	2509.20					
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo	627.19	1122.93	1122.88	1122.86	1122.87	1122.87
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	27053.74	27952.56	25294.15	24914.98	24701.07	25541.78
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural con erosión	297.43	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Matorral desértico micrófilo	S/D	2745.91	1683.98	1683.88	1683.90	1641.26
Vegetación secundaria herbácea de pastizal natural	S/D	S/D	1480.56	1465.89	1465.86	S/D
Agricultura de riego anual	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	109.33

La vegetación, asociaciones vegetales y flora presente del SAR Cordero, ha sido estudiada y considerada en términos de definición de manera precisa, por la entidad oficial mexicana que se encarga de estos aspectos

biogeográficos (INEGI), pero dentro de esas precisiones se han considerado términos o conceptos que con el tiempo se han ido afinando, esto es normal en comunidades dinámicas, ya que contienen especies y asociaciones cambiantes que pueden sugerir cierta condición y esto puede cambiar en tiempos variables. Este es el caso de este SAR, el cual ha sido clasificado en términos de su tipo de vegetación y uso de suelo con ciertas variantes, lo cual se analiza en seguida.

El análisis, considera un período asequible y en donde se pudo obtener información y datos cartográficos, esto son los años 1991, 2000, 2005, 2014, 2017 y 2021, en donde se habla de un tiempo que abarca alrededor de 32 años, lo cual resulta pertinente.

En términos de tipos de vegetación y uso del suelo, se han manejado catorce tipos de vegetación o uso de suelo, de las cuales siete han sido las que más se han considerado en la clasificación general. Esta variación de conceptos, se puede deber a la condición variable que presenta la vegetación y en donde hay diferencia fisonómica en las temporadas de estudio y posible ese tenga cierta influencia en las clasificaciones realizadas.

Una de las primeras clasificaciones estudiadas, es la de 1991, la que maneja once términos clasificatorios y en donde se usan términos ampliados, como el que le dan al matorral desértico micrófilo y al rosetófilo, incluyéndole las variantes de espinoso y subinerme; en este año también se abre el concepto de vegetaciones secundaria y son incluidas seis vegetaciones de este tipo a partir del pastizal natural y de los matorrales desértico micrófilo y rosetófilo.

En los siguientes años, 2000, 2005, 2014, 2017 y 2021, este enfoque de clasificación se reduce a entre seis y ocho términos de clasificación, incluyendo las agriculturas respectivas.

En los últimos años de registro, 2014, 2017 y 2021, los conceptos clasificatorios se han acotado a siete términos básicos y son:

- Agricultura de temporal anual
- Pastizal inducido
- Pastizal natural
- Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo
- Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo
- Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural
- Agricultura de riego anual

En esta información de vegetación, podemos observar que los conceptos de erosión, en las vegetaciones secundarias ya no son considerados, esto puede deberse a que la apreciación de esta condición era muy confusa, dada las condiciones naturales del tipo de suelo, terrenos y topografía, adicionalmente de las actividades constantes en términos de ganadería y movimientos de gente en estos espacios. En estos períodos, se dejaron de utilizar los conceptos de matorrales espinosos y subinermes para los matorrales desértico y rosetófilo. También en el último período, se incluye la agricultura de temporal anual, dada la evidente presencia de este sistema de cultivo.

De acuerdo a las visitas, recorridos, levantamiento de sitios forestales, revisión de especies de flora y diversas actividades que se han realizado en los últimos años en el SAR Cordero, podemos percibir que efectivamente se han dado cambios en la estructura, composición florística y fisonomía de la vegetación presente. Áreas de matorral desértico han sido influenciadas por actividades humanas y como posible consecuencia se están denominando como vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico, vegetación que ha tenido un incremento mayor desde el año 2000. Esta clasificación, no está exenta de posibles sesgos, derivada de la composición florística que tienen estas asociaciones vegetales y de su condición fisonómica que es variable durante el año. Aquí notamos el incremento del concepto de pastizal natural y de la inclusión del término de pastizal inducido, lo que les suma a estas clasificaciones, mayor complejidad.

En general, apreciamos que las actividades humanas más recurrentes en esta localidad como la agricultura, ganadería, manejo de recursos, minería y presencia humana, han tenido influencia en las asociaciones vegetales, pero también es notorio que la diversidad florística y las comunidades que forman son resilientes y resistentes

a variados impactos derivados de la actividad humana. Algunas de las variantes en los tipos de clasificación oficial (INEGI), pueden deberse a cierta diferencia de criterios de los técnicos que han participado en esto y eso es entendible, pero lo que se puede observar en términos reales, es una condición aceptable de los cinco tipos de vegetación que se reconocen en la actualidad y que si bien es cierto pueden estar en proceso de degradación, también es cierto que están encaminados en sentido de recuperación o en procesos sucesionales, buscando siempre condiciones de mejora y estabilidad.

Tipos de vegetación de importancia del proyecto, su condición suscesional y comparación ambiental con el resto del sistema ambiental regional

En relación a los tipos de vegetación, que inciden en el área de interés del proyecto. Se tienen detectados 5 tipos en la actualidad, esto es de acuerdo a la serie VII del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2021). En estos términos, podemos mencionar los siguientes tipos de vegetación:

- Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural
- Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo
- Agricultura de temporal anual
- Agricultura de riego anual
- Matorral desértico micrófilo

Los tipos de vegetación mencionados, se muestran ordenados en orden de importancia por superficie ocupada. Aquí podemos reconocer a la vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural, como el tipo de vegetación que está ocupando mayor superficie, tanto en el área de interés del proyecto, como en el SAR de Cordero.

En cuanto a la condición suscesional, que presentan los tipos de vegetación referidos, estos se abordan de manera ordenada. Primeramente, tenemos la vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural; esta asociación vegetal, de acuerdo a criterios de estructura, diversidad biológica y condición ambiental, se reconoce en proceso suscesional, esto es, considerando que un ecosistema original o natural está en términos completos o de 1, aquí podemos encontrar plantas de establecimiento primario como algunas leguminosas (mezquites, gatuños, varas prietas y clavelinas, entre otras) y plantas que permiten el estos procesos iniciales como las compuestas y gramíneas (por ejemplo, el hojasén, la Mariola, y los pastos), esta condición favorece el desarrollo suscesional en condiciones de baja presión, lo que se reconoce que está aconteciendo en estos momentos. Para el caso de la vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo, se reconoce una etapa de desarrollo suscesional media, similar a la de vegetación secundaria de pastizal natural, aquí también encontramos un número importante de especies nativas, propias de la vegetación natural que le dio origen, en este sentido hay plantas que favorecen el establecimiento de individuos de la vegetación clímax y que es el MDM (matorral desértico micrófilo) y con algunos representantes como el gatuño, mezquite, Mariola, hojasén, vara dulce, oreganillo, vara prieta, largoncillo y algunas otras herbáceas de las familias Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Verbenaceae y Asparagaceae, por mencionar algunas importantes.

Otra vegetación, implicada en el área del proyecto es el matorral desértico micrófilo, la cual se halla en una superficie mínima, en este espacio, pero que ocupa un territorio mucho mayor dentro del SAR. Este tipo de vegetación se halla en condición original o similar al estado clímax, por lo que sirve de referencia de los procesos de desarrollo suscesional que guardan asociaciones vegetales análogas o vegetaciones secundarias de este tipo de vegetación.

En el caso de la agricultura de temporal anual, el proceso de sucesión vegetal en estas áreas es bajo o inicial en algunos casos, esto derivado a que la agricultura de temporal no se da de manera continua, ya que los agricultores que hacen uso de estos terrenos, en ocasiones no tienen los recursos para sembrar año con año, en otros casos prefieren descansar las tierras, y también tienen espacios de siembra más intensivos, es por esta razón que se encuentran tierras que aparentemente están iniciando procesos sucesionales, pero estos no pueden considerarse en pleno desarrollo, un aspecto relevante que se presenta, es la aparición de especies de malezas o arvenses, las cuales hacen su aparición de manera notable y esto si pudiera ser disruptivo a los procesos ecosistémicos. La agricultura de riego anual, es un caso especial, ya que se tienen terrenos que por algunos años han estado ocupados por este tipo de agricultura, aquí se realiza la siembra, cultivo y cosecha de manera

más tecnificada, y al ser más productiva, no hay margen para que queden terrenos si utilizarse, razón por la cual no se puede hablar de procesos sucesionales; también en estos espacios se presentan malezas o plantas arvenses.

Haciendo un recuento, de estos tipos de vegetación y de su condición suscesional en relación al sistema ambiental regional (SAR) Cordero, podemos decir que en general los 5 tipos de vegetación mencionados del área del proyecto, se hallan en condición igual a sus similares del SAR; lo mencionado anteriormente es de suma importancia, ya que nos sugiere que hay espacios importantes de estos tipos de vegetación, en donde las vegetaciones secundarias de pastizal natural y de matorral desértico micrófilo tienen corresponsales en procesos señales activos, por lo que en determinado momento los factores forzantes del proyecto, no influirían de manera evidente en estos tipos de vegetación. Por otro lado, se cuenta con matorral desértico micrófilo (MDM) en muy poca superficie en la zona del proyecto, pero en el SAR este tipo de vegetación original lo tenemos en una superficie aceptable y aquí podemos decir que este matorral se verá influenciado mínimamente en actividades potenciales y el SAR tiene suficiente resiliencia para amortiguar posibles efectos adversos del proyecto minero en cuanto a MDM.

Por su condición funcional actual, podemos decir que la agricultura de temporal y la agricultura de riego, son espacios que se encuentran en un estado mínimo de sucesión vegetal, pero también este estado es de espera, ya que mantienen un potencial genético vegetal importante y pueden en cualquier momento reiniciar procesos sucesionales activos. Es importante mencionar, que, al albergar plantas arvenses o malezas, se debe dar seguimiento a estos espacios de agricultura, para que estas especies de plantas ruderales se expandan lo menos posible.

A continuación, se presenta de manera esquemática el Sistema Ambiental Regional y los tipos de vegetación presentes de interés del proyecto, así como del proceso de sucesión vegetal en el que se encuentran.

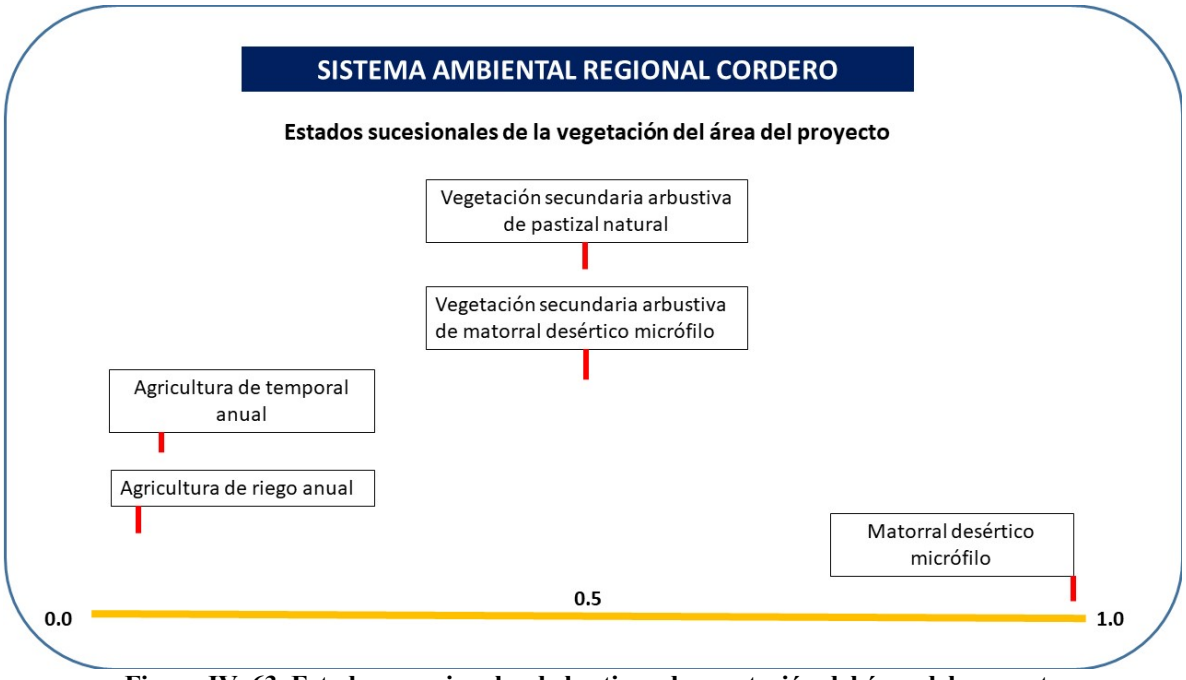


Figura IV. 63. Estados sucesionales de los tipos de vegetación del área del proyecto

Identificación y caracterización, de conflictos reales o potenciales de uso del suelo - vegetación, presentes o futuros dentro del SAR Cordero

En términos de uso de suelo - vegetación, en el SAR Cordero, se reconocen algunas actividades que son conflictivas o bien que pudieran generar controversia a futuro. En este sentido, se tienen algunos de estos aspectos en términos globales y detectando también si por su condición, puedan llegar a acumularse.

En términos de problemática ambiental, que se reconoce en los ecosistemas del SAR Cordero y que afectan a la vegetación o asociaciones vegetales y por ende al equilibrio de estos sistemas, podemos dividir esta problemática como factores generales o globales y afectaciones o consecuencias derivadas por estos factores adversos al ambiente. En término de análisis de sistemas ecológicos, podemos reconocer a los factores adversos como funciones forzantes, que en términos concretos generan un desequilibrio en los ecosistemas donde se presentan. En el sentido anterior, mencionaremos a continuación estos factores generales y afectaciones.

La ganadería.- es una actividad humana que se ha desarrollado en esta localidad desde hace varias décadas, las afectaciones o impactos que causa son diversos, como son el pastoreo, disminución de la disponibilidad de plantas nativas, afectación del potencial genético vegetal, cambio de la composición y estructura de la vegetación, motivación a la emergencia de plantas conocidas como malezas, arvenses o ruderales, compactación del suelo, erosión del suelo, afectación a plantas nativas de áreas ribereñas, fragmentación del terreno, apertura de caminos, contaminación del agua, y contaminación del suelo, entre otros.

La agricultura.- Esta actividad, ha acompañado al hombre por varios siglos atrás, prácticamente desde sus orígenes. En Cordero, ha tenido variantes y evolución en relación a sus prácticas, dándose los dos tipos: agricultura de temporal y agricultura de riego. Dentro de los factores negativos tenemos: afectación a la variedad florística, erosión del suelo, propagación de malezas o plantas arvenses, disminución del potencial genético vegetal, fragmentación del terreno, contaminación por plaguicidas y herbicidas, presencia de plagas y enfermedades de cultivos.

Presencia humana.- También el hombre, ha estado en estos terrenos desde hace varias décadas, Su presencia puede generar consecuencias adversas a los tipos de vegetación y flora en los terrenos en donde se desenvuelve. Por ejemplo, su infraestructura disminuye los terrenos y hábitats vegetales, influye en el cambio de la estructura forestal, hay disminución en el volumen de mantos freáticos, se incrementa la temperatura, se hace más uso y aprovechamiento de recursos vegetales, promueve la compactación del suelo, hay contaminación del aire, contaminación por ruido, influye en el ahuyentamiento de la fauna silvestre, y modifica el paisaje natural.

Cambio climático.- Este fenómeno global, es real y afecta a diversos elementos que se relacionan con la vegetación natural. Dentro de sus consecuencias, podemos mencionar el aumento de temperatura, disminución de la lluvia, disminución de disponibilidad del agua, afectación de ciclos vegetales, presencia de plagas, contaminación del aire, lluvia ácida, afectación de los ciclos hidrológicos.

La minería.- es una actividad, que ha acompañado al hombre desde mucho tiempo atrás. La minería es relaciona estrechamente con el objetivo del proyecto Cordero en este SAR, esta actividad se ha realizado en la zona en el pasado a nivel subterráneo y recientemente en términos de exploración, el proyecto contempla el aprovechamiento o extracción de minerales y como tal podemos reconocer problemas reales que pueden afectar a la flora o ecosistemas vegetales. Algunos factores adversos, pueden ser: la disminución de áreas forestales, menor diversidad florística, cambio de la composición y estructura vegetal, disminución del potencial genético vegetal, contaminación del suelo, generación de gases contaminantes y modificación del paisaje, entre otros.

Para una mejor comprensión, de la interacción que tienen estos elementos dentro del ecosistema global SAR Cordero, se hace un análisis de sistemas de estos procesos en términos esquemáticos.

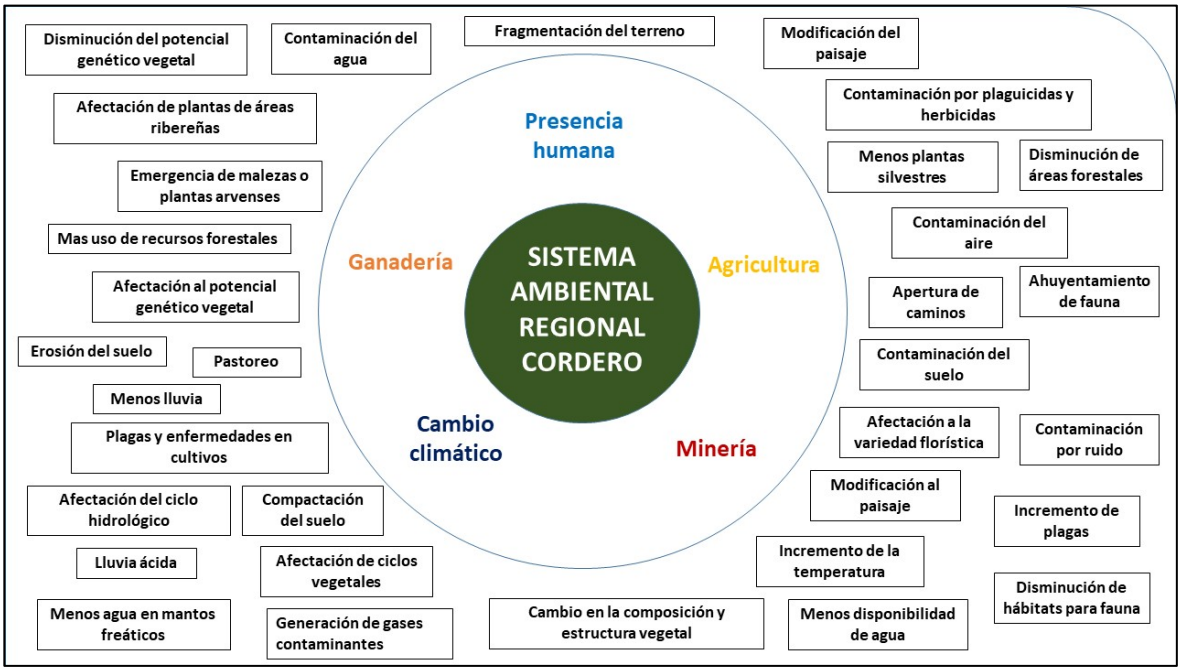


Figura IV. 64. Sistema ambiental regional Cordero con problemática ambiental general y afectaciones que se generan en forma de funciones forzantes, en relación a la vegetación

En general, el SAR Cordero con la adición de actividades mineras, pudiera vislumbrarse como un sistema con afectaciones ambientales o funciones forzantes influyendo a diversos niveles, pero en este caso a los componentes de vegetación. Las funciones forzantes, en términos del análisis de sistemas son factores negativos que impactan al sistema pudiendo causar alteración, aunque se reconoce que algunas de estas funciones forzantes, pueden ser prevenidas y cuando se atienden adecuadamente, se pueden minimizar sus efectos negativos.

El SAR Cordero, ocupa una superficie extensa y visto de manera esquemática con la influencia de funciones forzantes, nos da una idea de saturación de factores adversos, pero ya analizados para diferentes niveles y espacios, estos quedan más distribuidos y reconocemos funciones forzantes que se han venido presentando en esta localidad de manera recurrente en los últimos años y no es exclusivo de esta localidad, sino que se extiende por amplias regiones aledañas.

Analizado este SAR de manera particular, con la inclusión de un proyecto de aprovechamiento minero, se reconoce la acumulación de impactos ambientales y la posibilidad de causar un desequilibrio mayor a nivel vegetal, pero también se reconoce la plasticidad de este ecosistema global y su capacidad de resiliencia, la cual ha sido mostrada en años recientes, al mantenerse funcional a pesar de haber tenido cambios graduales por influencia de la mayoría de estas funciones forzantes, esto se ha corroborado por la presencia actual de elementos abióticos y especies biológicas que mantienen comunidades dinámicas con diversidad, abundancia y buena distribución, y de manera global ya como ecosistema, funcionando de manera aceptable.

Adicionalmente, se debe mencionar que, de llegarse a implementar el proyecto minero, se considerarían programas y actividades tendientes a minimizar a aquellos factores que puedan alterar a los ecosistemas. Estos programas y actividades, estarían dirigidos a esos factores que verdaderamente puedan ser atendidos y se tengan resultados probados, es entendible que estos factores conllevan cierta complejidad para su atención y algunos salen del ámbito real, pero aquellos con los que ya se tiene experiencia y buen resultado, se deberá de dar atención.

De acuerdo a lo anterior, se considera que la inclusión de un proyecto de aprovechamiento minero, no debería de causar una alteración inusual en relación a las condiciones actuales, si se toma en cuenta que para todas aquellas funciones forzantes o alteraciones ambientales que se llegasen a presentar, se tomarán previsiones y se aplicarán medidas pertinentes para minimizar sus efectos, y de manera ordenada permitir que estos ecosistemas sigan funcionando de manera ordenada y armónica.

IV.3.2.1.2 Definición de la vegetación y flora del Sistema Ambiental Regional del proyecto Cordero

Método florístico. A fin de conocer la variedad florística, así como algunos de sus características ecológicos (diversidad, composición, estructura) se levantó información de campo, que se tuvo a través de visitas de inventario forestal y monitoreo en el sistema ambiental, adicionalmente se ha considerado información fidedigna de estudios ambientales realizados como la Línea Base Cordero 2021.



Fotografía IV. 14. En el SAR de Cordero, se tiene una diversidad de especies aceptables, una planta que hace presencia es el ocotillo (*Fouquieria splendens*), de la cual se muestran sus flores en esta imagen

Con los datos de campo, recopilados en las áreas visitadas con vegetación, con los análisis del inventario forestal y con otros adicionales de plantas detectadas para el área del SAR del proyecto Cordero, se integró la información básica de diversidad de la flora, con lo que se tiene lo siguiente:

1. Listado de la diversidad de la flora del Sistema Ambiental. Esta lista es la referencia básica en la cual se distinguen las especies que estén en la NORMA OFICIAL MEXICANA (NOM-059-SEMARNAT-2010) y las de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna silvestres (CITES), plantas consideradas en el acuerdo de especies prioritarias para la conservación y especies de plantas de la Lista Roja de la IUCN. Lo anterior, con el propósito de ubicar presencia de especies protegidas por las leyes.
2. Integración de propiedades ecológicas como diversidad, composición y estructura que permitan contar con datos básicos, que ayuden a hacer interpolaciones, relativas a las condiciones ambientales y que tienen relevancia biológica como ecosistémica, del Sistema Ambiental Regional del proyecto Cordero.

La diversidad de especies, se refiere a la variedad de especies que se tienen en una localidad dada y que regularmente se integra en una la lista de especies de plantas o animales que pertenecen a una comunidad particular. Esta relación de especies es una medida simple de la riqueza de especies (riqueza específica) o diversidad de especies (Krebs, 1994).

La diversidad florística, se estimó a partir de la información de plantas presentes en el SAR . Lo anterior incluyó:

- Flora reconocida a través de inventario forestal, realizado mediante sitios específicos de análisis de flora, dentro del sistema ambiental.
- Plantas detectadas, en áreas con presencia de vegetación (reconociendo árboles, arbustos y hierbas), esto en visitas a campo.
- Información de otras plantas (árboles, arbustos y hierbas), reconocidas durante recorridos y traslados que se hicieron en la zona, pero dentro del área de influencia del Sistema Ambiental Regional.

- Las plantas definidas para esta zona, fueron verificadas con reportes bibliográficos para la misma zona y región.



Fotografía IV. 15. Personal de CIMA Consultores, realizando levantamiento de información en un sitio de inventario forestal, en el cual se tomaron datos forestales de los individuos de flora de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo



Fotografía IV. 16. La biznaga arco iris o "huevos de toro" (*Echinocereus dasyacanthus*), es una planta de la familia Cactaceae, y es una especie detectada en el SAR Cordero

IV.3.2.1.3 Diversidad florística, composición florística, estructura de la vegetación y riqueza específica

a. Diversidad florística.

El área precisa, del Sistema Ambiental Regional del proyecto Cordero, está constituido por una variedad aceptable de especies vegetales, los cuales le confieren características particulares que se ven influenciadas por la vegetación circundante, después de realizar el análisis ambiental se determinó la riqueza florística con **194** especies de plantas. Los datos totales de la flora (árboles, arbustos y hierbas) presentes en el área precisa del Sistema Ambiental, se integró con datos obtenidos en la visita de campo, análisis del inventario forestal y otros datos obtenidos en recorridos de traslado, pero dentro del área de influencia del Sistema Ambiental Regional, esta lista completa se muestra en la tabla siguiente.

Tabla IV. 61. Listado de la flora del Sistema Ambiental Regional del proyecto Cordero (194 especies)

No.	Familia	Control	Nombre científico	Nombre común	Forma biológica	Estatus (NOM-059-SEMARNAT-2010)	CITES	Especies prioritarias para la conservación	Lista Roja de la UICN	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Conjunto
1	ACANTHACEAE	1	*Dyschoriste linearis* (Torr.& Gray) Kuntze	Hierba de la culebra	Hierba	0	0	0	0		Área de Influencia		Área de Influencia
2	AMARANTHACEAE	2	*Amaranthus hybridus* L.	Quelite	Hierba	0	0	0	0	SAR			SAR
3		3	*Amaranthus palmeri* S. Watson	Quelite, quelite de aguas, gusano, bledo	Hierba	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
4		4	*Krascheninnikovia lanata* (Pursh) A.D.J. Meeuse & Smit	Hierba lanosa, lanuda	Arbusto - hierba	0	0	0	0		Área de Influencia		Área de Influencia
5		5	*Kochia scoparia* (L.) Schrad.	Pinillo	Hierba	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
6		6	*Salsola tragus* L.	Rodadora	Hierba	0	0	0	0		Área de Influencia		Área de Influencia
7		7	*Tidestromia lanuginosa* (Nutt.) Standl.	Hierba lanuda, hierba ceniza	Hierba	0	0	0	0			Áreas Solicitadas	Áreas Solicitadas
8	ANACARDIACEAE	8	*Rhus microphylla* Gray	Agrito	Arbusto	0	0	0	Lc	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
9		9	*Rhus virens* Lindh ex A. Gray	Encinilla, lentisco	Arbusto	0	0	0	0	SAR			SAR
10	APIACEAE	10	*Cymopterus* sp.	Ramo del conejo	Arbusto	0	0	0	0		Área de Influencia		Área de Influencia
11	APOCYNACEAE	11	*Asclepias brachystephana* Engelm ex Torr	Hierba lechosa de bráctea	Hierba	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
12	ASPARAGACEAE	12	*Agave lechuguilla* Torr.	lechuguilla, magueyito	Arbusto rosetófilo	0	0	0	0	SAR			SAR
13		13	*Agave potrerana* Trel.	Maguey norteño	Arbusto rosetófilo	0	0	0	Vu		Área de Influencia		Área de Influencia
14		14	*Dasylirion leiophyllum* Engelm.	Sotol	Arbusto rosetófilo	0	0	0	0		Área de Influencia		Área de Influencia
15		15	*Manfreda brunnea* (Wats.) Rose	Amole, amole de huaco	Arbusto rosetófilo	0	0	0	0			Áreas Solicitadas	Áreas Solicitadas
16		16	*Yucca faxoniana* (Trel.) Sarg.	Yuca, palmilla, yuca bayoneta	Arbusto rosetófilo	0	0	0	Lc		Área de Influencia		Área de Influencia
17		17	*Yucca treculeana* Carr.	Yuca, palmilla, daga española	Arbusto rosetófilo	0	0	0	0	SAR			SAR
18	ASTERACEAE	18	*Acourtia nana* (Gray) Reveal & King	Hoja de papel, pichichagua, árnica	Hierba	0	0	0	0		Área de Influencia		Área de Influencia
19		19	*Ambrosia artemisiifolia* Linnaeus	Hierba del venado	Hierba	0	0	0	0	SAR			SAR

20		20	*Ambrosia cordifolia* (A. Gray) W.W. Payne	Ambrosia	Hierba	0	0	0	0		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
21		21	*Ambrosia dumosa* (Gray) Payne	Hierba del burro	Hierba	0	0	0	0	SAR			SAR
22		22	*Baccharis pteronioides* DC.	Hierba del pasmo	Arbusto	0	0	0	0	SAR			SAR
23		23	*Baccharis texana* (Torr. & A. Gray) A. Gray	Falsa jarilla	Arbusto	0	0	0	0	SAR			SAR
24		24	*Bahia absinthifolia* Benth.	Aceitilla amarilla	Hierba	0	0	0	0			Áreas Solicitadas	Áreas Solicitadas
25		25	*Baileya multiradiata* Harv. & Gray ex Torr.	Telempakate	Hierba	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
26		26	*Bidens pilosa* L.	aceitilla, Jube, amor seco, acahual	Hierba	0	0	0	0			Áreas Solicitadas	Áreas Solicitadas
27		27	*Brickellia californica* (Torr. & A. Gray) A. Gray	Manojo acorazonado, Brickelia	Hierba	0	0	0	0			Áreas Solicitadas	Áreas Solicitadas
28		28	*Brickellia conduplicata* (B.L. Robins.) B.L. Robins.	Brickellia	Hierba	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
29		29	*Brickellia veronicifolia* (Kunth) A. Gray	Rama blanca, estrella	Arbusto	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
30		30	*Chaetopappa ericoides* (Torr.) G.L. Nesom	Rosa de los páramos, margarita campestre, margarita del llano	Hierba	0	0	0	0		Área de Influencia		Área de Influencia
31		31	*Chrysactinia mexicana* Gray	Damiana, damianita,	Hierba	0	0	0	0		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
32		32	*Erigeron tracyi* Greene	Margarita esbelta	Hierba	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia		SAR Área de Influencia
33		33	*Flourensia cernua* DC.	Hojasén	Arbusto	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
34		34	*Galinsoga parviflora* Cav.	Estrellita, hierba piojo, albahaca silvestre	Hierba	0	0	0	0		Área de Influencia		Área de Influencia
35		35	*Gutierrezia sarothrae* (Pursh) Britton & Rusby	Escobilla	Arbusto	0	0	0	0			Áreas Solicitadas	Áreas Solicitadas
36		36	*Haplopappus gracilis (Nutt.)* A. Gray.	Flor peluda	Hierba	0	0	0	0		Área de Influencia		Área de Influencia
37		37	*Heterosperma pinnatum* Cav.	Hierba del arriero	Hierba	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
38		38	*Heterotheca subaxilaris* (Lam) Britton & Rusby	Hierba del bienestar	Hierba	0	0	0	0		Área de Influencia		Área de Influencia
39		39	*Jefea brevifolia* (A. Gray) Strother	Hierba alborada	Hierba	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia		SAR Área de Influencia
40		40	*Liatris punctata* Hook.	Manojo lila	Hierba	0	0	0	0			Áreas Solicitadas	Áreas Solicitadas
41		41	*Parthenium incanum* H.B.K.	Mariola	Arbusto	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
42		42	*Pectis papposa* Harv. & A. Gray	Limoncillo	Hierba	0	0	0	0		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
43		43	*Perityle lemmonii* (A. Gray) J.F. Macbr.	Dorada peluda de las rocas	Hierba	0	0	0	0	SAR			SAR

44		44	*Psilostrophe gnaphalodes* DC.	Flor de papel	Hierba	0	0	0	0	SAR			SAR
45		45	*Taraxacum officinale* Weber ex Wiggers	Diente de león	Hierba	0	0	0	Lc		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
46		46	*Thymophylla pentachaeta* (DC.) Small	Limoncillo, parraleña	Hierba	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
47		47	*Trixis californica* Kellog	Hierba del aire	Hierba	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
48		48	*Verbesina encelioides* (Cav.) Benth. & Hook. f. ex A. Gray	Hierba de la bruja	Hierba	0	0	0	0		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
49		49	*Xanthium strumarium* L.	Abrojo, cadillo, chayotillo	Hierba	0	0	0	0		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
50		50	*Zinnia peruviana* (L.) L.	Zinia, contrayerba	Hierba	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
51	AZOLLACEAE	51	*Azolla caroliniana* Willd.	Alga extendida	Hierba	0	0	0	0	SAR			SAR
52	BERBERIDACEAE	52	*Berberis trifoliolata* Moric.	Agrito espinoso	Arbusto	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
53	BIGNONACEAE	53	*Chilopsis linearis* (Cav.) Sweet.	Mimbre	Árbol - Arbusto	0	0	0	0	SAR			SAR
54		54	*Tecoma stans* (L) Juss. Ex Kunth.	Tronadora, trompeta amarilla	Arbusto	0	0	0	Lc	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
55	BORAGINACEAE	55	*Cryptantha pusilla* (Torr. & A. Gray) Greene.	Hierba peluda, peludita	Hierba	0	0	0	0	SAR			SAR
56		56	*Heliotropium greggii* Torr.	Heliótropo	Hierba	0	0	0	0			Áreas Solicitadas	Áreas Solicitadas
57		57	*Nama hispidum* A. Gray	Hierba de la ventosidad	Arbusto	0	0	0	0			Áreas Solicitadas	Áreas Solicitadas
58		58	*Nama undulatum* Kunth	Matagusano	Hierba	0	0	0	0	SAR			SAR
59		59	*Nama xylopoda* (Wooton & Standl.) C.L. Hitchc.	Hierba de la ventosidad	Hierba	0	0	0	0		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
60		60	*Tiquilia canescens* (DC.) A. Richards	Regeneradora	Arbusto	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
61		61	*Tiquilia greggii* (T.&G.) Richardson	Regeneradora, cenizo, Pluma	Arbusto	0	0	0	0	SAR			SAR
62	CACTACEAE	62	*Coryphantha cornifera* (De Candolle) Lemaire	Biznaga de cuernos	Arbusto suculento	0	AP II	0	Lc		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
63		63	*Coryphantha poselgeriana* (Dietr.) Britt. & Rose	Biznaga partida de Poselger	Arbusto suculento	A endémica	AP II	0	Lc		Área de Influencia		Área de Influencia
64		64	*Coryphanta robustispina* (Schott ex Engelmann) Britton & Rose	Biznaga robusta	Arbusto suculento	0	AP II	0	Lc		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
65		65	*Cylindropuntia imbricata* (Haw.) F.M. Knuth	Cardenche	Arbusto suculento	0	AP II	0	Lc	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
66		66	*Cylindropuntia kleiniae* (DC.) F.M. Kunth	Tasajo	Arbusto suculento	0	AP II	0	Lc	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
67		67	*Echinocactus horizonthaloniu s* Lemaire	Biznaga meloncillo, manca mula, manca caballo	Arbusto suculento	0	AP II	0	Lc		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
68		68	*Echinocerus dasyacanthus* Engelmann	Biznaga arco iris,	Arbusto suculento	0	AP II	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas

				huevos de toro									
69		69	*Echinocereus pectinatus* (Scheidw.) Engelm.	Huevos de toro	Arbusto suculento	0	AP II	0	Lc		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
70		70	*Mammillaria heyderi* Muhlenpfordt	Biznaga, chilitos	Arbusto suculento	0	AP II	0	Lc		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
71		71	*Opuntia engelmannii* Salm-Dyck ex Engelmann	Nopal tuna morada	Arbusto suculento	0	AP II	0	Lc		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
72		72	*Opuntia macrocentra* Engelmann	Nopal violáceo	Arbusto suculento	0	AP II	0	Lc	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
73		73	*Opuntia phaeacantha* Engelm.	Nopal rastrero	Arbusto suculento	0	AP II	0	Lc	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
74		74	*Opuntia robusta* H.L. Wendl. ex Pfeiff.	Nopal tapón	Arbusto suculento	0	AP II	0	Lc		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
75	CANNABACEAE	75	*Celtis laevigata* var. *reticulata* (Torr.) L. Benson, Sinon.	Acebuche, granjeno hoja venuda, Alméz americano	Árbol	0	0	0	0		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
76		76	*Celtis pallida* Torr.	Granjelo, granjel, granjeno	Arbusto	0	0	0	0		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
77	CARYOPHYLLACEAE	77	*Drymaria arenarioides* Humb. & Bonpl. ex Schultes	Alfombrilla	Hierba	0	0	0	0	SAR			SAR
78		78	*Drymaria pachyphylla* Woot. & Standl.	Hierba de la tinta	Hierba	0	0	0	0		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
79	CELASTRACEAE	79	*Mortonia greggii* Gray	Arbusto afinador	Arbusto	0	0	0	0	SAR			SAR
80	CHENOPODIACEAE	80	*Atriplex canescens* (Pursh) Nutt.	Chamizo	Arbusto	0	0	0	0		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
81	COMMELINACEAE	81	*Commelina coelestis* Willd.	Hierba del pollo, clavelillo, platanillo, jicamilla, tripa de pollo	Hierba	0	0	0	0		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
82	CONVOLVULACEAE	82	*Dichondra argentea* Humb. & Bonpl. Ex Willd.	Oreja de ratón	Hierba	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
83		83	*Evolvulus alsinoides* (L.) L.	Pico de pájaro, Hierba lenteja, evolvolo	Hierba	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
84		84	*Evolvulus sericeus* Sw.	Peludilla	Hierbas	0	0	0	0		Área de Influencia		Área de Influencia
85		85	*Ipomoea alba* L.	Flor de luna	Hierba	0	0	0	Lc		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
86		86	*Ipomoea cristulata* Hallier f.	Campanita roja, Campanilla roja	Hierba	0	0	0	0			Áreas Solicitadas	Áreas Solicitadas
87		87	*Ipomoea purpurea* (L.) Roth.	Quiebraplatos, Campanilla, campana morada	Hierba	0	0	0	0			Áreas Solicitadas	Áreas Solicitadas
88		88	*Jacquemontia pentanthos* (Jacq.) G. Don	Estrellita morada	Hierba	0	0	0	0	SAR			SAR
89	EPHEDRACEAE	89	*Ephedra trifurca* Torr. ex S. Watson	Popotillo, cola de caballo	Arbusto	0	0	0	Lc	SAR	Área de Influencia		SAR Área de Influencia
90	EUPHORBIACEAE	90	*Chamaesyce dioica* (Kunth) Millsp.	Alfombrilla real	Hierba	0	0	0	0		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
91		91	*Chamaesyce prostrata* (Ait.) Small	Hierba de la golondrina	Hierba	0	0	0	0			Áreas Solicitadas	Áreas Solicitadas

92		92	*Croton dioicus* Cav.	Vara blanca, hierba del gato	Hierba	0	0	0	0			Áreas Solicitadas	Áreas Solicitadas
93		93	*Croton pottsii* (Klotzsch) Mull. Arg.	Encinilla	Hierba	0	0	0	0		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
94		94	*Euphorbia antisyphilitica* Zucc.	Candelilla	Arbusto	0	0	0	0	SAR			SAR
95		95	*Euphorbia lata* Engelm.	Hierba de la golondrina	Hierba	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
96		96	*Jatropha dioica* Sesse ex Cerv.	Sangregrado	Arbusto	0	0	0	Lc		Área de Influencia		Área de Influencia
97		97	*Jatropha macrorhiza* Benth.	Jicamilla	Hierba	0	0	0	0		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
98	FABACEAE	98	*Acacia rigidula* Benth	Chaparro prieto	Arbusto	0	0	0	0	SAR			SAR
99		99	*Astragalus mollissimus* Torr.	Hierba loca	Hierba	0	0	0	Lc			Áreas Solicitadas	Áreas Solicitadas
100		100	*Calliandra coulteri S.* Watson	Falso mezquite, clavellina, mezquitillo	Arbusto	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
101		101	*Calliandra eriophylla* Benth.	Clavellina, mezquitillo	Arbusto	0	0	0	0		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
102		102	*Dalea bicolor* Humb. & Bonpl. Ex Willd.	Carnero, dalea	Arbusto	0	0	0	Lc		Área de Influencia		Área de Influencia
103		103	*Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera* (Benth.) Barneby	Gatuño	Arbusto	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
104		104	*Mimosa dysocarpa* Benth. ex A. Gray	Gatuño rosa, gatuño lila	Arbusto	0	0	0	Lc	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
105		105	*Prosopis glandulosa* var. *torreyana* (L.Benson) M.C. Johnston	Mezquite	Árbol - Arbusto	0	0	0	Lc	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
106		106	*Senegalia greggii* (A. Gray) Britton & Rose	Acacia uña de gato	Arbusto	0	0	0	Lc	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
107		107	*Senegalia roemeriana* (Scheele) Britton & Rose	Gatuño, uña de gato	Arbusto	0	0	0	Lc		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
108		108	*Senna bauhinioides* (Gray) Irwin & Barneby	Daisillo, pata de buey, pata de vaca, shrubby senna, twin leaf senna	Hierba	0	0	0	0			Áreas Solicitadas	Áreas Solicitadas
109		109	*Senna wislizeni* (A. Gray) H.S. Irwin & Barneby	Chaparro prieto	Arbusto	0	0	0	0		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
110		110	*Vachellia constricta* (Benth.) Seigler & Ebinger	Largoncillo	Arbusto	0	0	0	Lc		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
111		111	*Vachellia farnesiana* (L.) Wight & Arn.	Huizache	Árbol - Arbusto	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
112		112	*Vachellia vernicosa* (Britton & Rose) Seigler & Ebinger	Vara prieta	Arbusto	0	0	0	Lc	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
113	FOUQUIERACEAE	113	*Fouquieria splendens* Engelm.	Ocotillo	Arbusto	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
114	GERANIACEAE	114	*Erodium cicutarium* (L.) L´Her. Ex Aiton.	Alfilerillo, agujita	Hierba	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas

115	KOEBERLINIACEAE	115	*Koeberlinia spinosa* Zucc.	Corona de Cristo, junco	Arbusto	0	0	0	Lc	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
116	KRAMERIACEAE	116	*Krameria grayi* Rose & Painter	Chácate	Arbusto	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia		SAR Área de Influencia
117		117	*Krameria lanceolata* Torr.	Chácate	Arbusto	0	0	0	0		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
118	LAMIACEAE	118	*Salvia pinguifolia* (Fernald) Woot & Standl.	Salvia de las rocas	Arbusto	0	0	0	0	SAR			SAR
119	LINACEAE	119	*Linum australe* Heller	Linaza	Hierba	0	0	0	0		Área de Influencia		Área de Influencia
120		120	*Linum* sp.	Linaza	Hierba	0	0	0	0		Área de Influencia		Área de Influencia
121	LOASACEAE	121	*Cevallia sinuata* Lag.	Rastrillo	Hierba	0	0	0	0		Área de Influencia		Área de Influencia
122		122	*Mentzelia hispida* Willd.	Pega ropa, pegajosa	Hierba	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
123		123	*Mentzelia mexicana* H.J. Thompson & Zavortink	Pega ropa, pegajosa	Hierba	0	0	0	0			Áreas Solicitadas	Áreas Solicitadas
124	MALVACEAE	124	*Abutilon abutiloides* (Jacq.) Britton ex Wilson	Amantillo, pelotazo	Hierba	0	0	0	0		Área de Influencia		Área de Influencia
125		125	*Abutilon incanum* (Link.) Sweet.	oreja de tecolote, Pelotazo, pegajosa	Arbusto	0	0	0	Lc		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
126		126	*Malva* sp.	Malva	Hierba	0	0	0	0			Áreas Solicitadas	Áreas Solicitadas
127		127	*Sida abutifolia* P. Mill	Hierba de la viejita	Hierba	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
128		128	*Sphaeralcea angustifolia* (Cav.) G. Don	Hierba del negro	Hierba	0	0	0	0		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
129	MARTYNIACEAE	129	*Proboscidea althaeifolia* (Benth.) Dcne.	Garambullo, espuela	Hierba	0	0	0	0	SAR		Áreas Solicitadas	SAR Áreas Solicitadas
130	NYCTAGINACEAE	130	*Allionia incarnata* Linnaeus	Hierba de la mosca, hierba de la hormiga, (pimienta) pink three flower, trailing windmills	Hierba	0	0	0	0			Áreas Solicitadas	Áreas Solicitadas
131	OLEACEAE	131	*Forestiera angustifolia* Torr.	Olivo silvestre, chaparral blanco, olivo panalero, desert olive, narrowleaf forestiera	Arbusto	0	0	0	Lc	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
132	ONAGRACEAE	132	*Oenothera pubescens* Willd. ex Spreng.	Palita	Hierba	0	0	0	0			Áreas Solicitadas	Áreas Solicitadas
133	PAPAVERACEAE	133	*Argemone mexicana* L.	Chicalote, cardo santo	Hierba	0	0	0	0	SAR			SAR
134	POACEAE	134	*Aristida adscensionis* L.	Zacate tres barbas	Hierba tipo pasto	0	0	0	0	SAR			SAR
135		135	*Aristida divaricata* Humb. & Bonpl. ex Willd	Zacate tres barbas volador	Hierba tipo pasto	0	0	0	0		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
136		136	*Aristida purpurea* Nutt.	Tres barbas púrpura	Hierba tipo pasto	0	0	0	0	SAR			SAR
137		137	*Aristida schiedeana* Trin. & Rupr.	Zacate tres barbas abierta	Hierba tipo pasto	0	0	0	0		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas

138		138	*Blepharoneuron tricholepsis* (Torr.) Nash	Zacate popotillo, mountain mist grass	Hierba tipo pasto	0	0	0	0		Área de Influencia		Área de Influencia
139		139	*Bouteloua barbata* Lag.	Zacate gusano, navajita anual, zacate banderita, sixweeks grama	Hierba tipo pasto	0	0	0	0			Áreas Solicitadas	Áreas Solicitadas
140		140	*Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr.	Zacate banderita	Hierba tipo pasto	0	0	0	0		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
141		141	*Bouteloua gracilis* (Will. ex Kunth) Lag. ex Steud	Zacate navajita	Hierba tipo pasto	0	0	0	Lc	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
142		142	*Bouteloua hirsuta* Lag.ex Griffiths	Zacate navajita peluda	Hierba tipo pasto	0	0	0	0			Áreas Solicitadas	Áreas Solicitadas
143		143	*Cenchrus ciliaris* L.	Zacate africano, zacate buffel	Hierba tipo pasto	0	0	0	Lc		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
144		144	*Chloris virgata* Swartz	Pasto cola de zorra	Hierba tipo pasto	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
145		145	*Cynodon dactylon* (L.) Pers.	Pata de gallo, zacate conejo, pasto africano	Hierba tipo pasto	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
146		146	*Dasyochloa pulchella* (Kunth) Willd. ex Rybd.	Pasto borreguero	Hierba tipo pasto	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
147		147	*Echinochloa colona* (L.) Link	Pasto victoria, arrocillo silvestre, arroz del monte, zacate pinto	Hierba tipo pasto	0	0	0	Lc		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
148		148	*Elionurus barbiculmis* Hack.	Zacate limón, pasto ladera	Hierba tipo pasto	0	0	0	0			Áreas Solicitadas	Áreas Solicitadas
149		149	*Enneapogon desvauxii* P. Beauv.	Zacate ladera	Hierba tipo pasto	0	0	0	0			Áreas Solicitadas	Áreas Solicitadas
150		150	*Eragrostis mexicana* (Homem.) Link.	Zacate cola de ardilla, zacate mosquita, zacate pelo de conejo, avenilla, zacate amor, mexican lovegrass	Hierba tipo pasto	0	0	0	0		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
151		151	*Eragrostis neomexicana* Vasey	Zacate	Hierba tipo pasto	0	0	0	0		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
152		152	*Erioneuron nealleyi* (Vasey)	Tateoka	Hierba tipo pasto	0	0	0	0			Áreas Solicitadas	Áreas Solicitadas
153		153	*Heteropogon contortus* (L.) P. Beauv.ex Roem & Schult.	Zacate barba negra	Hierba tipo pasto	0	0	0	0			Áreas Solicitadas	Áreas Solicitadas
154		154	*Hilaria mutica* (Buckley) Benth.	Zacate toboso, zacate galleta	Hierba tipo pasto	0	0	0	0			Áreas Solicitadas	Áreas Solicitadas
155		155	*Leptochloa dubia* (H.B.K.) Ness.	Pasto gigante, zacate gigante	Hierba tipo pasto	0	0	0	0			Áreas Solicitadas	Áreas Solicitadas
156		156	*Lycurus phleoides* H.B.K.	Pasto lobero, zacate pincel,	Hierba tipo pasto	0	0	0	0	SAR			SAR

				common wolfstail									
157		157	*Muhlenbergia emersleyi* Vasey	Zacate cepillo, zacate cambray	Hierba tipo pasto	0	0	0	0	SAR			SAR
158		158	*Muhlenbergia minutissima* (Steud.) Swallen.	Liendrilla, zacate nube, zacate anual, annual muhly	Hierba tipo pasto	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
159		159	*Muhlenbergia porteri* Scribn. ex Beal	Zacate aparejo	Hierba tipo pasto	0	0	0	0			Áreas Solicitadas	Áreas Solicitadas
160		160	*Panicum arizonica* Scribn. & Merr.	Pasto panizo	Hierba tipo pasto	0	0	0	0	SAR			SAR
161		161	*Poa bigelovii* Vasey & Scribn.	Pasto azul	Hierba tipo pasto	0	0	0	0		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
162		162	*Scleropogon brevifolius* Phil.	Zacate burro, zacate burrero	Hierba tipo pasto	0	0	0	0			Áreas Solicitadas	Áreas Solicitadas
163		163	*Setaria macrostachya* H.B.K.	Pasto tempranero	Hierba tipo pasto	0	0	0	0		Área de Influencia		Área de Influencia
164		164	*Sporobolus airoides* (Torr.) Torr	Zacate alcalino, zacatón alcalino	Hierba tipo pasto	0	0	0	0		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
165	POLEMONIACEAE	165	*Loeselia coerulea* (Cav.) G. Don	Jarrito, banderilla	Hierba	0	0	0	0		Área de Influencia		Área de Influencia
166		166	*Loeselia mexicana* (Lam.) Brand	Espinosilla, campanilla, hierba de la virgen	Hierba	0	0	0	0			Áreas Solicitadas	Áreas Solicitadas
167	PORTULACACEAE	167	*Portulaca oleracea* L.	Verdolaga, chamó	Hierba	0	0	0	0		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
168		168	*Portulaca pilosa* L.	Verdolaguilla, verdolaga, chisme	Hierba	0	0	0	0			Áreas Solicitadas	Áreas Solicitadas
169	PTERIDACEAE	169	*Astrolepis sinuata* var. *sinuata* (Lag. ex Sw.) Benham & Windham.	Helecho, Kalawuala	Hierba tipo helecho	0	0	0	0	SAR			SAR
170	RHAMNACEAE	170	*Condalia ericoides* (A. Gray) M.C. Johnst	Tecomblate	Arbusto	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
171		171	*Condalia warnockii* M.C. Jonhst.	Condalia, negrita, tecomblate, crucilla espinosa	Arbusto	0	0	0	0		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
172		172	*Condalia viridis* I.M. Jonhst.	Chaboko, tecomblate, arbusto condalia	Arbusto	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
173		173	*Ziziphus obstusifolia* (T.&G.) A Gray	Espinosilla	Arbusto	0	0	0	0	SAR			SAR
174	SALICACEAE	174	*Populus fremontii* S. Wats.	Álamo, chopo	Árbol	0	0	0	Lc		Área de Influencia		Área de Influencia
175		175	*Salix exigua* Nutt.	Jarilla delgada, jarilla coyote	Arbusto	0	0	0	Lc		Área de Influencia		Área de Influencia
176	SCROPHULARIACEAE	176	*Buddleja marrubiifolia* Benth.	Arbusto lanoso, salvia naranja, tepozán naranja	Arbusto	0	0	0	0		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
177		177	*Leucophyllum frutescens* (Berl.) I.M. Johnst.	Arbusto cenizo	Arbusto	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia		SAR Área de Influencia

178		178	*Leucophyllum minus* Gray.	Luliki, Arbusto cenizo,	Arbusto	0	0	0	0		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
179	SIMAROUBACEAE	179	*Holocantha stewartii* C.H. Mull.	Junco, corona de Cristo	Arbusto	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
180	SOLANACEAE	180	*Datura wrightii* Regel	Toloache, mala mujer	Hierba	0	0	0	0			Áreas Solicitadas	Áreas Solicitadas
181		181	*Lycium berlandieri* Dunal	Cilindrillo, tomatillo	Arbusto	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
182		182	*Lycium torreyi* Gray	Arbusto del lobo, agrito	Arbusto	0	0	0	0	SAR			SAR
183		183	*Nicotiana glauca* Graham	Cornetón, tabaquillo	Arbusto	0	0	0	0	SAR			SAR
184		184	*Solanum elaeagnifolium* Cav.	Trompillo	Hierba	0	0	0	0		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
185		185	*Solanum heterodoxum* Dunal	Mala mujer, duraznillo	Hierba	0	0	0	0		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
186		186	*Solanum rostratum* Dunal	Duraznillo, mala mujer	Hierba	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
187	VERBENACEAE	187	*Aloysia gratissima* (Gilles & Hook) Tronc.	Vara dulce	Arbusto	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
188		188	*Aloysia wrightii* (A. Gray) A. Heller. ex Abrams	Oreganillo	Arbusto	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
189		189	*Bouchea linifolia* Gray	Campanita lila, campanita lavanda, campanita rosa	Hierba	0	0	0	0			Áreas Solicitadas	Áreas Solicitadas
190		190	*Glandularia bipinnatifida* (Nutt.) Nutt.	Moradilla	Hierba	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
191		191	*Lantana achyranthifolia* Desf.	Hierba mariposa, hierba negra	Hierba	0	0	0	0	SAR			SAR
192		192	*Lantana camara* L.	Confitura, confiturilla, bandera española	Arbusto	0	0	0	0		Área de Influencia	Áreas Solicitadas	Área de Influencia Áreas Solicitadas
193	ZYGOPHYLLACEAE	193	*Larrea tridentata* (DC.) Cov.	Guamis, gobernadora	Arbusto	0	0	0	0	SAR	Área de Influencia	Áreas Solicitadas	SAR Área de Influencia Áreas Solicitadas
194		194	*Tribulus terrestris* L.	Torito	Hierba	0	0	0	0	SAR			SAR

Claves Lista Roja IUCN: Lc – preocupación menor; Nt – casi amenazada; Dd – datos insuficientes Vu – vulnerable; Ew – extinta en estado silvestre; Cr – en peligro crítico; En – en peligro; Ne – no evaluada; Ex – Extinta

La información, de la diversidad florística que se presenta, se integró con los siguientes indicadores: familia, nombre científico, nombre o nombres comunes, forma biológica, estatus de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, categoría de acuerdo a la CITES, planta presente o no en el acuerdo de especies prioritarias para la conservación y especie incluida o no en la lista roja de la IUCN.



Fotografía IV. 17. La planta conocida como "mala mujer" (*Solanum rostratum*), es una especie que es parte de la riqueza florística del SAR Cordero

b. composición florística

La composición florística, considera a **194** especies de plantas vasculares, pertenecientes a **45** familias y **134** géneros, entre las que destacan las familias Asteraceae, Poaceae, Fabaceae y Cactaceae. A continuación, se muestra la siguiente tabla con las familias botánicas, géneros, número de especies y porcentaje por familia en relación al total de especies.

Tabla IV. 62. Familias, géneros, número de especies y porcentajes por familia, de la flora del Sistema Ambiental Regional Cordero

No.	Familia	Géneros	Especies	Porcentaje en relación al total (%)
1	Acanthaceae	1	1	0.52
2	Amaranthaceae	5	6	3.09
3	Anacardiaceae	1	2	1.03
4	Apiaceae	1	1	0.52
5	Apocynaceae	1	1	0.52
6	Asparagaceae	4	6	3.09
7	Asteraceae	24	33	17.01
8	Azollaceae	1	1	0.52
9	Berberidaceae	1	1	0.52
10	Bignonaceae	2	2	1.03
11	Boraginaceae	5	7	3.61
12	Cactaceae	6	13	6.70
13	Cannabaceae	1	2	1.03
14	Caryophyllaceae	1	2	1.03
15	Celastraceae	1	1	0.52
16	Chenopodiaceae	1	1	0.52
17	Commelinaceae	1	1	0.52
18	Convolvulaceae	4	7	3.61
19	Ephedraceae	1	1	0.52
20	Euphorbiaceae	4	8	4.12
21	Fabaceae	9	15	7.73
22	Fouquieriaceae	1	1	0.52
23	Geraniaceae	1	1	0.52
24	Koeberliniaceae	1	1	0.52
25	Krameriaceae	1	2	1.03
26	Lamiaceae	1	1	0.52
27	Linaceae	1	2	1.03

28	Loasaceae	2	3	1.55
29	Malvaceae	4	5	2.58
30	Martyniaceae	1	1	0.52
31	Nyctaginaceae	1	1	0.52
32	Oleaceae	1	1	0.52
33	Onagraceae	1	1	0.52
34	Papaveraceae	1	1	0.52
35	Poaceae	22	31	15.98
36	Polemoniaceae	1	2	1.03
37	Portulacaceae	1	2	1.03
38	Pteridaceae	1	1	0.52
39	Rhamnaceae	2	4	2.06
40	Salicaceae	2	2	1.03
41	Scrophulariaceae	2	3	1.55
42	Simaroubaceae	1	1	0.52
43	Solanaceae	4	7	3.61
44	Verbenaceae	4	6	3.09
45	Zygophyllaceae	2	2	1.03
	Totales	134	194	**100.00**



Fotografía IV. 18. El cilindrillo (*Lycium berlandieri*), pertenece a la familia Solanaceae, este arbusto es parte de la variedad florística del SAR del proyecto Cordero

La composición florística resultante, está conformada por una serie de plantas, que se relacionan naturalmente con el tipo de vegetación y especies nativas, aunque también podemos mencionar algunas otras especies, que se han establecido como consecuencia de los usos de suelo que se les ha dado en las últimas décadas, aquí podemos mencionar a algunas plantas arvenses o conocidas también como malezas.



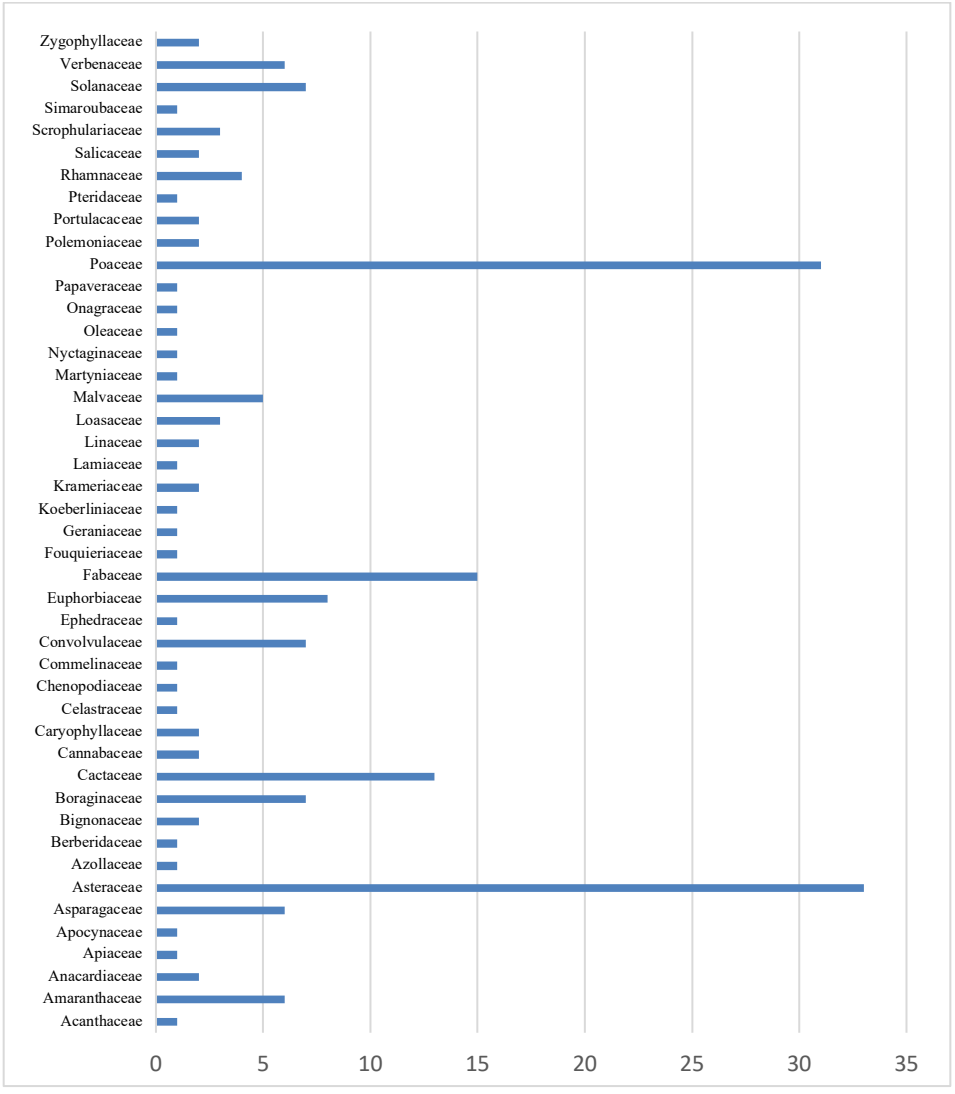
Fotografía IV. 19. El álamo o chopo (*Populus fremontii*), es un árbol de la familia Salicaceae y se tiene en áreas ribereñas del SAR Cordero



Fotografía IV. 20. La biznaga robusta (*Coryphantha robustispina*), es una planta que pertenece a la familia de los cactus (Cactaceae) y se le puede encontrar en el sistema ambiental regional



Fotografía IV. 21. La jarilla (*Salix exigua*), es una de las plantas que conforma a la familia Salicacea y que tiene presencia en el SAR Cordero



Gráfica IV. 10. Familias de plantas y número de especies por familia, presentes en el SAR del proyecto Cordero

En la gráfica anterior, se observa cómo se agrupan las diferentes familias presentes y el número de especies que contienen, de esta manera se puede ver cuáles son las más representativas y en qué magnitud se presentan en el Sistema Ambiental Regional Cordero.

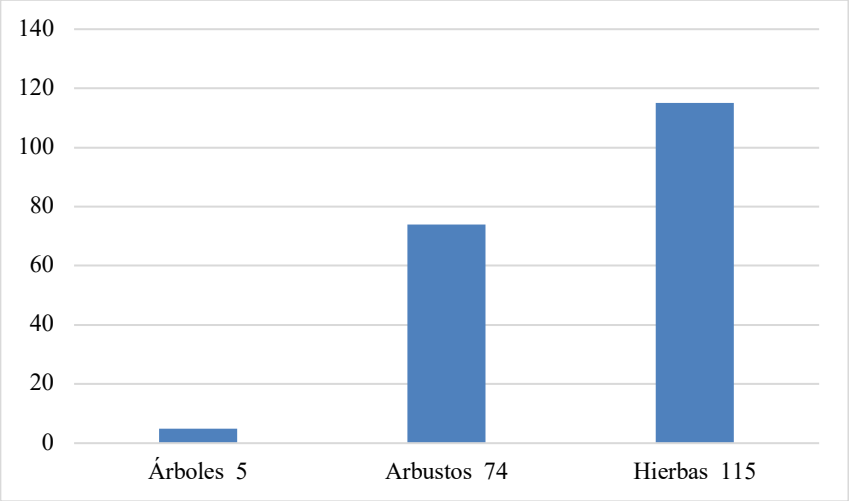
c. Estructura de la vegetación.

La flora del sistema ambiental regional Cordero, está constituida por una variedad aceptable de especies de plantas, debido a esta condición, denota una estructura marcada, en donde los árboles de talla mediana a grande, son reducidos en número, por otro lado, los arbustos son los que destacan con un número aceptable y las hierbas tienen una presencia también importante. Lo anterior fue resultado del análisis ambiental e inventario forestal, estas son las condiciones ecológicas y reflejan el uso que se ha hecho de los recursos, siendo lo principal en tiempos recientes, la ganadería, la agricultura de temporal y de riego. En el SAR Cordero, se reconocieron **5** especies de árboles, **74** especies de arbustos y **115** especies de hierbas (tabla siguiente). Cabe hacer mención, que los árboles, al estar en proceso de crecimiento, suelen tener alturas de arbustos.

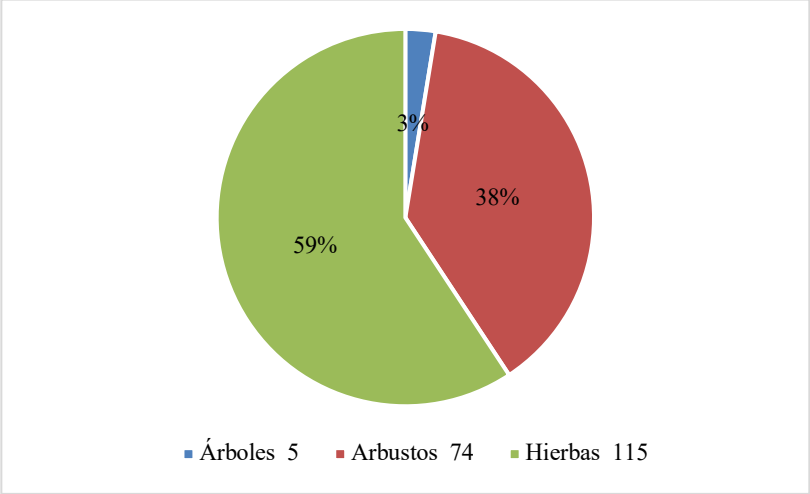
Tabla IV. 63. Estratos de vegetación, número de especies y porcentajes, del sistema ambiental Cordero

Estratos de vegetación	No. de especies de plantas por estrato	Porcentajes (%) en relación al total
Árboles	5	3
Arbustos	74	38
Hierbas	115	59
Total	**194**	**100 %**

A continuación, se muestran gráficas en donde se observan cómo se manifiestan en el SA Cordero, los tres estratos forestales presentes, en cuanto a números y porcentajes.



Gráfica IV. 11. Estratos forestales del Sistema Ambiental Regional Cordero, y número de especies por estrato



Gráfica IV. 12. Estratos de plantas del Sistema Ambiental Regional Cordero, número de especies y porcentajes respecto al total

d. Riqueza específica

La riqueza específica, se define con el número de especies presentes de una localidad particular y en relación a la superficie estudiada, lo que permite hacer comparaciones con otras localidades o áreas de interés.

Este parámetro ecológico, también se le llega a nombrar riqueza florística y nos ayuda a reconocer las diferencias entre comunidades, por ejemplo, en el número y tipo de especies en las condiciones de una superficie de terreno en donde se albergan. La riqueza específica de una región se puede establecer sólo con la cantidad de especies existentes, pero cuando se requiere comparar, entonces se debe considerar en relación a la superficie de terreno que se estudió, por lo anterior este parámetro se mide a través de un cociente resultante entre el número de especies y el logaritmo natural del tamaño del área en hectáreas (Squeo *et al*, 1998).

En este sentido, en los matorrales desérticos del SAR Cordero, se determinaron 194 especies de plantas, por lo que se tuvo:

Riqueza específica Rb = 18.58

Para el área total, que ocupa el sistema ambiental regional Cordero, el dato de riqueza específica es de gran importancia, dado que representa una región con matorral desértico y en donde también hay diversidad de ecosistemas vegetales, su tamaño es considerable y se ubica en una porción del desierto chihuahuense, en la parte sur del Estado de Chihuahua, por lo que tiene ubicación estratégica y por varias décadas atrás y en la actualidad, ha sido punto de interés en el manejo de recursos naturales.

Como se ha mencionado anteriormente, el dato de las especies de plantas de la totalidad del SAR Cordero, se ha integrado con datos actuales del estudio de la MIA Regional del proyecto Cordero 2023, lo que resultó un número grande, y que sirve como referencia para dimensionar la diversidad de esta localidad. Lo anterior, ayuda en posibles contrastes de los datos particulares de áreas dentro del mismo sistema ambiental regional y en determinado momento de áreas contiguas. Esto para poder reconocer aspectos o factores que pudieran estar incidiendo en la presencia o ausencia de algunas especies vegetales o forestales.

Considerando los datos de riqueza específica del SAR Cordero (Rb= 18.58), se puede hacer un comparativo con otras áreas similares del norte de México, Chihuahua, y sur de Estados Unidos, dicho comparativo se presenta en la tabla siguiente.



Fotografía IV. 22. El SAR Cordero, ocupa una superficie importante de matorral desértico y como tal contiene una variedad florística variada, razón por la cual su valor de riqueza específica refleja esta cualidad

Tabla IV. 64. Comparación de la riqueza específica (Rb) entre diferentes áreas forestales de matorral desértico, bosques y otros ecosistemas vegetales del norte de México, incluyendo algunas localidades del norte de México, como de Chihuahua y sur de Estados Unidos (tabla tomada de ejemplo con ajustes, de Muñoz *et al*, 2011)

No.	Sitios de estudios florísticos	Altura m.s.n.m.	Área (ha)	No. de especies	Riqueza específica (S/lna) spp/ha
1	Flora del Sistema Ambiental Regional proyecto Cordero	1390 - 1670	33,165.33	194	18.58
2	Área del EPJ de ANP Samalayuca	1300 - 1400	63,241.12	248	22.43
3	Luna County, Deming, N.M., EUA	1250 - 1400	440	924	151.9
4	Reserva Biosfera Bolsón Mapimí	(400) 1150 (1480)	172 000	313	26
5	Flora del Centro de Chihuahua	1450 - 2300	2 170 000	1322	90.6

En relación, a la riqueza específica del SAR Cordero, su Rb es de 18.58, siendo este un buen resultado, en comparación con los resultados de riqueza específica que se tienen de otras áreas forestales y desérticas, vemos que está poco abajo del ANP Samalayuca y de la reserva de la biósfera Bolsón de Mapimí (aunque las superficies del ANP Samalayuca y del Bolsón de Mapimí son mayores), las otras zonas, sirven de comparación, en donde se ven diferencias relativas al número de especies que se tienen en diferentes superficies.

En relación a la riqueza específica o florística, generalmente el número de especies aumenta conforme la proporción del área, esto debido en parte a cambios importante en altitud y tipo de suelo (Krebs, 2009). Por otra parte, la flora original del terreno de estudio ha sido sometida a presiones provenientes tanto por actividades agrícolas, ganaderas, mineras y otras antropogénicas, lo cual puede influir en ciertas especies.

Análisis de la abundancia, riqueza, estructura y diversidad de las comunidades terrestres que definen el tipo de vegetación y su distribución en la región y en el SAR Cordero

Los aspectos de diversidad, estructura, abundancia y riqueza de especies que conforman las comunidades terrestres o asociaciones vegetales en el SAR Cordero, nos ayudan a comprender la condición ecosistémica de esta importante región del sur del Estado de Chihuahua. En este sentido, se hace un análisis relativo a estos rubros.

En términos de diversidad, podemos hablar de cinco asociaciones vegetales, que en la actualidad conforman el paisaje típico de la localidad Cordero, aquí podemos mencionar como asociaciones o tipos de vegetación

básicos al matorral desértico micrófilo, al pastizal natural, al pastizal inducido, a la vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico y a la vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural. Aunque en términos estrictos se pudiera hablar de únicamente dos asociaciones vegetales originales, el matorral desértico micrófilo y el pastizal natural, pero de hace varias décadas ya observamos la influencia sobre de estos dos tipos de vegetación, derivando en las vegetaciones secundarias y la vegetación inducida.

Como ya se ha comentado, estos tipos de vegetación han tenido variaciones en las últimas décadas, si consideramos los usos que ha hecho la población local y que ha influido en estos cambios en la composición de la variedad florística. En la actualidad, se reconocieron 194 especies de plantas silvestres, por lo que podemos hablar de una diversidad aceptable de especies, se hace esta mención ya que en términos estrictos podemos hablar de un incremento de especies, lo que es cierto, pero este incremento en la variedad o diversidad de especies, se debe en parte a que se han sumado especies de malezas o plantas arvenses (invasoras, principalmente exóticas), lo que no necesariamente es benéfico para la comunidad vegetal.

La riqueza florística, podemos asociarla únicamente a la diversidad de especies y este dato no nos relaciona o nos da referencia de otros aspectos ambientales, pero cuando esta variedad la contemplamos en términos de riqueza específica, podemos tener mejor idea de esta riqueza de vegetales y su función en los ecosistemas. En este sentido en esta MIA-R Cordero, se hizo el análisis de la riqueza específica y se hace un comparativo con otras áreas con condiciones ambientales similares y en donde podemos darnos una idea de la relación funcional de especies de plantas y superficie en donde se ubican.

De acuerdo a los resultados obtenidos, en el rubro de diversidad florística del SAR Cordero, la riqueza específica fue Rb= 18.64 lo que en términos comparativos con otras áreas forestales no resulta desfavorable, dado que estamos en condición similar al ANP Samalayuca (Rb= 22.43) y a la reserva de la biósfera de Mapimí (Rb= 22.43), pero si debemos hacer la consideración que las superficies de estas dos áreas son muy superiores en superficie a Cordero. Las otras áreas con las que se hizo el comparativo, resultan muy arriba en este rubro, en el caso del estudio de la Flora del centro de Chihuahua, la superficie rebasó los 2 millones de hectáreas y el número de plantas fue muy alto, por lo intensivo del estudio, para el caso de Luna County en Nuevo Mexico (Estados Unidos), la superficie es reducida, pero los estudios florísticos fueron muy profundos, generando un número muy alto de especies, lo que incrementó el valor de la riqueza específica.

Considerando lo anterior, podemos suponer que la riqueza específica del SAR Cordero, resulta favorable para equilibrar las condiciones ambientales y con resiliencia suficiente para posibles cambios o influencia en la comunidad vegetal de esta localidad.

En términos de abundancia, en las comunidades vegetales presentes del SAR Cordero, tenemos abundancias variables, pero de acuerdo a los análisis realizados tenemos en el estrato arbóreo a: el mezquite (*Prosopis glandulosa* var. *torreyana*) con Ab= 285; el acebuche (*Celtis laevigata* var. *reticulata*) con Ab= 102; y el tecomblate (*Condalia viridis*) con Ab= 35. Con los mayores valores de abundancia.

En cuanto al estrato arbustivo, se tuvo que las abundancias presentadas fueron así: la vara prieta (*Vachellia vernicosa*) con Ab= 16721; la mariola (*Parthenium incanum*) con Ab= 15202; el hojasén (*Flourensia cernua*) con Ab= 14122; y la vara dulce (*Aloysia gratissima*) con Ab= 3289.

De los valores de abundancia obtenidos, podemos inferir que todas las especies con mejores abundancias del análisis realizado, son plantas nativas, que tienen buena representación en los ecosistemas presentes, además tienen distribución amplia y esto lo demostraron al aparecer en buen porcentaje de los sitios de inventario realizados. Esto también nos habla de la capacidad de resiliencia y amortiguación a posibles influencias o factores adversos a las comunidades vegetales actuales.

La estructura de las comunidades o tipos de vegetación presentes, en general está dada por la presencia de 5 especies de árboles, 74 especies de arbustos y 115 especies de hierbas. Aunque las hierbas son más abundantes en cuanto a especies, el estrato con mayor peso ecológico es el arbustivo, el cual domina en abundancia, cobertura y frecuencia, esto se ve reflejado en los valores de importancia biológica. Este resultado, también resulta de importancia ecológica, lo que nos refleja que la estructura general de estas asociaciones vegetales, mantienen una estructura básica de los ecosistemas semidesérticos y con presencia aún importante de especies

de ecosistemas originales, como lo son el pastizal natural y el matorral desértico micrófilo, esto ayuda también a estos ecosistemas a soportar factores negativos que pudieran presentarse.

IV.3.2.1.4 Análisis estadísticos

El número de especies es quizás, el atributo más frecuentemente utilizado a la hora de describir una taxocenosis, ya que es una expresión mediante la cual se obtiene una idea rápida y sencilla de su diversidad (Magurran, 1988; Gaston, 1996a). Los índices de diversidad tradicionales, que combinan número de especies y evenness (abundancias relativas de las especies), dependen del tamaño de muestra (número de individuos) y del patrón de muestreo, y son difíciles de interpretar (Gaston, 1996). Estos índices han caído en desuso y el número de especies ha pasado a ser, por tanto, un parámetro comúnmente empleado para comparar localidades diferentes (Gotelli & Colwell, 2001), lo que le confiere una gran importancia en los estudios de la Biodiversidad y la Biología de la Conservación. Sin embargo, la mayoría de los inventarios faunísticos son forzosamente incompletos. La imposibilidad de registrar el total de especies durante un trabajo de muestreo es un grave problema metodológico en los estudios de la biodiversidad (Gotelli & Colwell, 2001). Este problema se acentúa cuando trabajamos con el principal componente de la biodiversidad: los invertebrados. Ello es especialmente notable en los denominados grupos hiperdiversos, pero pobremente conocidos, aquellos que son más ricos en especies, pero de los que poseemos un desconocimiento mayor (Colwell & Coddington, 1994; Hammond, 1994).

Como el número de especies aumenta con el tamaño de la muestra, tradicionalmente se ha considerado que, para poder hacer comparaciones entre valores de riqueza, se debían comparar idénticos tamaños muestrales (es decir, igual número de individuos) (ver Magurran, 1988).

En una curva de colecta de especies, la incorporación de nuevas especies al inventario se relaciona con alguna medida del esfuerzo de muestreo (véase más adelante). Cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies colectadas. Al principio, se colectan sobre todo especies comunes, y la adición de especies al inventario se produce rápidamente; por tanto, la pendiente de la curva comienza siendo elevada. A medida que prosigue el muestreo son las especies raras, así como los individuos de especies provenientes de otros lugares, los que hacen crecer el inventario, por lo que la pendiente de la curva desciende. El momento en el que está pendiente desciende a cero corresponde, teóricamente, con el número total de especies que podemos encontrar en la zona estudiada, con los métodos utilizados y durante el tiempo en el que se llevó a cabo el muestreo.

Las curvas de acumulación permiten 1) dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación, 2) una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables, y 3) extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona (Lamas *et al*., 1991; Soberón & Llorente, 1993; Colwell & Coddington, 1994; Gotelli & Colwell, 2001).

Para evaluar la calidad del muestreo debemos encontrar una función que describa su curva de acumulación. Diferentes funciones se han propuesto para modelizar la relación entre el esfuerzo de muestreo y el número de especies encontrado (Soberón & Llorente, 1993; Colwell & Coddington, 1994), siendo las más utilizadas la función exponencial negativa, la logarítmica y la ecuación de Clench (Fagan & Kareiva, 1997; Moreno & Halffter, 2000). Esto dentro de la clasificación de las funciones de acumulación de especies. Por otro lado, también son ampliamente utilizados los modelos no paramétricos (**Chao, Jacknife, Bootstrap, ACE, ICE**).

IV.3.2.1.4.1 Modelos no paramétricos

Chao 1 está basado en abundancia, esto quiere decir que los datos que se requiere se refieren a la abundancia de individuos que pertenecen a una determinada clase de muestra. Como sabemos que, hay muchas especies representadas por pocos individuos en una muestra (especies raras), comparadas con especies comunes, que pueden estar representadas por numerosos individuos.

$$Chao\ 1 = S + \frac{a^2}{2b}$$

Chao 2 es un estimador basado en la incidencia. Es decir que necesita datos de presencia- ausencia de una especie en una muestra dada, esto quiere decir, que solo si está la especie y cuantas veces esta esa especie en un conjunto de muestras. Tiene en cuenta a las especies observadas en exactamente una y dos unidades de muestreo.

$$Chao_2 = S + \frac{L^2}{2M}$$

Chao 1 se ajusta más a los datos de riqueza de las especies y Chao 2 predice una especie más por encontrar (Bautista-Hernández *et al*, 2013)

Jack 1 determina el número de especies presentes en sólo una unidad de muestreo. Disminuye la subestimación del verdadero número de especies en una comunidad, reduciendo el sesgo del orden (1/*n*) de los muestreos. Se basa en el número de especies representadas en una sola muestra (Colwell y Coddington 1994; Moreno 2000). Se recomienda el uso de estos estimadores cuando se tiene una unidad de esfuerzo pequeña, y para áreas pequeñas de muestreo (Escalante *et al.* 2002; Tøttrup *et al.* 2005; Hortal *et al.* 2006).

$$Jack\ 1 = S + L\frac{m-1}{m}$$

Jack 2 considera también a las especies presentes en dos unidades de muestreo (Magurran, 2004).

$$Jack\ 2 = S + \frac{L(2m-3)}{m} - \frac{M(m-2)^2}{m(m-1)}$$

ACE e ICE son estimadores que utilizan datos de abundancia, basados en el concepto estadístico de cobertura de muestreo, se refiere a la suma de probabilidades de encontrar especies observadas dentro del total de especies (Colwell *et al*., 2004).

$$S_{ICE} = S_{frec} + \frac{S_{\inf}}{C_{ICE}} + \frac{Q_1}{C_{ICE}}\gamma^2_{ICE}$$

$$S_{ACE} = S_{abund} + \frac{S_{rare}}{C_{ACE}} + \frac{F_1}{C_{ACE}}\gamma^2_{ACE}$$

El estimador **ACE** se utiliza para las estimaciones para 10 o menos individuos por muestra, el **ICE** utiliza especies encontradas en 10 o menos muestras (Lee y Chao, 1994)

El estimador **Bootstrap** trabaja mejor cuando hay especies raras en las comunidades. De acuerdo con Poulin (1998) y Romero- Tejada *et al*. (2008) este estimador es menos variable y no tiende a sobreestimar la verdadera riqueza independientemente de cuan frecuentes son las especies raras en la comunidad (Bautista-Hernández *et al.*, 2013).

$$Bootstrap = S + \sum (1 - pj)^n$$

Para analizar la calidad del muestreo se corrieron los estimadores anteriormente presentados.

El siguiente procedimiento se realizó para todos los estratos.

Lo primero que se realizó fue la curva de acumulación de especies con los datos obtenidos de los muestreos. Esto a través del programa Estimates 9.1; donde también se obtuvieron los estimadores no paramétricos Chao 1y 2, Jack 1 y 2, ACE, ICE y Bootstrap.

A continuación, se presentan una serie de comparaciones de los valores arrojados por los diferentes estimadores calculados para los diferentes estratos contra el número de especies encontradas; sin embargo, al igual que los apartados siguientes en el **Anexo IV.7** .se encuentran los datos arrojados por el programa estadístico empleado, así como su interpretación y metodología para su obtención.

Tabla IV. 65. Porcentajes respectivos de riqueza por cada estimador en el estrato Arbóreo

Riqueza estimada	ACE	ICE	Chao 1	Chao 2	Jack 1	Jack 2	Bootstrap
12	13.86	15.89	12.67	14.66	15.99	16.99	13.89
%	86.58	75.52	94.71	81.86	75.05	70.63	86.39

IV.3.2.1.5 Aplicación del Índice de Valor de Importancia Biológica (IVI) a la vegetación

Con la información de los muestreos dentro del Sistema Ambiental, se presenta un análisis de diversidad de cada uno de los estratos de la vegetación, para lo cual se utilizaron los siguientes índices y parámetros estructurales:

a) **Densidad**: Franco *et al.* (1996) define densidad como el número de individuos de una especie por unidad de área o volumen y densidad relativa, es la densidad de una especie referida a la densidad de todas las especies del área. La densidad relativa reportada por Edwards *et al.* (1993) se describe como:

$$Dr = \frac{NAi}{NAT} * 100$$

Dónde:

NAi= Número de individuos de la especie i.

NAT= Número de individuos de las especies presentes.

b) **Dominancia relativa**: es la cobertura de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie, Mopt (1985) la define como las especies con mayor biomasa total o gran competencia, la medida de dominancia indica el espacio de terreno ocupado actualmente por una especie y dominancia relativa, es la dominancia de una especie, referida a la dominancia de todas las especies. Reportada por Edwards *et al.,* (1993) como:

$$Dr = \frac{ABi}{ABT} * 100$$

Dónde:

ABi= Área basal de la especie i.

ABT = Área basal de todas las especies.

Dadas las características de la vegetación, la dominancia se estimó en función de la cobertura (%) de las especies en el terreno.

c) **Frecuencia**: según Franco *et al*. (1989) es el número de muestras en la que se encuentra una especie y frecuencia relativa, es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia total de todas las especies.

$$Fr = \frac{Fri}{Ft} * 100$$

Dónde:

Fri= Número de sitios de muestreo en que aparece una especie.

Ft= Número total de sitios de muestreo.

d) Índice de valor de Importancia (IVI). El índice de valor de importancia define cuáles de las especies presentes contribuyen en mayor o menor medida en la estructura de la comunidad. Las especies que tienen el IVI más alto significa, entre otras cosas, que es dominante ecológicamente, que absorbe muchos nutrientes, que ocupa mayor espacio físico, que controla en un porcentaje alto la energía que llega a este sistema. Este índice sirve para comparar el peso ecológico de cada especie dentro del ecosistema. Este valor se obtiene mediante la sumatoria de la frecuencia relativa, la densidad relativa y la dominancia relativa. La descripción del tipo de vegetación se basó en los parámetros estructurales como altura y el valor de importancia de cada especie.

A continuación, se muestran de manera puntual las dos especies por estrato que contaron con el índice de valor de importancia más alto; por los datos obtenidos se puede concluir que estas especies alcanzaron tal valor por contar con una mayor abundancia con respecto a las demás, sin embargo, en el **Anexo IV.7** se presentan de manera individual y detallada los datos obtenidos para cada especie.

Tabla IV. 66. Índice de Valor de Importancia por estrato

Especie	Estrato	Abundancia por especie	Abundancia total por estrato	AR	DR	FR	IVI
Celtis laevigata var. reticulata	Arbóreo	102	460	22.17	19.62	13.46	18.42
Prosopis glandulosa var. torreyana	Arbóreo	285		61.96	64.69	60.58	62.41
Flourensia cernua	Arbustivo	14122	81198	17.39	14.10	0.19	10.56
Vachellia vernicosa	Arbustivo	16721		20.59	25.68	6.83	17.70
Dichondra argentea	Herbáceo	182	2654	6.86	2.63	8.22	5.90
Cenchrus ciliaris L.	Herbáceo	306		11.53	9.83	6.79	9.39

Una vez realizadas las estimaciones antes descritas, se identificó que en el estrato arbóreo el ***Prosopis glandulosa* var. *torreyana*** tiene el mayor índice de valor de importancia (**62.41 %**) en contraste con ***Condalia ericoides* y *Rhus microphylla*** especies con el valor de importancia más bajo puesto ambos obtuvieron una ponderación porcentual de tan solo **0.42%** respectivamente, esto debido a que únicamente se presentaron en un sitio de muestreo con una representatividad de un único individuo.

Por su parte en el estrato arbustivo, las especie con el índice de valor de importancia relativa más bajo fueron ***Agave potrerana*** presentando un valor de importancia relativa de **tan solo .01%**, seguida por ***Ephedra trifurca*** con un **.02%,** mientras que ***Vachellia vernicosa*** presentó el valor más alto debida a la abundante y constante frecuencia con que se presentaron los individuos, alcanzando un Valor de Importancia Relativa de **17.70 %** en relación al total

Mientras que el estrato herbáceo se caracterizó por no contar con especies altamente dominantes ya que el valor más alto obtenido fue por parte de la especie ***Cenchrus ciliaris L,*** la cual presentó un valor de importancia de **9.38.** Mientras que las especies ***Taraxacum officinale y Linum australe*** presentaron un valor más bajo al obtener únicamente un 0.05 % . Cabe hacer mención de que este tipo de estrato se ve afectado a nivel de poblaciones en relación directa a la temporalidad del muestreo, es decir mientras más disponibilidad de agua tenga el sistema ambiental como en temporada de lluvias mayor proliferación tiene este estrato.

IV.3.2.1.6 Aplicación del Índice de diversidad de Shannon - Wiener

Este índice, es uno de los que más apropiados para evaluar la diversidad de la vegetación y aplica bien para rodales forestales, matorrales, manchones de vegetación y otros sistemas forestales. Al considerar este método se contemplan dos componentes principales, el número de especies presente, al que se le llama riqueza, y la abundancia relativa de las especies, que también se le llama de regularidad o equitatividad (Daniel, 1998).

Metodología para calcular el índice de diversidad de Shannon-Wiener. - La diversidad de especies, es una característica única para el nivel de comunidad, es una expresión de la estructura de la comunidad. Se dice que una comunidad tiene diversidad de especies alta, si hay muchas especies presentes y tienden a ser cercanas o igualmente abundantes; en otro sentido, si una comunidad está compuesta de muy pocas especies, o si solo pocas especies son abundantes, la diversidad de especies es baja (Brower and Zar, 1984).

El número de especies y número de individuos por especie es base en los índices de diversidad; la medida más simple de la diversidad de especies es el número de especies (*s*), o la riqueza de especies, diferentes índices de diversidad se han propuesto, considerando principalmente *s,* que es el número de especies) y *N*, que es el total de individuos de todas las especies (Brower and Zar, 1984).

El índice de diversidad de Shannon-Wiener es versátil y aplica apropiadamente cuando tenemos una muestra al azar de abundancia de especies, de una comunidad grande o subcomunidad de interés, la fórmula general es:

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} Pi * Ln\ Pi$$

Dónde:

H'= índice de diversidad de Shannon.

Pi= Abundancia relativa de especies.

$$H'\ máx = Ln\ s$$

Dónde:

H' máx = índice de máxima diversidad.

Ln = logaritmo natural.

S = número total de especies.

Esto es, *Pi* es la proporción del número total de individuos (abundancia relativa) que ocurre en las especies *i*. Para los cálculos, se pueden usar logaritmos de cualquier base, por ejemplo, de base 2, base 10 ó logaritmos naturales (Brower and Zar, 1984).

El índice de Shannon-Wiener (*H´*) fue desarrollado para medir la cantidad de información que se puede transmitir en un código, por ejemplo, en las señales telefónicas; como se había mencionado *Pi* representa la proporción (o abundancia relativa) de cada especie en la población y "log" es la abreviatura del logaritmo, la base de los logaritmos naturales, es la más utilizada actualmente; la sumatoria (Σ) es sobre las "*s*" especies (*i* = 1,2,...,*s*) de la población; si llamamos *ni* al número de individuos de la especie "*i*" y *N* a la población total de la colección, entonces *Pi* = *ni*/*N*; el tamaño de la población (*N*) se calcula sumando los individuos de todas las especies, es decir, *N* = Σ *ni* (Daniel, 1998).

Interpretando la fórmula, el índice de diversidad de Shannon-Wiener, mide el recíproco de la probabilidad de seleccionar todas las especies en la proporción con que existen en la población, es decir, mide la probabilidad

de que una muestra seleccionada al azar de una población infinitamente grande contenga exactamente n1 individuos de especie 1, n2 de especie 2, y n*S* individuos de la especie *s*; el índice H´ aumenta a medida que: 1) aumenta la riqueza (el número de especies); y 2) los individuos se distribuyen más homogéneamente entre todas las especies; La diversidad es cero cuando sólo se tiene una especie y, cuando hay 2 o más especies, es máxima si todas las especies tienen el mismo número de individuos (es decir, cuando las proporciones de todas las especies son iguales, p1 = p2 = ... = ps); el valor de *H´* se ha calculado en muchos estudios ecológicos, los cuales muestran que *H´* generalmente varía entre 1.5 y 3.5 y que raramente pasa de 4.5; existen estadísticos que permiten probar hipótesis sobre las diferencias de diversidad de dos o más colecciones (Greig-Smith, 1983; Kulvac, 1968; Magurran, 1988; todos en Daniel, 1998).

IV.3.2.1.7 Índice de equitatividad de Pielou

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Moreno, 2001).

$$Equitatividad = \frac{H'}{H'_{máx}}$$

Dónde:

H' = índice de diversidad de Shannon.

H' máx = índice de máxima diversidad.

A continuación, se presentan de manera puntual los resultados obtenidos para el índice de diversidad de Shannon, Índice de máxima diversidad e Índice de Pielou; Por su parte la metodología, desarrollo, y descripción de manera detallada se encuentra ubicada en el **Anexo IV.7** de Análisis Estadístico y Parámetros de la Vegetación

Tabla IV. 67. Índices de diversidad de Shannon para los estratos de flora

Parámetro	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
Shannon H =	1.18	2.49	3.75
H' máx	2.48	4.2	4.62
Equitatividad	0.48	0.59	0.81

Para los datos analizados en el estrato arbóreo, de acuerdo con lo anteriormente mostrado presenta una diversidad baja; En el estrato arbóreo se presentó un valor de **H'=1.18** así como un índice de equitatividad de **J'=0.48** lo cual indica una distribución poco uniforme de las especies, puesto que este indicador va en tendencia a **1,** es decir cuanto mayor sea la equitatividad en la distribución de especies este valor estará más cercano al número 1.

Para el estrato arbustivo se registró una riqueza de **67** especies, asimismo se presentó un valor de **H'=2.49** lo cual indica una biodiversidad media estable, así como un índice de equitatividad de **J'=0.59;** como se mencionó en el párrafo anterior este valor se debe a que como se muestra en la tabla anterior, hay especies como *Vachellia vernicosa* que representa el **25.68%** del total de los individuos con una abundancia de **16721** *y Flourensia cernua* ocupando un 14.10% al estar representada por un total de**14122** , de un total de **81198**, es decir estas dos especies ocupa una abundancia relativa del **39.78%** en relación a las demás especies.

Para el análisis del estrato herbáceo del sistema ambiental "Cordero" se tuvo un índice de diversidad alto **H'=3.75**, este valor es considerado como una estimación de biodiversidad alta, así como un valor de equitatividad de **J'=0.81**, esto debido a la homogénea distribución de las especies presentes en el muestreo.

Especies vegetales bajo algún régimen de protección legal del SAR del proyecto Cordero

De las especies de flora, detectadas en el área del SAR del proyecto Cordero, sólo **una** (**1**) se incluye en alguna categoría de la NOM–059–SEMARNAT-2010. En lo que respecta a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), se tienen **trece** (**13**) especies que están consideradas dentro del apéndice II de dicha convención (tabla siguiente).

Tabla IV. 68. Especies de flora del SA Cordero, consideradas en alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 o de la CITES

No.	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
1	*Coryphantha cornifera* (De Candolle) Lemaire	Biznaga de cuernos		**AP II**
2	*Coryphantha poselgeriana* (Dietr.) Britt. & Rose	Biznaga partida de Poselger	**A endémica**	**AP II**
3	*Coryphanta robustispina* (Schott ex Engelmann) Britton & Rose	Biznaga robusta		**APII**
4	*Cylindropuntia imbricata* (Haw.) F.M. Knuth	Cardenche		**AP II**
5	*Cylindropuntia kleiniae* (DC.) F.M. Kunth	Tasajo		**AP II**
6	*Echinocactus horizonthalonius* Lemaire	Biznaga meloncillo, manca mula, manca caballo		**AP II**
7	*Echinocerus dasyacanthus* Engelmann	Biznaga arco iris, huevos de toro		**AP II**
8	*Echinocereus pectinatus* (Scheidw.) Engelm.	Huevos de toro		**AP II**
9	*Mammillaria heyderi* Muhlenpfordt	Biznaga, chilitos		**AP II**
10	*Opuntia engelmannii* Salm-Dyck ex Engelmann	Nopal tuna morada		**AP II**
11	*Opuntia macrocentra* Engelmann	Nopal violáceo		**AP II**
12	*Opuntia phaeacantha* Engelm.	Nopal rastrero		**AP II**
13	*Opuntia robusta* H.L. Wendl. ex Pfeiff.	Nopal tapón		**AP II**



Fotografía IV. 23. La biznaga partida (*Coryphantha poselgeriana*), es una especie que se encuentra en la categoría de Amenazada (A endémica) en la NOM-059-SEMARNAT-2010



Fotografía IV. 24. La biznaga robusta (*Coryphantha robustispina*), es parte de la familia Cactaceae, está incluida en el apéndice II de la CITES



Fotografía IV. 25. La biznaga arco iris (*Echinocereus dasyacanthus*), pertenece a la familia Cactaceae y también se encuentra listada en el apéndice II de la CITES

Se presenta en el **Anexo IV.8** un catálogo fotográfico de flora silvestre, el cual compila las especies más representativas de la zona.

IV.3.2.2 Fauna

IV.3.2.2.1 Diversidad faunística

Los matorrales desérticos y semidesérticos, en su porción centro - sur del Estado de Chihuahua son variados, incidiendo esto en la variedad faunística, que incluye diversas especies, esta comunidad faunística se relaciona con la condición ecológica de esta región, que es parte del desierto chihuahuense. En estos terrenos, es donde se ubica el Sistema Ambiental Regional (SAR) del Proyecto Cordero, en el municipio de Hidalgo del Parral, Chihuahua.

Procedimientos para estimar la diversidad faunística del Sistema Ambiental Regional del proyecto Cordero

Para el análisis de la diversidad faunística en cuestión, se toman en cuenta diferentes pasos que incluyen información y datos, que ayudan para la definición de la variedad de animales silvestres, lo que considera la composición de especies de vertebrados (principalmente mamíferos, aves, anfibios, reptiles y peces) que están presentes en el Sistema Ambiental Regional. Esto incluyó diversas actividades, como análisis ambiental en campo, implementación de transectos de revisión de fauna, colocado de cámaras trampa en diversos puntos del sistema ambiental, información fidedigna de personal técnico, y revisiones de trabajos faunísticos relativos a la región entre otras. Enseguida, se puntualizan diversas acciones.

- Cuarenta (40) Transectos específicos para detección de fauna silvestre en el Sistema Ambiental Regional
- Vertebrados encontrados en recorridos y visitas en el área de influencia del SAR Cordero
- La detección de especies incluye observación directa o avistamientos y medios indirectos como reconocimiento de rastros (huellas, excretas, madrigueras, cantos, rascaderos, echaderos, nidos, plumas, productos roídos o mordidos, pieles, cuernos, huesos, etc.)
- Individuos de fauna, registrados en cámaras - trampa, las cuales se han ubicado en puntos estratégicos del sistema ambiental
- Información fauna silvestre, proporcionada por gente que incide en la localidad, la cual es verificada y validada
- Los individuos y especies reconocidas, fueron contrastadas y sujetas a una revisión bibliográfica de fauna recurrente de la región y que es probable su presencia en la zona de influencia del SAR

Con esto, se determina la diversidad faunística y adicionalmente se analiza la composición faunística del sistema ambiental Cordero, con el propósito de conocer las diferentes clases de vertebrados que componen la diversidad de fauna, se revisa qué familias son parte de las clases de mamíferos, aves y reptiles y los porcentajes que representan cada clase.



Fotografía IV. 26. La paloma de alas blancas (*Zenaida asiatica*), pertenece a la familia Columbidae, este par de aves fue detectada en un ocotillo, en el SAR Cordero

a. Transectos para revisión y análisis de la fauna silvestre del Sistema Ambiental Regional Cordero

La técnica de transectos, incluye la observación y toma de datos que sirven para la revisión precisa a lo largo de una línea definida, en base a las características de requerimientos ecológicos de la fauna silvestre, esta se hace a través de una brecha, sendero, camino, o a través de un trazo elegido dentro de la vegetación. Los transectos aplican a diversas clases de vertebrados, como son los mamíferos, aves, anfibios y reptiles, se consideran sus hábitos, comportamientos, y preferencias ambientales; la aplicación se realiza preferentemente al inicio del día o bien a la hora del crepúsculo, aunque en ciertas condiciones aplica a cualquier hora del día. También se considera que muchas especies no son fáciles de ver o son secretivas, pero que si dejan rastros o indicios que pueden ser estudiados mediante este procedimiento.

Los transectos realizados, aplican para mamíferos, aves, anfibios y reptiles. En cuanto a la temporalidad de los muestreos vía transectos, estos se realizan entre los meses de octubre de 2020 y marzo de 2023, abarcando las cuatro estaciones del año; lo que ayuda a contemplar variadas especies que ocurren a lo largo de un período anual. Se realiza de esta manera, debido a los tiempos del estudio que incluyo datos del estudio de línea base y otros específicos para esta MIA Regional. Esto nos permite bosquejar la presencia relativa de las especies de fauna, las cuales resultaron apegadas a lo que se ha observado históricamente en el área del Sistema Ambiental Regional Cordero.

b. Monitoreo de fauna silvestre, mediante Foto - trampeo (cámaras - trampa)

Mediante esta técnica de monitoreo, se logra reconocer variadas especies de animales silvestres. La explicación amplia de este método, se presenta en el **Anexo IV.9**.

En total, se colocaron 38 cámaras automatizadas, con el objetivo de conocer parte de la riqueza de especies de fauna silvestre, de tallas chica, mediana y grande. Se logró la detección de diversas especies sigilosas o de hábitos nocturnos, que, con otros métodos de muestreo, no habría sido posible reconocer su presencia en el área.



Fotografía IV. 27. Selección y preparación de sitio, para colocado de cámara - trampa, el sitio debe contar con características ecológicas apropiadas para un buen resultado

Los registros fotográficos de fauna obtenidos, se ingresan en una base de datos, en donde se tiene el número total de fotos y el número de fotos que si captaron especímenes. Para el caso específico de este estudio, los registros de las diferentes especies, sirven para definir la diversidad faunística de esta localidad en cuestión.

Diversidad de especies de fauna silvestre, detectadas para el Sistema Ambiental Regional del proyecto Cordero

Con la información global resultante, se estimó la diversidad faunística (riqueza de especies) del Sistema Ambiental Regional, siendo de **92** especies de fauna silvestre, en donde se incluyen mamíferos, aves, anfibios y reptiles, esto representa los datos que se generaron en el análisis ambiental usando transectos lineales, cámaras trampa, detección de especies en diversas áreas del SAR, e información fidedigna de lugareños de la localidad Cordero. Esto se coteja con otros estudios realizados por diversos especialistas en fauna para la región.

Las especies de vertebrados que se reconocen para este SAR Cordero, se muestran en la tabla siguiente.

Tabla IV. 69. Especies de vertebrados, mamíferos, aves, anfibios y reptiles del Sistema Ambiental Regional del proyecto Cordero

No.	Familia	Nombre científico	Nombre común	ESTATUS NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	Especies prioritarias para la conservación	Lista Roja de la UICN
MAMIFEROS							
1	**NATALIDAE**	*Natalus stramineus* Gray	Murciélago lanudo				**LC**
2	**VESPERTILIONIDAE**	*Myotis* sp.	Murciélago de las cuevas				
3	**LEPORIDAE**	*Lepus californicus texianus* Waterhouse	Liebre cola negra			**SI**	**LC**
4		*Lepus callotis* Wagler	Liebre torda, Liebre de costados blancos				**VU**
5		*Sylvilagus audobonii* (Baird)	Conejo del desierto				
6	**SCIURIDAE**	*Otospermophilus variegatus* (Erxleben)	Ardillón de las rocas				**LC**
7		*Xerospermophilus spilosoma canescens* Merriam	Ardilla terrestre manchada				**LC**
8	**HETEROMYIDAE**	*Chaetodipus nelsoni nelsoni Merriam*	Tuza del sur de Chihuahua				**LC**

9		*Neotoma albigula durangae* J.A. Allen	Rata maderera de cuello blanco				**LC**
10		*Neotoma mexicana mexicana* Baird	Rata maderera mexicana				**LC**
11	**CRICETIDAE**	*Peromyscus difficilis penicillatus Mearns*	Ratón patas blancas del desierto				**LC**
12		*Peromyscus maniculatus blandus* Osgood	Ratón venado del desierto de Chih., deer mouse				**LC**
13		*Peromyscus* sp.	Ratón				**LC**
14		*Reithrodontomys megalotis megalotis* (Baird)	Ratón cosechador del desierto				**LC**
15	**CANIDAE**	*Canis latrans mearnsi* Merriam	Coyote				**LC**
16		*Urocyon cinereoargenteus* (Schreber)	Zorra gris				**LC**
17	**PROCYONIDAE**	*Procyon lotor* (Linnaeus)	Mapache				**LC**
18		*Conepatus leuconotus (*Lichtenstein)	Zorrillo espalda blanca, zorrillo cadeno				**LC**
19		*Mephitis macroura milleri* Mearns	Zorrillo encapuchado, zorrillo listado				**LC**
20	**MUSTELIDAE**	*Mephitis mephitis* (Schreber)	Zorrillo listado, zorrillo rayado				**LC**
21		*Spilogale gracilis leucoparia* Merriam	Zorrillo manchado, zorrillo pinto				**LC**
22		*Taxidea taxus berlandieri* Baird	Tejón, Tlalcoyote	**A**			**LC**
23	**FELIDAE**	*Lynx rufus* (Schreber)	Gato montés		**AP II**		**LC**
24		*Puma concolor* (Linnaeus)	Puma, león de la montaña		**AP II**		**LC**
25	**CERVIDAE**	*Odocoileus hemionus crooki* (Mearns)	Venado bura			**SI**	**LC**
26		*Odocoileus virginianus* (Zimmermann)	Venado cola blanca			**SI**	**LC**
27	**TAYASSUIDAE**	*Pecari tajacu* (Linnaeus)	Pecarí de collar, jabalí de collar			**SI**	**LC**
			A V E S				
28	**ANATIDAE**	*Aix sponsa* (Linnaeus)	Pato maderero, pato arco iris, wood duck			**SI**	**LC**
29		*Anas crecca* Linnaeus	Cerceta de alas verdes, green winged teal			**SI**	**LC**
30	**CHARADRIIDAE**	*Charadrius vociferus vociferus* Linnaeus	Tildillo, chorlito, chorlo gritón				**LC**
31	**CATHARTIDAE**	*Cathartes aura* Linnaeus	Aura				**LC**
32		*Coragyps atratus* (Bechstein)	Zopilote				**LC**
33	**ACCIPITRIDAE**	*Buteo jamaicensis* (J.F. Gmelin)	Halcón cola roja-Kusaka*, gavilán cola roja, aguililla cola roja		**AP II**		**LC**
34		*Buteo swainsoni* Bonaparte	Halcón pecho blanco, gavilán chapulinero, Aguililla de Swainson, Swainson´s hawk	**Pr**	**AP II**		**LC**
35	**FALCONIDAE**	*Falco sparverius sparverius* Linnaeus	Cernícalo, gavilancillo, halcón gorrión		**AP II**		**LC**
36	**STRIGIDAE**	*Asio flammeus* (Pontoppidan)	Búho de orejas cortas, short eared owl		**AP II**		**LC**
37		*Megascops kennicottii* (Elliot)	Tecolotillo gritón del oeste, tecolote occidental, western screech owl		**AP II**		**LC**
38	**TYTONIDAE**	*Tyto alba* (Scopoli)	Lechuza blanca, Lechuza de		**AP II**		**LC**

			campanario, tito, barn owl				
39	**ODONTOPHORIDAE**	*Callipepla squamata* (Vigors)	Codorniz escamosa, godorniz, cotucha				**LC**
40	**RALLIDAE**	*Fulica americana* Gmelin	Gallareta, gallareta americana				**LC**
41	**PICIDAE**	*Colaptes chrysoides chrysoides* (Malherbe, 1852)	Agoga, goa del altiplano, carpintero de pechera, carpintero bruñido				**LC**
42	**COLUMBIDAE**	*Columbina inca* (Lesson)	Paloma torcáz, tórtola				**LC**
43		*Streptopelia decaocto* (Frivaldszky)	Paloma de collar turca				**LC**
44		*Zenaida macroura* (Linnaeus)	Paloma huilota, paloma habanera, paloma madrugadora			**SI**	**LC**
45		*Zenaida asiatica* (Linnaeus)	Paloma de alas blancas, makawi*, paloma torcáz, tórtola			**SI**	**LC**
46	**CUCULIDAE**	*Geococcyx californianus* (Lesson)	Correcaminos, paisano, faisán				**LC**
47	**CAPRIMULGIDAE**	*Chordeiles acutipennis* (Hermann)	Tapacaminos, chotacabras, aguador, halcón nocturno, chotacabras menor				**LC**
48	**ALAUDIDAE**	*Eremophila alpestris* (Linnaeus)	Alondra cornuda				**LC**
49	**HIRUNDINIDAE**	*Hirundo rustica* (Linnaeus)	Golondrina tijereta				**LC**
50	**MIMIDAE**	*Mimus polyglottos* (Linnaeus)	Cenzontle, chonte				**LC**
51		*Toxostoma curvirostre* Swainson	Cuitacoche				**NT**
52	**LANIIDAE**	*Lanius ludovicianus* Linnaeus	Chonte cabezón, verduguillo, verdugo, alcaudón verdugo, verdugón				**LC**
53	**TYRANNIDAE**	*Myiarchus cinerascens* (Lawrence)	Papamoscas cenizo				**LC**
54		*Sayornis nigricans* (Swainson)	Papamoscas negro, mosquero negro, cachamoscas obscuro, viudita				**LC**
55		*Sayornis saya* (Bonaparte)	Papamoscas llanero, mosquero llanero				**LC**
56		*Tyrannus verticalis* Say	Pájaro madrugador				**LC**
57		*Tyrannus vociferans* (Swainson)	Tirano, Chogueo, pájaro madrugador, pica cuervos				**LC**
58	**CORVIDAE**	*Corvus corax* Linnaeus	Cuervo, cuervo común				**LC**
59	**TROGLODYTIDAE**	*Campylorhynchus brunneicapillus* (Lafresnaye)	Matraca del desierto				**LC**
60		*Catherpes mexicanus* (Swainson)	Saltaparedes				**LC**
61	**TURDIDAE**	*Turdus migratorius* Linnaeus	Primavera				**LC**
62	**POLIOPTILIDAE**	*Polioptila caerulea* (Linnaeus)	Perlita azul-gris				**LC**
63		*Polioptila melanura* Lawrence	Perlita, perlita del desierto				**LC**
64	**PTILOGONATIDAE**	*Phainopepla nitens* (Swainson)	Capulinero negro, cardenal negro, phainopepla				**LC**
65	**PARULIDAE**	*Setophaga coronata* (Linnaeus)	Canario Gorjeador, chipe coronado, chipe grupidorado				**LC**
66		*Vermivora celata* (Say)	Canario copete naranja				**LC**

67	**CARDINALIDAE**	*Cardinalis cardinalis* (Linnaeus)	Cardenal rojo, cardenal norteño				**LC**
68		*Cardinalis sinuatus* (Linnaeus)	Chivo, Cardenal pardo				**LC**
69		*Passerina cyanea* (Linnaeus)	Azulejo índigo, colorín índigo				**LC**
70		*Pheucticus melanocephalus* (Swainson)	Picogordo tigrillo, pájaro del frío				**LC**
71	**PASSERELLIDAE**	*Aimophila ruficeps* (Cassin)	Gorrión corona canela, Zacatonero corona rufa				**LC**
72		*Ammodramus savannarum* (Gmelin)	Gorrión chapulín				**LC**
73		*Amphispiza bilineata* (Cassin)	Gorrión gorjinegro, zacatonero garganta negra				**LC**
74		*Amphispiza quinquestriata* (Sclater & Salvin)	Gorrión de cinco líneas, gorrión cinco rayas, zacatonero cinco rayas				**LC**
75		*Chondestes grammacus (Say)*	Gorrión arlequín, gorrión rayado, lark sparrow				**LC**
76		*Melozone fusca* (Swainson)	Viejita, rascador, pipilo café				**LC**
77		*Passerculus sandwichensis* (J.F. Gmelin)	Gorrión llanero, gorrión de la sabana, gorrión sabanero				**LC**
78		*Peucaea cassinii* (Woodhouse)	Zacatonero de Cassin, gorrión de Cassin				**LC**
79		*Pipilo chlorurus* (Audubon)	Rascador verde, Pipilo verde, rascador, toquí cola verde				**LC**
80		*Pooecetes gramineus* (J.F. Gmelin)	Gorrión zacatonero, gorrión cola blanca				**LC**
81		*Zonotrichia leucophrys* (J.R. Forster)	Gorrión de frente blanca, gorrión corona blanca				**LC**
82	**FRINGILLIDAE**	*Haemorhous mexicanus* P.L. Statius (Müller)	Gorrión cabeza roja casero, pinzón casero, pinzón mexicano				**LC**
83	**PASSERIDAE**	*Passer domesticus* (Linnaeus)	Chirino, chirulo, villista, gorrión casero				
			A N F I B I O S				
84	**BUFONIDAE**	*Anaxyrus punctatus (*Baird and Girard)	Sapo de puntos rojos, sapo pinto, sapo punteado				**LC**
			R E P T I L E S				
85	**KINOSTERNIDAE**	*Kinosternon hirtipes murrayi* Glass y Hartweg	Tortuga casquito del Conchos, tortuga mexicana del fango, tortuga pedorra	**Pr**			**LC**
86	**TEIIDAE**	*Aspidoscelis inornata chihuahuae* (Wright y Lowe)	Lagartija azul				**LC**
87	**IGUANIDAE**	*Holbrookia maculata* Girard	Lagartija sorda menor				**LC**
88		*Phrynosoma cornutum* (Harlan)	Camaleón cornudo de Texas				**LC**
89		*Sceloporus merriami* Stejneger	Lagartija escamosa				**LC**
90	**COLUBRIDAE**	*Pituophis catenifer affinis* (Hallowell)	Huajumar, culebra ratonera, alicante				**LC**
91	**VIPERIDAE**	*Crotalus atrox* Baird y Girard	Víbora de cascabel de diamantes	**Pr**			**LC**
92		*Crotalus molossus* Baird y Girard	Víbora de cascabel de cola negra	**Pr**			**LC**

Claves Lista Roja IUCN: Lc – preocupación menor; Nt – casi amenazada; Dd – datos insuficientes Vu – vulnerable; Ew – extinta en estado silvestre; Cr – en peligro crítico; En – en peligro; Ne – no evaluada; Ex – Extinta

De la diversidad faunística resultante, se destaca que las 92 especies de fauna del SAR del proyecto Cordero, fueron definidas a través de aplicación de transectos de fauna, registros en cámaras – trampa, observaciones directas, indicios varios de su presencia en visitas de análisis ambiental, reconocimiento en traslados y recorridos, e información proporcionada por lugareños



Fotografía IV. 28. El camaleón (*Phrynosoma cornutum*), es un miembro de la familia Iguanidae y fue fotografiado en el SAR Cordero

IV.3.2.2.2 Composición Faunística del Sistema Ambiental Regional del proyecto Cordero

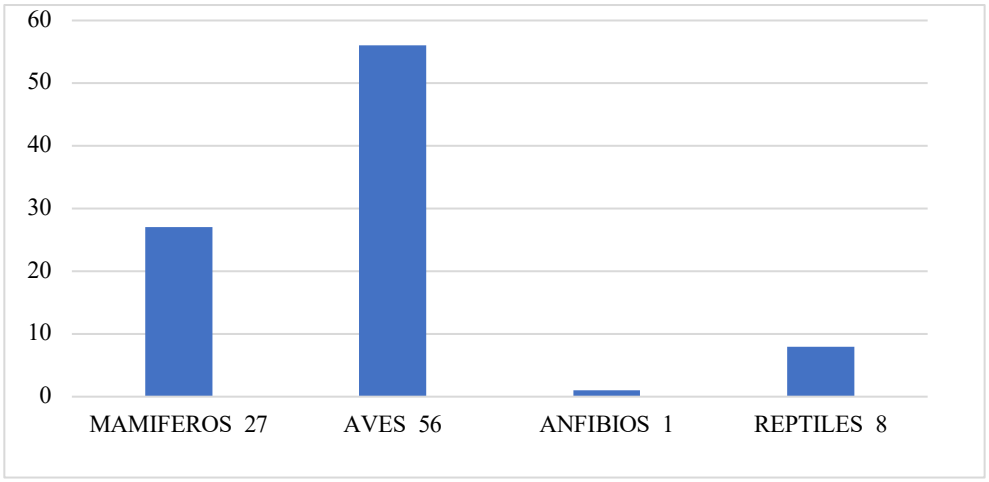
La composición faunística, se integra por especies de mamíferos, aves, anfibios y reptiles, que se reconocieron como presentes en el SAR del proyecto Cordero, lo que se muestra en la tabla siguiente.

Tabla IV. 70. Composición de las especies de vertebrados, del Sistema Ambiental Regional Cordero, se incluyen clases, familias, géneros, especies y porcentajes de las clases con respecto al total

Clases	Familias	Géneros	Especies	Porcentaje (%) respecto al total
Mamíferos	12	21	27	29
Aves	29	50	56	61
Anfibios	1	1	1	1
Reptiles	5	6	8	9
Total	**47**	**6**	**92**	**100%**



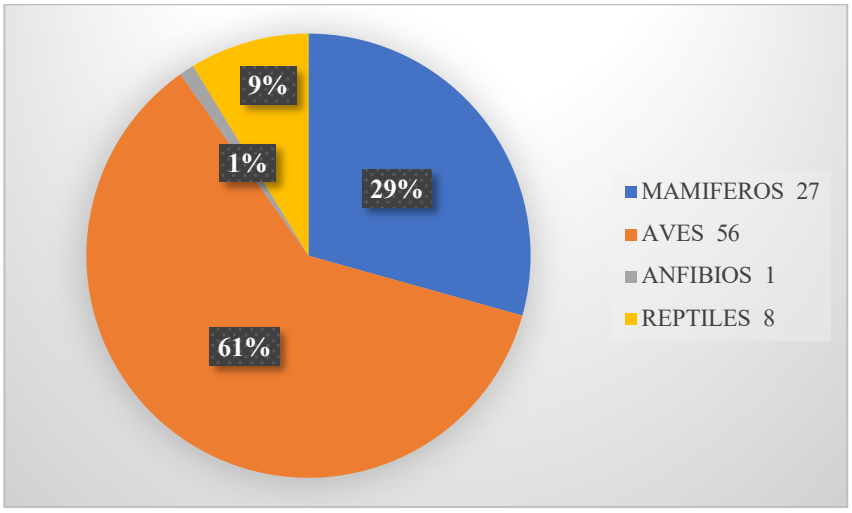
Fotografía IV. 29. Esta hembra de venado bura (*Odocoileus hemionus*), pertenece a la familia Cervidae, siendo parte de la clase de mamíferos. Imagen captada con cámara – trampa el 5 de diciembre de 2020



Gráfica IV. 13. Clases y número de especies de animales silvestres del Sistema Ambiental Regional Cordero



Fotografía IV. 30. Varias especies fueron reconocidas por indicios o rastros, como es el caso de este cuerno de venado bura (*Odocoileus hemionus*) encontrado dentro del SAR Cordero



Gráfica IV. 14. Clases de vertebrados del Sistema Ambiental Regional del proyecto Cordero, número de especies y porcentaje en relación al total de especies presentes

Resultados de aplicación de transectos para análisis de fauna silvestre en el SAR Cordero

Los transectos de análisis faunísticos, fueron ubicados de manera dirigida en áreas de interés del Sistema Ambiental Regional. Los cuarenta (40) transectos realizados contemplaron una franja de visualización de 10 metros a ambos lados (dando un espectro visual de 20 metros de ancho sobre los transectos). En total los transectos arrojaron una distancia de recorrido total de 14693.83 m lineales. Con lo anterior, se tuvo una superficie de revisión en los cuarenta transectos de 293,876.6 m² (29.38766 ha), lo que representa un 0.085% de superficie revisada para fauna, con respecto a la superficie total del Sistema Ambiental Regional que es de 34296.56 ha. Enseguida se muestra mapa con transectos, datos de ubicación y longitud de los transectos aplicados.

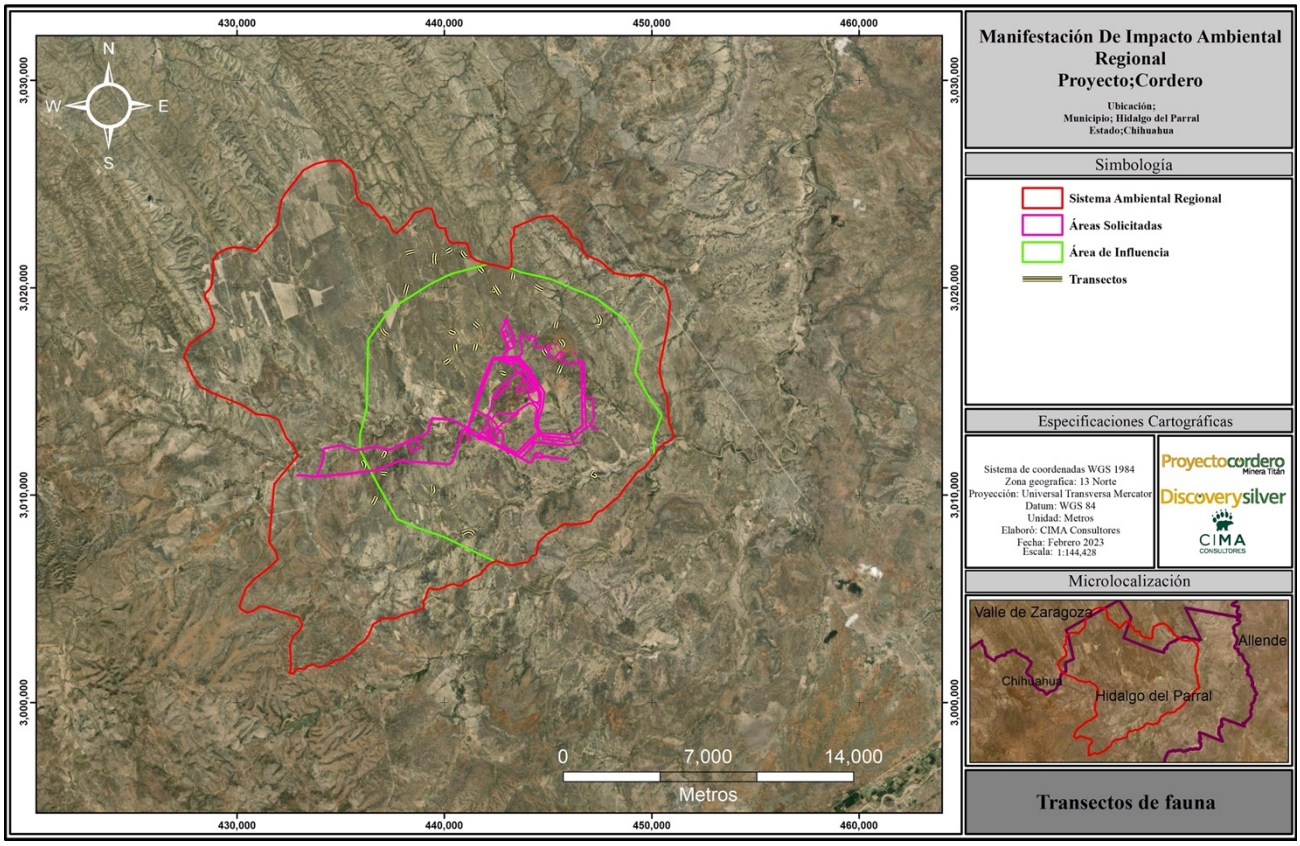


Figura IV. 65. Ubicación de los cuarenta transectos para fauna, que aplicaron en el Sistema Ambiental Regional del Cordero

Tabla IV. 71. Transectos de revisión de fauna, en áreas del SAR del proyecto Cordero

Transectos de revisión de fauna, en áreas del SAR del proyecto Cordero					
Transectos	**X inicial**	**Y inicial**	**X final**	**Y final**	**Longitud**
1	441586.33	3016357.18	441276.18	3016310.36	332.07
2	446100.38	3010629.21	446598.46	3010343.78	641.19
3	447953.39	3015494.13	448127.60	3015803.53	368.30
4	445362.98	3017845.01	445384.18	3018268.93	430.78
5	440507.71	3012050.13	440755.52	3012440.12	479.17
6	444414.51	3011196.36	444357.92	3011558.63	370.54
7	443069.55	3012324.89	442674.97	3012556.82	459.92
8	446359.09	3012040.78	446673.74	3012173.76	389.95
9	447220.45	3016615.95	447267.30	3017077.98	465.67
10	442988.38	3017300.64	442820.90	3017726.35	457.70
11	447422.00	3018670.00	447419.14	3018277.11	462.05
12	447275.00	3010900.00	447236.89	3011095.14	373.02
13	440883.00	3008150.00	441409.58	3008114.95	625.00
14	444363.00	3020110.00	444730.88	3019906.42	423.07
15	437234.00	3017730.00	436989.97	3018025.27	394.63
16	438082.00	3019710.00	438221.87	3020148.55	464.65
17	438518.00	3021780.00	438125.37	3021660.05	409.75
18	440863.00	3021750.00	441045.78	3021487.81	331.45
19	442395.00	3020100.00	442667.85	3019679.97	498.10
20	439529.00	3021140.00	439531.53	3021657.36	520.98
21	436710.25	3009890.63	436535.39	3009568.55	373.41
22	436966.15	3011046.37	437200.52	3011018.36	239.14
23	437124.21	3012067.54	437017.12	3011839.51	259.06

24	439435.98	3010138.19	439446.03	3010461.24	335.21
25	436052.98	3011628.65	436118.85	3011336.78	328.16
26	444900.75	3016789.34	444770.04	3017026.39	275.31
27	445353.31	3018057.25	445428.48	3018367.08	321.24
28	445719.53	3017194.74	445610.63	3017471.51	326.50
29	445488.45	3015903.09	445620.89	3016228.86	352.39
30	442951.45	3015860.89	442732.44	3015908.47	230.78
31	440336.42	3021875.22	440094.74	3021730.97	286.93
32	440945.02	3021551.35	440764.66	3021786.42	298.25
33	441836.39	3020776.52	441672.80	3020932.78	233.92
34	442511.30	3019927.54	442333.82	3019859.66	194.15
35	443293.00	3020404.17	443334.95	3020708.59	307.73
36	440211.06	3016517.71	440011.34	3016360.84	263.00
37	440518.85	3017270.30	440548.51	3016963.55	309.51
38	441650.76	3018120.51	441430.89	3018318.67	296.49
39	440482.05	3017792.73	440254.15	3017892.09	252.56
40	441519.83	3017278.29	441446.65	3016976.29	312.12
				Total	**14693.83**

Mediante este método de transectos, se pudo definir la ocurrencia de 63 especies de fauna silvestre, con un arreglo taxonómico en donde predomina la clase de las aves con 42 especies, enseguida está la clase de mamíferos con 15 especies, y los reptiles con 6 especies. A continuación, se presenta tabla concentrada con información de número de indicios de especies de fauna, en los cuarenta transectos analizados. La información completa con datos de cada uno de los transectos y cámaras, se presenta en **Anexo IV.9** Técnicas de muestreo de fauna silvestre.

Tabla IV. 72. Especies de fauna y ocurrencia de sus indicios, como resultado de la aplicación de cuarenta (40) transectos lineales en el Sistema Ambiental regional del proyecto Cordero

No.	Clase	Especie	Nombre común	No. Indicios
1	Mamíferos	*Canis latrans* Say	Coyote	30
2	Mamíferos	*Puma concolor* (Linnaeus)	Puma	2
3	Mamíferos	*Lepus californicus* Gray	Liebre cola negra	20
4	Mamíferos	*Lepus callotis* Wagler	Liebre torda, Liebre de costados blancos	7
5	Mamíferos	*Sylvilagus audobonii* (Baird)	Conejo del desierto	36
6	Mamíferos	*Neotoma mexicana mexicana* Baird	Rata maderera mexicana	2
7	Mamíferos	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de las rocas	10
8	Mamíferos	*Xerospermophilus spilosoma* Bennet	Ardilla terrestre manchada, Juanito	5
9	Mamíferos	*Procyon lotor* (Linnaeus)	Mapache	10
10	Mamíferos	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	18
11	Mamíferos	*Odocoileus hemionus crooki* (Mearns)	Venado bura, venado mula	14
12	Mamíferos	*Odocoileus virginianus couesi*	Venado cola blanca	24
13	Mamíferos	*Pecari tajacu* (Linnaeus)	Pecarí de collar	11
14	Mamíferos	*Lynx rufus* (Schreber)	Gato montes	6
15	Mamíferos	*Peromyscus maniculatus blandus* Osgood	Ratón venado	1
16	Aves	*Cathartes aura* Linnaeus	Aura	46
17	Aves	*Coragyps atratus* (Bechstein)	Zopilote	18
18	Aves	*Buteo jamaicensis fuertesi*	Gavilán cola roja	10
19	Aves	*Falco sparverius* Linnaeus	Cernícalo	7
20	Aves	*Geococcyx californianus* (Lesson)	Correcaminos, paisano	13
21	Aves	*Callipepla squamata* (Vigors)	Cotucha, codorniz escamosa, godorniz	29
22	Aves	*Buteo swainsoni* Bonaparte	Halcón pecho blanco	1
23	Aves	*Zenaida asiática* (Linnaeus)	Paloma de alas blancas	60
24	Aves	*Columbina inca (Lesson)*	Tórtola	16
25	Aves	*Streptopelia decaocto* (Frivaldszky)	Paloma turca	11
26	Aves	*Zenaida macroura* (Linnaeus)	Paloma huilota, paloma habanera	67
27	Aves	*Colaptes auratus* (Linnaeus)	Carpintero de pechera, goa	10
28	Aves	*Chordeiles acutipennis* (Hermann)	Tapacaminos, chotacabras, aguador	5
29	Aves	*Corvus corax* Linnaeus	Cuervo	19

30	Aves	*Lanius ludovicianus* Linnaeus	Chonte cabezón, verduguillo, verdugo	3
31	Aves	*Polioptila caerulea* (Linnaeus)	Perlita azul-gris	3
32	Aves	*Mimus polyglottos* (Linnaeus)	Cenzontle, chonte	5
33	Aves	*Toxostoma curvirostre* Swainson	Cuitacoche*, Cuitlacoche	5
34	Aves	*Tyrannus vociferans* (Swainson)	Tirano, Chogueo*, pájaro madrugador, pica cuervos	1
35	Aves	*Vermivora celata* (Say)	Gorjeador copete naranja, chipe corona naranja	2
36	Aves	*Campylorhynchus brunneicapillus* (Lafresnaye)	Matraca del desierto	7
37	Aves	*Catherpes mexicanus* (Swainson)	Saltaparedes	7
38	Aves	*Tyrannus verticalis* Say	Pájaro madrugador	7
39	Aves	*Tyrannus vociferans*	Pájaro madrugador, chogueo	4
40	Aves	*Cardinalis sinuatus* (Linnaeus)	Chivo, Cardenal pardo	9
41	Aves	*Turdus migratorius* Linnaeus	Primavera	9
42	Aves	*Passerina cyanea* (Linnaeus)	Azulejo índigo, colorín índigo	7
43	Aves	*Melazone fusca*	Viejita	13
44	Aves	*Ammodramus savannarum* (Gmelin)	Gorrión chapulín	42
45	Aves	*Amphispiza bilineata* (Cassin)	Gorrión gorjinegro, zacatonero garganta negra	10
46	Aves	*Pooecetes gramineus* (J.F. Gmelin)	Gorrión zacatonero, gorrión cola blanca	19
47	Aves	*Haemorhous mexicanus* P.L. Statius (Müller)	Gorrión cabeza roja casero, pinzón casero	9
48	Aves	*Peucaea cassinii* (Woodhouse)	Gorrión de Cassin	5
49	Aves	*Charadrius vociferus vociferus* Linnaeus	Tildillo, Tildío, chorlito, chorlo gritón	5
50	Aves	*Myiarchus cinerascens* (Lawrence)	Papamoscas cenizo	1
51	Aves	*Sayornis nigricans (Swainson)*	Papamoscas negro	1
52	Aves	*Sayornis saya*	Papamoscas llanero	1
53	Aves	*Setophaga coronata* (Linnaeus)	Canario gris/ Amarillo	3
54	Aves	*Anas crecca* Linnaeus	Cerceta de alas verdes	3
55	Ave	*Fulica americana Gmelin*	Gallareta	2
56	Aves	*Aix sponsa* (Linnaeus)	Pato maderero, pato arco iris	5
57	Aves	*Phainopepla nitens* (Swainson)	Gorrión barba negra, Capulinero Negro	4
58	Reptiles	*Phrynosoma cornutum* (Harlan)	Camaleón cornudo	8
59	Reptiles	*Aspidoscelis inornata chihuahuae* (Wright y Lowe)	Huico, Lagartija azul, Cachora, Lagartija de rayas pequeñas de Chihuahua	3
60	Reptiles	*Pituophis catenifer affinis* (Hallowell)	Culebra ratonera, Huajumar, alicante	2
61	Reptiles	*Crotalus atrox* Baird y Girard	Víbora de cascabel de diamantes, cascabel diamante	2
62	Reptiles	*Crotalus molossus* Baird y Girard	Víbora de cascabel de cola negra	1
63	Reptiles	*Kinosternon hirtipes murrayi* Glass y Hartweg	Tortuga casquito del Conchos, tortuga mexicana del fango, tortuga pedorra	2
			Total	**718**



Fotografía IV. 31. Patos (*Aix sponsa*), que fueron detectados en uno de los recorridos (transectos) de análisis de fauna, esta especie se halló en el Río San Juan, que es parte de este sistema ambiental regional

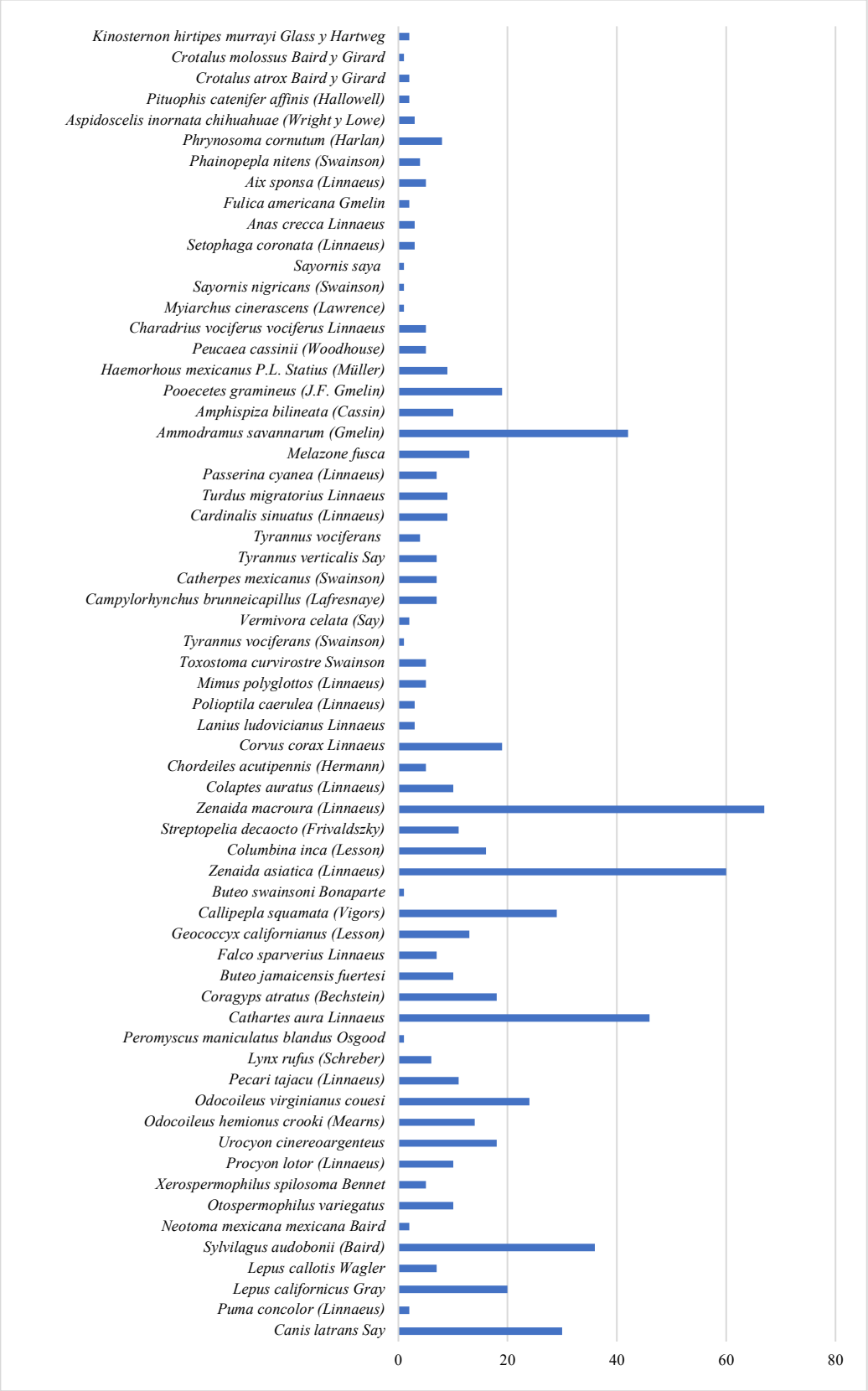


Fotografía IV. 32. Excreta de coyote (*Canis latrans*), encontrada en un transecto analizado, esta es una evidencia que confirmó la presencia de esta especie en el SAR Cordero



Fotografía IV. 33.El chonte cabezón o verduguillo (*Lanius ludovicianus*), pertenece a la familia Laniidae y fue encontrado en uno de los transectos aplicados

Para una mejor visualización, de los resultados de indicios que se tuvo de las diferentes especies de fauna silvestre reconocida por este método, se presenta gráfica en donde se tienen a las 63 especies de las clases de mamíferos, aves y reptiles, en donde se ve la magnitud de indicios de cada una de las especies detectadas. Esta gráfica se muestra a continuación.



Gráfica IV. 15. Especies de fauna y número de indicios, detectados en cuarenta transectos del SAR Cordero
Índice de diversidad de Shannon – Wiener, que aplica para el estudio de vertebrados silvestres

Este índice de diversidad, resulta muy apropiado para el análisis de las poblaciones de fauna silvestre, como son mamíferos, aves, anfibios y reptiles, ya que privilegia la variedad presente, así como el equilibrio que guardan dentro de la comunidad estudiada, dichas especies.

En general, los valores obtenidos entre 1.0 y 1.9 son considerados como de baja diversidad; los valores entre 2.0 y 2.9 se toman como medios y cuando se tienen valores por arriba de 3.0 se consideran de alta diversidad.

Índice de diversidad de Shannon – Wiener, para mamíferos, aves y reptiles del Sistema Ambiental Regional Cordero

A continuación, se presentan tablas en donde se concentran los resultados obtenidos del índice de diversidad para las diferentes clases y especies de fauna presentes en el área del SAR Cordero y que fueron analizadas mediante el índice referido. Se describen los métodos estadísticos en **Anexo IV.10.**

Tabla IV. 73. Índice de diversidad de Shannon – Wiener para los mamíferos del Sistema Ambiental Regional Cordero

No.	Especie	Nombre común	n	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) x Ln(Pi)
1	*Canis latrans* Say	Coyote	30	0.1531	-1.8769	-0.29
2	*Puma concolor* (Linnaeus)	Puma	2	0.0102	-4.5850	-0.05
3	*Lepus californicus* Gray	Liebre cola negra	20	0.1020	-2.2824	-0.23
4	*Lepus callotis* Wagler	Liebre torda, Liebre de costados blancos	7	0.0357	-3.3322	-0.12
5	*Sylvilagus audobonii* (Baird)	Conejo del desierto	36	0.1837	-1.6946	-0.31
6	*Neotoma mexicana mexicana* Baird	Rata maderera mexicana	2	0.0102	-4.5850	-0.05
7	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de las rocas	10	0.0510	-2.9755	-0.15
8	*Xerospermophilus spilosoma* Bennet	Ardilla terrestre manchada, Juanito	5	0.0255	-3.6687	-0.09
9	*Procyon lotor* (Linnaeus)	Mapache	10	0.0510	-2.9755	-0.15
10	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	18	0.0918	-2.3877	-0.22
11	*Odocoileus hemionus crooki* (Mearns)	Venado bura, venado mula	14	0.0714	-2.6391	-0.19
12	*Odocoileus virginianus couesi*	Venado cola blanca	24	0.1224	-2.1001	-0.26
13	*Pecari tajacu* (Linnaeus)	Pecarí de collar	11	0.0561	-2.8802	-0.16
14	*Lynx rufus* (Schreber)	Gato montes	6	0.0306	-3.4864	-0.11
15	*Peromyscus maniculatus blandus* Osgood	Ratón venado	1	0.0051	-5.2781	-0.03
			196	**1.00**		**2.40**

El índice de Shannon-Wiener, que se tiene para mamíferos es de H´= 2.40 y que nos muestra una diversidad media tendiendo a alta, de especies de mamíferos para este SAR Cordero, el número de especies S= 15.

En relación al índice de equitatividad, el resultado fue de J= 0.88625, lo que significa que en esta localidad, se tiene una diversidad S es de 15 especies, y con representatividad aceptable, y como consecuencia la distribución de los mamíferos, tiende al equilibrio.



Fotografía IV. 34. Excretas de liebre cola negra (*Lepus californicus*), pertenece a la clase de mamíferos y familia Leporidae, estos indicios fueron hallados en transecto de análisis de fauna en Cordero

Tabla IV. 74. Índice de diversidad de Shannon – Wiener para las aves del Sistema Ambiental Regional Cordero

No.	Especie	Nombre común	n	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) x Ln(Pi)
1	*Cathartes aura* Linnaeus	Aura	46	0.091270	-2.393935	-0.22
2	*Coragyps atratus* (Bechstein)	Zopilote	18	0.035714	-3.332205	-0.12
3	*Buteo jamaicensis fuertesi*	Gavilán cola roja	10	0.019841	-3.919991	-0.08
4	*Falco sparverius* Linnaeus	Cernícalo	7	0.013889	-4.276666	-0.06
5	*Geococcyx californianus* (Lesson)	Correcaminos, paisano	13	0.025794	-3.657627	-0.09
6	*Callipepla squamata* (Vigors)	Cotucha, codorníz escamosa, godorniz	29	0.057540	-2.855280	-0.16
7	*Buteo swainsoni* Bonaparte	Halcón pecho blanco	1	0.001984	-6.222576	-0.01
8	*Zenaida asiatica* (Linnaeus)	Paloma de alas blancas	60	0.119048	-2.128232	-0.25
9	*Columbina inca (Lesson)*	Tórtola	16	0.031746	-3.449988	-0.11
10	*Streptopelia decaocto* (Frivaldszky)	Paloma turca	11	0.021825	-3.824681	-0.08
11	*Zenaida macroura* (Linnaeus)	Paloma huilota, paloma habanera	67	0.132937	-2.017884	-0.27
12	*Colaptes auratus* (Linnaeus)	Carpintero de pechera, goa	10	0.019841	-3.919991	-0.08
13	*Chordeiles acutipennis* (Hermann)	Tapacaminos, chotacabras, aguador	5	0.009921	-4.613138	-0.05
14	*Corvus corax* Linnaeus	Cuervo	19	0.037698	-3.278137	-0.12
15	*Lanius ludovicianus* Linnaeus	Chonte cabezón, verduguillo, verdugo	3	0.005952	-5.123964	-0.03
16	*Polioptila caerulea* (Li7nnaeus)	Perlita azul-gris	3	0.005952	-5.123964	-0.03
17	*Mimus polyglottos* (Linnaeus)	Cenzontle, chonte	5	0.009921	-4.613138	-0.05
18	*Toxostoma curvirostre* Swainson	Cuitacoche*, Cuitlacoche	5	0.009921	-4.613138	-0.05

19	*Tyrannus vociferans* (Swainson)	Tirano, Chogueo*, pájaro madrugador, pica cuervos	1	0.001984	-6.222576	-0.01
20	*Vermivora celata* (Say)	Gorjeador copete naranja, chipe corona naranja	2	0.003968	-5.529429	-0.02
21	*Campylorhynchus brunneicapillus* (Lafresnaye)	Matraca del desierto	7	0.013889	-4.276666	-0.06
22	*Catherpes mexicanus* (Swainson)	Saltaparedes	7	0.013889	-4.276666	-0.06
23	*Tyrannus verticalis* Say	Pájaro madrugador	7	0.013889	-4.276666	-0.06
24	*Tyrannus vociferans*	Pájaro madrugador, chogueo	4	0.007937	-4.836282	-0.04
25	*Cardinalis sinuatus* (Linnaeus)	Chivo, Cardenal pardo	9	0.017857	-4.025352	-0.07
26	*Turdus migratorius* Linnaeus	Primavera	9	0.017857	-4.025352	-0.07
27	*Passerina cyanea* (Linnaeus)	Azulejo índigo, colorín índigo	7	0.013889	-4.276666	-0.06
28	*Melazone fusca*	Viejita	13	0.025794	-3.657627	-0.09
29	*Ammodramus savannarum* (Gmelin)	Gorrión chapulín	42	0.083333	-2.484907	-0.21
30	*Amphispiza bilineata* (Cassin)	Gorrión gorjinegro, zacatonero garganta negra	10	0.019841	-3.919991	-0.08
31	*Pooecetes gramineus* (J.F. Gmelin)	Gorrión zacatonero, gorrión cola blanca	19	0.037698	-3.278137	-0.12
32	*Haemorhous mexicanus* P.L. Statius (Müller)	Gorrión cabeza roja casero, pinzón casero	9	0.017857	-4.025352	-0.07
33	*Peucaea cassinii* (Woodhouse)	Gorrión de Cassin	5	0.009921	-4.613138	-0.05
34	*Charadrius vociferus vociferus* Linnaeus	Tildillo, Tildío, chorlito, chorlo gritón	5	0.009921	-4.613138	-0.05
35	*Myiarchus cinerascens* (Lawrence)	Papamoscas cenizo	1	0.001984	-6.222576	-0.01
36	*Sayornis nigricans (Swainson)*	Papamoscas negro	1	0.001984	-6.222576	-0.01
37	*Sayornis saya*	Papamoscas llanero	1	0.001984	-6.222576	-0.01
38	*Setophaga coronata* (Linnaeus)	Canario gris/ Amarillo	3	0.005952	-5.123964	-0.03
39	*Anas crecca* Linnaeus	Cerceta de alas verdes	3	0.005952	-5.123964	-0.03
40	*Fulica americana Gmelin*	Gallareta	2	0.003968	-5.529429	-0.02
41	*Aix sponsa* (Linnaeus)	Pato maderero, pato arco iris	5	0.009921	-4.613138	-0.05
42	*Phainopepla nitens* (Swainson)	Gorrión barba negra, Capulinero Negro	4	0.007937	-4.836282	-0.04
			504	**1.00**		**3.18**

El índice de Shannon Wiener, obtenido para las aves fue de H´= 3.18 y que nos muestra una diversidad buena de especies de aves para el sistema ambiental regional Cordero, el número de especies S= 42.

En relación al índice de equitatividad, el resultado fue de J= 0.85080, lo que nos indica que en este SAR Cordero, la diversidad S es de 42 especies de aves, y hay buena distribución y la representatividad tiende al equilibrio.



Fotografía IV. 35. El chivo o cardenal gris (*Cardinalis sinuatus*), pertenece a la clase de aves, familia Cardinalidae. Este individuo fue detectado en transecto de análisis de fauna, en el SAR Cordero

Tabla IV. 75. Índice de diversidad de Shannon – Wiener para los reptiles del SAR Cordero

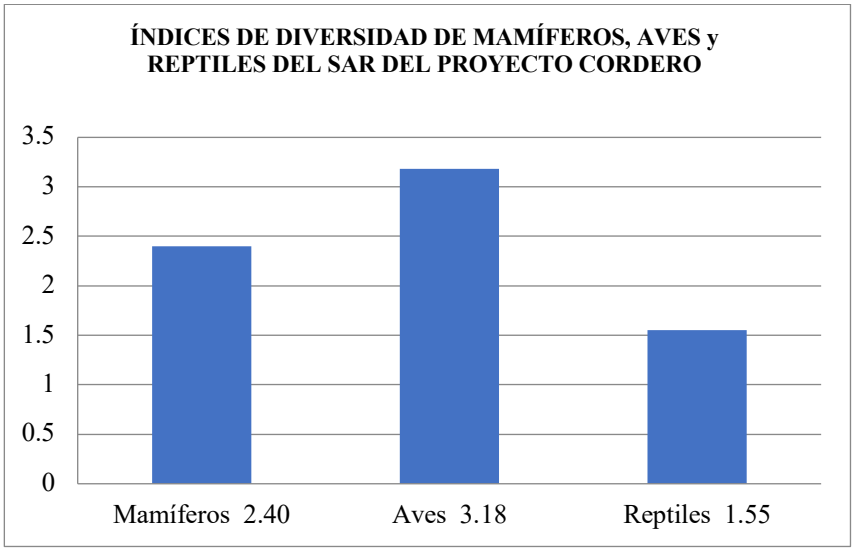
No.	Especie	Nombre común	n	Abundancia relativa (Pi)	Ln (Pi)	(Pi) x Ln(Pi)
1	*Phrynosoma cornutum* (Harlan)	Camaleón cornudo	8	0.4444	-0.8109	-0.36
2	*Aspidoscelis inornata chihuahuae* (Wright y Lowe)	Huico, Lagartija azul, cachora, Lagartija de rayas pequeñas de Chihuahua	3	0.1667	-1.7918	-0.30
3	*Pituophis catenifer affinis* (Hallowell)	Culebra ratonera, Huajumar, alicante	2	0.1111	-2.1972	-0.24
4	*Crotalus atrox* Baird y Girard	Víbora de cascabel de diamantes, cascabel diamante	2	0.1111	-2.1972	-0.24
5	*Crotalus molossus* Baird y Girard	Víbora de cascabel de cola negra	1	0.0556	-2.8904	-0.16
6	*Kinosternon hirtipes murrayi* Glass y Hartweg	Tortuga casquito del Conchos, tortuga mexicana del fango, tortuga pedorra	2	0.1111	-2.1972	-0.24
			18	**1.00**		**1.55**

El índice de Shannon Wiener, para los reptiles fue de H´= 1.55 y nos muestra una diversidad baja de especies de reptiles para el Sistema Ambiental Cordero, el número de especies S= 6.

En cuanto al índice de equitatividad, el resultado fue de J= 0.86507, lo que nos indica que en este Sistema Ambiental Regional Cordero, la diversidad S es de 6 especies de reptiles, y a pesar del limitado número de especies, estas están bien representadas.



Fotografía IV. 36.. La tortuga del fango (*Kinosternon hirtipes murrayi*), pertenece a la clase reptiles, fue detectada en transecto de análisis de vertebrados en Cordero



Gráfica IV. 16. Índices de diversidad de mamíferos, aves y reptiles del SAR del proyecto Cordero

Para la clase de anfibios del Sistema Ambiental Regional del proyecto Cordero, no se aplicó el índice de diversidad de Shannon – Wiener, dado que no se detectaron especies de esta clase en los transectos de muestreo, por lo que su análisis no aplica.

Índice de abundancia relativa (IAR) de fauna silvestre

Este parámetro, aplicó para la fauna silvestre del SAR del proyecto Cordero y que se detecta a través de transectos de longitud variable. Este método con transectos, es apropiado para reconocer vertebrados a través de indicios que consideran observaciones directas, huellas, excretas, osamentas, pelaje, plumas, cantos, marcas, madrigueras y otros rastros que permitan reconocer la presencia de algunas especies de animales silvestres.

Para el análisis de la fauna (índice de abundancia relativa) del Sistema Ambiental Regional, se establecieron cuarenta transectos que sumaron 14693.83 m lineales (14.69383 km), estos fueron revisados para obtener indicios de las clases de fauna más comunes (mamíferos, aves, y reptiles), las distancias de cada uno de los transectos se presentan en la tabla siguiente.

Tabla IV. 76. Distancia de los cuarenta transectos para fauna que se realizaron en el Sistema Ambiental Regional del proyecto Cordero

No. de transecto	Distancia en metros lineales
1	332.07
2	641.19
3	368.30
4	430.78
5	479.17
6	370.54
7	459.92
8	389.95
9	465.67
10	457.70
11	462.05
12	373.02
13	625.00
14	423.07
15	394.63
16	464.65
17	409.75
18	331.45
19	498.10
20	520.98
21	373.41
22	239.14
23	259.06
24	335.21
25	328.16
26	275.31
27	321.24
28	326.50
29	352.39
30	230.78
31	286.93
32	298.25
33	233.92
34	194.15
35	307.73
36	263.00
37	309.51
38	296.49
39	252.56
40	312.12
Total, en metros	**14693.83**

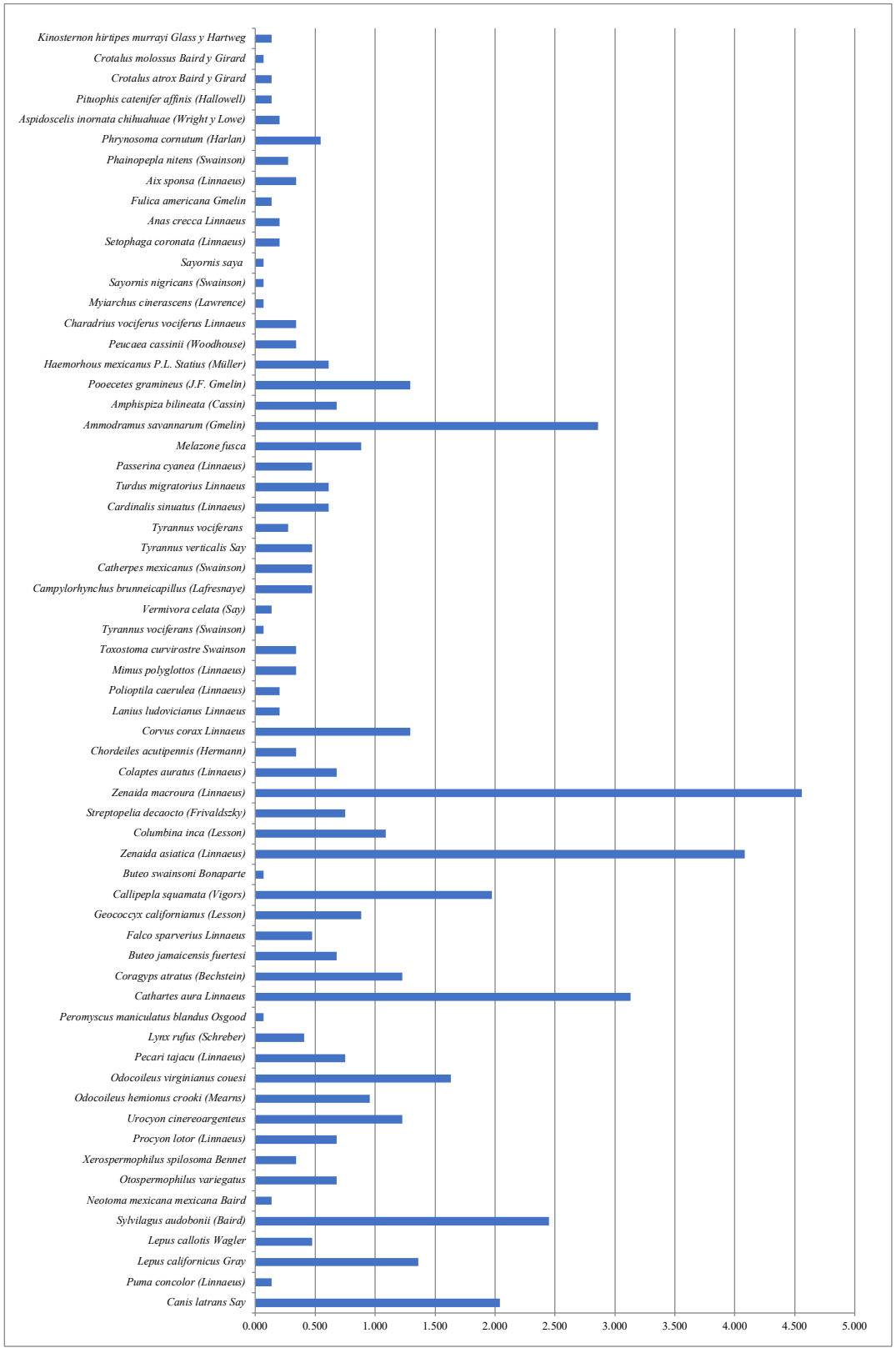
El análisis de la información obtenida, vía los transectos para fauna, arrojaron datos de abundancia relativa para vertebrados analizados en el SAR Cordero.

Tabla IV. 77. Índices de abundancia relativa de fauna, detectada en transectos, se reporta como indicios / km de longitud

No.	Nombre científico	Nombre común	Clase	Indicios (n)	Abundancia relativa Indicios / km
1	*Canis latrans* Say	Coyote	Mamíferos	30	2.042
2	*Puma concolor* (Linnaeus)	Puma	Mamíferos	2	0.136
3	*Lepus californicus* Gray	Liebre cola negra	Mamíferos	20	1.361
4	*Lepus callotis* Wagler	Liebre torda, Liebre de costados blancos	Mamíferos	7	0.476
5	*Sylvilagus audobonii* (Baird)	Conejo del desierto	Mamíferos	36	2.450
6	*Neotoma mexicana mexicana* Baird	Rata maderera mexicana	Mamíferos	2	0.136
7	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de las rocas	Mamíferos	10	0.681
8	*Xerospermophilus spilosoma* Bennet	Ardilla terrestre manchada, Juanito	Mamíferos	5	0.340
9	*Procyon lotor* (Linnaeus)	Mapache	Mamíferos	10	0.681
10	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	Mamíferos	18	1.225
11	*Odocoileus hemionus crooki* (Mearns)	Venado bura, venado mula	Mamíferos	14	0.953
12	*Odocoileus virginianus couesi*	Venado cola blanca	Mamíferos	24	1.633
13	*Pecari tajacu* (Linnaeus)	Pecarí de collar	Mamíferos	11	0.749
14	*Lynx rufus* (Schreber)	Gato montes	Mamíferos	6	0.408
15	*Peromyscus maniculatus blandus* Osgood	Ratón venado	Mamíferos	1	0.068
16	*Cathartes aura* Linnaeus	Aura	Aves	46	3.131
17	*Coragyps atratus* (Bechstein)	Zopilote	Aves	18	1.225
18	*Buteo jamaicensis fuertesi*	Gavilán cola roja	Aves	10	0.681
19	*Falco sparverius* Linnaeus	Cernícalo	Aves	7	0.476
20	*Geococcyx californianus* (Lesson)	Correcaminos, paisano	Aves	13	0.885
21	*Callipepla squamata* (Vigors)	Cotucha, codorníz escamosa, godorniz	Aves	29	1.974
22	*Buteo swainsoni* Bonaparte	Halcón pecho blanco	Aves	1	0.068
23	*Zenaida asiatica* (Linnaeus)	Paloma de alas blancas	Aves	60	4.083
24	*Columbina inca (Lesson)*	Tórtola	Aves	16	1.089
25	*Streptopelia decaocto* (Frivaldszky)	Paloma turca	Aves	11	0.749
26	*Zenaida macroura* (Linnaeus)	Paloma huilota, paloma habanera	Aves	67	4.560
27	*Colaptes auratus* (Linnaeus)	Carpintero de pechera, goa	Aves	10	0.681
28	*Chordeiles acutipennis* (Hermann)	Tapacaminos, chotacabras, aguador	Aves	5	0.340
29	*Corvus corax* Linnaeus	Cuervo	Aves	19	1.293
30	*Lanius ludovicianus* Linnaeus	Chonte cabezón, verduguillo, verdugo	Aves	3	0.204
31	*Polioptila caerulea* (Linnaeus)	Perlita azul-gris	Aves	3	0.204
32	*Mimus polyglottos* (Linnaeus)	Cenzontle, chonte	Aves	5	0.340
33	*Toxostoma curvirostre* Swainson	Cuitacoche*, Cuitlacoche	Aves	5	0.340
34	*Tyrannus vociferans* (Swainson)	Tirano, Chogueo*, pájaro madrugador, pica cuervos	Aves	1	0.068
35	*Vermivora celata* (Say)	Gorjeador copete naranja, chipe corona naranja	Aves	2	0.136
36	*Campylorhynchus brunneicapillus* (Lafresnaye)	Matraca del desierto	Aves	7	0.476

37	*Catherpes mexicanus* (Swainson)	Saltaparedes	Aves	7	0.476
38	*Tyrannus verticalis* Say	Pájaro madrugador	Aves	7	0.476
39	*Tyrannus vociferans*	Pájaro madrugador, chogueo	Aves	4	0.272
40	*Cardinalis sinuatus* (Linnaeus)	Chivo, Cardenal pardo	Aves	9	0.613
41	*Turdus migratorius* Linnaeus	Primavera	Aves	9	0.613
42	*Passerina cyanea* (Linnaeus)	Azulejo índigo, colorín índigo	Aves	7	0.476
43	*Melazone fusca*	Viejita	Aves	13	0.885
44	*Ammodramus savannarum* (Gmelin)	Gorrión chapulín	Aves	42	2.858
45	*Amphispiza bilineata* (Cassin)	Gorrión gorjinegro, zacatonero garganta negra	Aves	10	0.681
46	*Pooecetes gramineus* (J.F. Gmelin)	Gorrión zacatonero, gorrión cola blanca	Aves	19	1.293
47	*Haemorhous mexicanus* P.L. Statius (Müller)	Gorrión cabeza roja casero, pinzón casero	Aves	9	0.613
48	*Peucaea cassinii* (Woodhouse)	Gorrión de Cassin	Aves	5	0.340
49	*Charadrius vociferus vociferus* Linnaeus	Tildillo, Tildío, chorlito, chorlo gritón	Aves	5	0.340
50	*Myiarchus cinerascens* (Lawrence)	Papamoscas cenizo	Aves	1	0.068
51	*Sayornis nigricans (Swainson)*	Papamoscas negro	Aves	1	0.068
52	*Sayornis saya*	Papamoscas llanero	Aves	1	0.068
53	*Setophaga coronata* (Linnaeus)	Canario gris/ Amarillo	Aves	3	0.204
54	*Anas crecca* Linnaeus	Cerceta de alas verdes	Aves	3	0.204
55	*Fulica americana Gmelin*	Gallareta	Aves	2	0.136
56	*Aix sponsa* (Linnaeus)	Pato maderero, pato arco iris	Aves	5	0.340
57	*Phainopepla nitens* (Swainson)	Gorrión barba negra, Capulinero Negro	Aves	4	0.272
58	*Phrynosoma cornutum* (Harlan)	Camaleón cornudo	Reptiles	8	0.544
59	*Aspidoscelis inornata chihuahuae* (Wright y Lowe)	Huico, Lagartija azul, Cachora, Lagartija de rayas pequeñas de Chihuahua	Reptiles	3	0.204
60	*Pituophis catenifer affinis* (Hallowell)	Culebra ratonera, Huajumar, alicante	Reptiles	2	0.136
61	*Crotalus atrox* Baird y Girard	Víbora de cascabel de diamantes, cascabel diamante	Reptiles	2	0.136
62	*Crotalus molossus* Baird y Girard	Víbora de cascabel de cola negra	Reptiles	1	0.068
63	*Kinosternon hirtipes murrayi* Glass y Hartweg	Tortuga casquito del Conchos, tortuga mexicana del fango, tortuga pedorra	Reptiles	2	0.136
			SUMAS	**718**	

En total se analizaron **63** especies de vertebrados en el Sistema Ambiental Regional del proyecto Cordero, que fueron las que se detectaron en los transectos revisados y a dichas especies se les aplicó el índice de abundancia relativa.



Gráfica IV. 17. Índice de abundancia relativa de mamíferos, aves, y reptiles del Sistema Ambiental Regional Cordero

Las especies que resultaron con mayor índice de abundancia relativa fueron: el conejo del desierto (*Sylvilagus audobonii*) con 2.450 indicios/km; el gorrión chapulín (*Ammodramus savannarum*) con 2.858 indicios/km; el aura (*Cathartes aura*) con 3.131 indicios/km; la paloma de alas blancas (*Zenaida asiática*) con 4.083 indicios/km; y la paloma huilota (*Zenaida macroura*) con 4.560 indicios/km. Por otro lado, se tuvieron siete (**7**) especies con el menor IAR que fue de 0.068 indicios/km.

Análisis de los principales atributos ecológicos de la fauna silvestre, abundancia, variedad, composición, diversidad y distribución en la región, privilegiando su grado de conservación y posibles factores de deterioro

La comunidad faunística, juega un papel importante en las relaciones armónicas de los ecosistemas, por lo que se reconocen atributos ecológicos, que ayudan a caracterizar la condición en que se encuentran, en este sentido, se hace un análisis de algunos de estos atributos que presentan esta biocenosis de fauna del SAR Cordero.

Abundancia.- en términos de abundancia de las 92 especies de fauna del SAR Cordero, encontramos que en el rubro de abundancia cualitativa, tenemos abundancias aceptables, en donde las especies se ajustan a las condiciones ambientales y muestran niveles poblacionales ajustados a condiciones lógicas, por ejemplo notamos abundantes poblaciones de palomas de alas blancas, gorriones llaneros, gorriones chapulines, auras y zopilotes entre otros, y hay otras, que por sus mismas condiciones ecológicas presentan poblaciones menores como el tejón, las víboras de cascabel y la tortuga del fango, esto resulta importante, ya que la inclusión del proyecto, creemos tendrá una influencia mínima, que permitirá que las condiciones poblacionales puedan mantenerse y tener incrementos mínimos, pero que ayudarán a mantener el equilibrio de esta comunidad de animales silvestres.

Variedad. - Esta se refiere a la diversidad, y como se había mencionado anteriormente, se cuenta con una diversidad o variedad faunística de 92 especies de animales silvestres, en términos cuantitativos, este número es aceptable, si consideramos que hablamos de una comunidad semidesértica en donde hay limitaciones ambientales propias, las noventa y dos especies, muestran un grado de conservación bueno, lo que también ayuda a un funcionamiento adecuado, de estos ecosistemas del SAR Cordero.

Composición. - la composición o estructura faunística, que se definió para esta zona, es de 27 mamíferos, 56 aves, 1 anfibio y 8 reptiles, los que nos dan 92 *taxa*, que son representativos de estos ecosistemas típicos del desierto chihuahuense, aquí podemos reconocer que es muy probable que en próximos estudios de biodiversidad se puedan detectar más especies y esto es normal, considerando que hablamos de algunas especies elusivas y otras que tienen cierta problemática para su detección. De acuerdo a la composición mencionada, podemos ver que se tiene una estructura faunística con un equilibrio acorde a las condiciones del medio, lo que seguramente le permitirá a esta comunidad, responder a ciertas presiones que pudieran generarse por el desarrollo del proyecto minero y tendrán la resiliencia suficiente para salvar influencias desfavorables, similar a como lo han hecho en períodos recientes.

Diversidad.- Esta condición de diversidad, se enfoca en el parámetro ecológico de índice de diversidad, que para este caso sería el índice de diversidad de Shannon – Wiener, que para las clases estudiadas, se tuvieron de la siguiente forma: mamíferos (H´= 2.40), aves (H´= 3.18) y reptiles (H´= 1.55), los resultados obtenidos nos muestran un índice de diversidad media a aceptable de los mamíferos, un índice de diversidad buena de aves y una diversidad baja de reptiles, esto resulta apropiado para estas tres clases de vertebrados, si bien es cierto, el índice de diversidad de los reptiles resulta aparentemente bajo, esto se debe principalmente a que los datos de transectos alimentan a este índice, y esta técnica tiende a menospreciar los datos obtenidos. En general, se considera que estos indicadores de la diversidad, nos muestran clases con niveles de conservación aceptables, que tendrían condiciones ecológicas buenas, para soportar presiones ambientales que pudieran darse por influencia del proyecto minero.

Distribución.- en relación, a la distribución de las diferentes especies faunísticas del SAR Cordero, encontramos que estas tienen una distribución adecuada, ubicándose en espacios propios para su habitación, alimentación, protección y con cobertura apropiada a su condición ecológica, por ejemplo, tenemos que las

palomas ocupan espacios abiertos apropiados para alimentarse; los roedores, encuentran espacios para sus madrigueras, disponibilidad de alimento y protección contra depredadores; los coyotes y zorras tiene distribución generalizada y pueden encontrar presas adecuadas para su manutención; los murciélagos, a pesar de haberse reconocido sólo dos especies, estos se hallan es partes cubiertas como tiros antiguos de minas y pequeñas cuevas, lo que resulta adecuado para su subsistencia; las tortugas del fango, las encontramos en áreas ribereñas, en arroyos con aguas estacionales, en donde también existen otras especies allegadas a esas condiciones como tildillos (*Charadrius vociferans*) y patos de dos especies (*Aix sponsa* y *Anas crecca*). Lo anterior nos refiere a que los grupos faunísticos de Cordero, muestran un nivel de conservación apropiado. Dada la distribución adecuada, que se encontró como resultado de los estudios de biodiversidad aplicados, se asume que la ubicación de la fauna a lo largo y ancho del SAR Cordero, resulta buena para soportar posibles impactos ambientales que se llegasen a generar por la inclusión del proyecto minero en cuestión.

Rutas migratorias.- Estas rutas, se tienen desde tiempos muy remotos, las cuales son utilizadas por las aves, al tener necesidad de encontrar buenas condiciones ambientales en las diferentes estaciones del año, se reconocen áreas de reproducción, de anidación y rutas de traslado, donde las aves en invierno, hacen recorridos desde Alaska, Canadá y Estados Unidos hacia el sur buscando mejores condiciones climáticas, convirtiéndose el norte de México como una puerta de acceso de tres de las principales rutas migratorias, que son la ruta del Pacífico, ruta Central y ruta del Mississippi. De éstas, es la ruta Central la que tiene injerencia en esta región en donde se enclava el SAR Cordero.

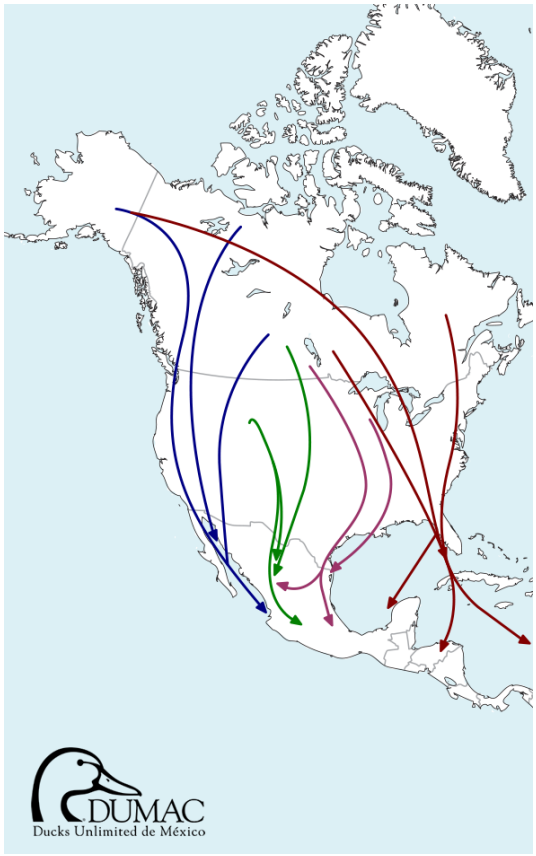


Figura IV. 66. Rutas de aves migratorias de Norteamérica, que cruzan por México, en Chihuahua influye principalmente la ruta Central (color verdee) y en menor grado la ruta del Pacífico (color azul)
Fuente: Ducks Unlimited de México (2023)

En el SAR Cordero, se tienen reconocidas al momento dos especies de patos, que son migratorios y que fueron detectados en el Río San Juan, esta región hacia la cuenca del Río Conchos, con presas, embalses, ríos, arroyos

y canales con afluentes importantes, son áreas de descanso y de refugio temporal de varias especies de aves de la familia Anatidae (patos y gansos) y de otras aves acuáticas, las cuales tienen movimientos de norte a sur, y de sur a norte, iniciando al llegar el frío al norte del Continente Americano, y cumpliendo el ciclo migratorio cuando inicia la primavera, entonces las aves regresan a sus áreas de reproducción y anidación.



Fotografía IV. 37. El pato maderero o pato arco iris (*Aix sponsa*), es una de las especies que se ha detectado en Río San Juan, esta imagen fue captada en esa área precisa el 20 de marzo de 2023

Así tenemos, que el SAR Cordero no es un área atractiva para el refugio o descanso temporal de las aves acuáticas, dado que no contiene arroyos y ríos importantes o con gran afluencia, reconociéndose únicamente el Río San Juan, en donde se han visto de manera temporal individuos de dos especies de aves migratorias, sin negar que pudieran presentarse también de manera ocasional otras especies.

Considerando lo anterior, podemos afirmar que la implementación del proyecto Cordero, no debe causar desequilibrio a especies ligadas a la ruta migratoria Central, que cruza por Chihuahua, sobre todo porque las actividades principales del proyecto, no inciden en espacios precisos que sean utilizados por estas aves, y el único espacio en donde se han visto dos especies migratorias, es parte del SAR, pero alejado de las actividades del proyecto planeado.

Fauna silvestre, detectada mediante cámaras - trampa

Análisis de incidencia relativa en cámaras trampa

Como parte del análisis faunístico del SAR del proyecto Cordero, se consideró el monitoreo por medio de cámaras - trampa entre otras técnicas, esto para reconocer algunas de las especies presentes dentro del SAR, ya que no todas pueden ser identificadas por este medio debido a la movilidad de la fauna.

El análisis se realizó, con la colocación de 38 cámaras en diferentes temporadas del año (invierno, primavera, verano y otoño) con el fin de captar los diferentes comportamientos animales de fauna silvestre con respecto a disponibilidad de hábitat, agua, alimento, etc.

A continuación, se presenta la tabla con las coordenadas de colocación de las cámaras.

Tabla IV. 78. Coordenadas UTM (datum WGS84) y clave de las cámaras colocadas en diferentes estaciones

No.	Cámara	X	Y
1	1	438915	3010100
2	2	436111	3011737
3	3	437658	3015291

4	4	439694	3019791
5	5	442063	3017285
6	6	443988	3011265
7	7	446888	3013619
8	8	446411	3016985
9	Cámara 1 (cima 11)	444097	3014596
10	Cámara 2 (cima 9)	443148	3015526
11	Cámara 3 (cima 21)	442167	3015232
12	Cámara 4 (cima 11)	443164	3014126
13	Cámara 1 (cima 19)	442288	3019864
14	Cámara 2 (cima 9)	442865	3014534
15	Cámara 3	444065	3014669
16	Cámara 4 (cima 21)	440162	3021736
17	Cámara 3 (cima 11)	444056	3014491
18	Cámara 4 (cima 9)	443157	3015637
19	Cámara 5 (cima 16)	441114	3015254
20	Cámara 6 (cima 26)	439293	3015074
21	Cámara 7 (cima 10)	437132	3011016
22	Cámara 8 (cima 5)	436640	3009683
23	Cámara 1 (cima 19)	445353	3017860
24	Cámara 2 (cima 2)	445296	3015402
25	Cámara 3 (cima 11)	443180	3013968
26	Cámara 4 (cima 9)	443019	3017325
27	Cámara 5 (cima 16)	441059	3015283
28	Cámara 6 (cima 26)	440601	3017647
29	CIMA 27	444758	3017816
30	A15	442460	3012832
31	A13	445544	3013584
32	CIMA 29	448050	3015539
33	CAMARA D2	444092	3013508
34	CAMARA D3	444121	3017072
35	CIMA 7	441979	3012173
36	CAMARA A16	442682	3015868
37	CIMA 21	440449	3016404
38	Cámara	445405	3011083



Fotografía IV. 38. Mapache (*Procyon lotor*), captado por cámara – trampa, en el SAR Cordero

Análisis por temporada

Con la finalidad, de tener información variada de especies de fauna, las cámaras fueron instaladas en diferentes estaciones del año, esto permite contar con información de especies que tienen preferencias ambientales y climáticas definidas. En este sentido, existen especies que se encuentran en esta región de manera permanente en el año, pero hay otras que migran o se mueven en temporada de invierno, o bien algunas que son migratorias y llegan a la región en invierno.



Fotografía IV. 39. El gato montés (*Lynx rufus*), es una especie de felino que fue detectado por diversos medios y su aparición en cámaras trampa confirmo plenamente su presencia en el SAR

Resultados de presencia o incidencia de fauna, en cámaras trampa

Los resultados obtenidos, en cada una de las cámaras trampa dio un total de **43** especies identificadas de las diferentes clases, este proceso implicó la revisión de la información cámara por cámara para su análisis.

A continuación, se muestra la tabla con los resultados obtenidos de las 38 cámaras colocadas al interior SAR del proyecto Cordero. El coyote (*Canis latrans*) fue la especie que tuvo mayor incidencia con un total de 111 apariciones en cámaras y con un 16.08% de incidencia relativa; la paloma huilota (*Zenaida macroura*) tuvo una 71 apariciones y 10.28% de incidencia relativa; el conejo del desierto (*Sylvilagus audobonii*) tuvo 58 apariciones y 8.40% de incidencia relativa; el pecarí o jabalí de collar (*Pecari tajacu*) tuvo 49 apariciones y 7.10% de incidencia relativa; y la ardilla manchada (*Xerospermophilus spilosoma*) tuvo 43 apariciones y 6.23% de incidencia relativa.

Tabla IV. 79. Presencia o incidencia de fauna en cámaras trampa, en el SAR Cordero

No.	Clase	Nombre científico	Nombre común	Número de incidencias en cámaras	Incidencia relativa (%)
1	Mamíferos	*Canis latrans* Say	Coyote	111	16.0870
2	Mamíferos	*Puma concolor*	Puma	2	0.2899
3	Mamíferos	*Lepus californicus* Gray	Liebre cola negra	16	2.3188
4	Mamíferos	*Sylvilagus audobonii* (Baird)	Conejo del desierto	58	8.4058
5	Mamíferos	*Neotoma mexicana mexicana* Baird	Rata maderera mexicana	26	3.7681

6	Mamíferos	*Xerospermophilus spilosoma* Bennet	Ardilla terrestre manchada, Juanito	43	6.2319
7	Mamíferos	*Procyon lotor* (Linnaeus)	Mapache	4	0.5797
8	Mamíferos	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	18	2.6087
9	Mamíferos	*Mephitis mephitis*	Zorrillo rallado	16	2.3188
10	Mamíferos	*Conepatus leuconotus*	Zorrillo de espalda blanca	1	0.1449
11	Mamíferos	*Spilogale gracilis leucoparia* Merriam	Zorrillo manchado	3	0.4348
12	Mamíferos	*Mephitis macroura milleri* Mearns	Zorrillo encapuchado	5	0.7246
13	Mamíferos	*Odocoileus hemionus crooki* (Mearns)	Venado bura, venado mula	2	0.2899
14	Mamíferos	*Odocoileus virginianus couesi*	Venado cola blanca	19	2.7536
15	Mamíferos	*Pecari tajacu* (Linnaeus)	Pecarí de collar	49	7.1014
16	Mamíferos	*Lynx rufus* (Schreber)	Gato montes	10	1.4493
17	Mamíferos	*Reithrodontomys megalotis*	Ratón cosechador	28	4.0580
18	Mamíferos	*Peromyscus* sp.	Ratón ssp	5	0.7246
19	Mamíferos	*Myotis* sp.	Murciélago de las cuevas	2	0.2899
20	Aves	*Cathartes aura* Linnaeus	Aura	20	2.8986
21	Aves	*Buteo jamaicensis fuertesi*	Gavilán cola roja	1	0.1449
22	Aves	*Geococcyx californianus* (Lesson)	Correcaminos, paisano	31	4.4928
23	Aves	*Callipepla squamata* (Vigors)	Cotucha, codorníz escamosa, godorniz	32	4.6377
24	Aves	*Zenaida asiatica* (Linnaeus)	Paloma de alas blancas	18	2.6087
25	Aves	*Zenaida macroura* (Linnaeus)	Paloma huilota, paloma habanera	71	10.2899
26	Aves	*Colaptes auratus* (Linnaeus)	Carpintero de pechera, goa	1	0.1449
27	Aves	*Corvus corax* Linnaeus	Cuervo	17	2.4638
28	Aves	*Pipilo chlorurus*	Rascador verde	5	0.7246
29	Aves	*Lanius ludovicianus* Linnaeus	Chonte cabezón, verduguillo, verdugo	2	0.2899
30	Aves	*Mimus polyglottos* (Linnaeus)	Cenzontle, chonte	1	0.1449
31	Aves	*Toxostoma curvirostre* Swainson	Cuitacoche*, Cuitlacoche	3	0.4348
32	Aves	*Campylorhynchus brunneicapillus* (Lafresnaye)	Matraca del desierto	6	0.8696
33	Aves	*Cardinalis sinuatus* (Linnaeus)	Chivo, Cardenal pardo	22	3.1884
34	Aves	*Megascops kennicottii (Elliot)*	Tecolotillo gritón	2	0.2899
35	Aves	*Pheucticus melanocephalus*	Pico gordo tigrillo	2	0.2899
36	Aves	*Passerina cyanea* (Linnaeus)	Azulejo índigo, colorín índigo	5	0.7246
37	Aves	*Ammodramus savannarum* (Gmelin)	Gorrión chapulín	6	0.8696
38	Aves	*Amphispiza bilineata* (Cassin)	Gorrión gorjinegro, zacatonero garganta negra	11	1.5942
39	Aves	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín	6	0.8696
40	Aves	*Aimophila ruficeps*	Gorrión corona canela	2	0.2899
41	Aves	*Eremophila alpestris* (Linnaeus)	Alondra cornuda	3	0.4348
42	Aves	*Asio flammeus*	Búho orejas cortas	4	0.5797
43	Aves	*Tyto alba* (Scopoli)	Lechuza blanca, lechuza de campanario	1	0.1449

			690	**100.00**

Especies de fauna del Sistema Ambiental del SAR Cordero y que estén incluidas en la NOM–059–SEMARNAT–2010 ó CITES -especificando, nombre científico, nombre común y categoría de riesgo

En el Sistema Ambiental Regional del proyecto se detectaron **92** especies de animales silvestres y de las cuales algunas se hallan en categoría de riesgo listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 ó en la CITES. En general, se detectaron cinco **(5)** especies consideradas en algunas de las categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2010. De la CITES, sólo se encontraron **ocho (8)** especies listadas en el apéndice II de dicha Convención. Estas especies, se muestran en la tabla siguiente.

Cabe hacer mención, que adicionalmente se consideraron los aspectos de amenaza o riesgo que establecen el Acuerdo de especies y poblaciones prioritarias para la conservación (SEMARNAT, 2014) y la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), que es un listado extenso del estado de conservación de especies de animales y plantas a nivel mundial (IUCN, 2023). La información referente a los dos rubros anteriores, se presenta en el listado general de fauna del apartado de diversidad faunística.

Tabla IV. 80, Especies de fauna, con algún estatus de riesgo o amenaza del Sistema Ambiental Regional del proyecto Cordero, NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITES

No.	Clase	Familia	Nombre técnico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
1	**Mamíferos**	**Mustelidae**	*Taxidea taxus berlandieri Baird*	Tejón, tlacoyote	**A**	
2	**Mamíferos**	**Felidae**	*Lynx rufus* (Schreber)	Gato montés		**Apéndice II**
3	**Mamíferos**	**Felidae**	*Puma concolor* (Linnaeus)	Puma, león de la montaña		**Apéndice II**
4	**Aves**	**Accipitridae**	*Buteo jamaicensis* (J.F. Gmelin)	Gavilán cola roja		**Apéndice II**
5	**Aves**	**Accipitridae**	*Buteo swainsoni* Bonaparte	Halcón de pecho blanco, halcón chapulinero	**Pr**	**Apéndice II**
6	**Aves**	**Falconidae**	*Falco sparverius sparverius* Linnaeus	Cernícalo, gavilancillo		**Apéndice II**
7	**Aves**	**Strigidae**	*Asio flammeus* (Pontoppidan)	Búho de orejas cortas, short eared owl		**Apéndice II**
8	**Aves**	**Strigidae**	*Megascops kennicottii* (Elliot)	Tecolotillo gritón del oeste, tecolote occidental, western screech owl		**Apéndice II**
9	**Aves**	**Tytonidae**	*Tyto alba* (Scopoli)	Lechuza blanca, Lechuza de campanario, tito, barn owl		**Apéndice II**
10	**Reptiles**	**Kinosternidae**	*Kinosternon hirtipes murrayi* Glass y Hartweg	Tortuga casquito del Conchos, tortuga mexicana del fango, tortuga pedorra	**Pr (Protección especial)**	

11	**Reptiles**	**Viperidae**	*Crotalus atrox* Baird y Girard	Víbora de cascabel de diamantes	**Pr (Protección especial)**	
12	**Reptiles**	**Viperidae**	*Crotalus molossus* Baird y Girard	Víbora de cascabel de cola negra	**Pr (Protección especial)**	

Las especies, que han sido mencionadas en alguna categoría de riesgo, se localizan principalmente dentro del sistema ambiental, pero esas especies también se distribuyen hacia la región contigua y que además son parte de la zona semidesértica del centro - sur de Chihuahua.



Fotografía IV. 40. El tejón o tlalcoyote (*Taxidea taxus*) es una especie de la familia Mustelidae y fue captada en el SAR Cordero. Dado que su población ha disminuido en las últimas décadas, en la actualidad se encuentra incluida en la categoría de amenazada (A) en la NOM-059-SEMARNAT-2010



Fotografía IV. 41. El gato montés (*Lynx rufus*), pertenece a la familia Felidae y está contemplado en el apéndice II de la CITES. Fue detectado en el SAR Cordero y esta imagen es del 1° de abril de 2021



Fotografía IV. 42. La tortuga casquito del Conchos o tortuga del fango (*Kinosternon hirtipes murrayi*), se encuentra presente en el SAR Cordero y está clasificada como una especie de Protección especial (Pr) en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Especies indicadoras de estatus ecológicos o ambientales

Todas las especies biológicas, tienen una importancia particular dentro de los ecosistemas en donde habitan, esto aplica tanto para plantas como animales. Las especies de fauna silvestre en general, por su función dinámica en cadenas y redes alimenticias, por su cooperación compartida en el mantenimiento del equilibrio de las comunidades donde habita, haciéndolo esto junto con otros miembros de los ecosistemas, por su colaboración en el equilibrio del medio físico donde se encuentra y por ser un recurso natural indispensable en los procesos evolutivos, también algunas de ellas llegan a reconocerse como especies indicadoras o de importancia ecológica.

En este sentido, de especies indicadoras o de importancia ecológica, sabemos que la biodiversidad tiene un papel clave en todos los niveles de los servicios ecosistémicos, por lo que su cuidado y conservación son claves para la gestión sostenible de los recursos naturales, los manejadores de recursos deben buscar soluciones a problemas ambientales como la degradación forestal, pérdida y fragmentación del hábitat, pérdida de especies, contaminación y cambio climático, entre otros problemas; el seguimiento y monitoreo de especies indicadoras, permite tomar decisiones de gestión para la conservación; las especies de importancia ecológica, reflejan un conjunto de cualidades y características ambientales que propician la presencia de dichas especies, estas también ayudan a reflejar o predecir la condición del entorno en que se encuentran; estas especies permiten conocer los efectos acumulativos en los cambios del ambiente y pueden dar pistas del estado, tendencias actuales o cambios en la diversidad, abundancia, éxito reproductivo, o tasa de crecimiento de una o más especies que habitan en un ecosistema; se reconoce que las especies indicadoras, pueden ayudar a visualizar los efectos de eventos severos de estrés a corto o largo plazo, ayudando a manejadores a proveer o manejar condiciones imprevistas (Melgoza *et al*, 2016).

Para el caso del SAR Cordero, se seleccionaron 11 especies de fauna, las cuales pertenecen a tres de las principales clases de vertebrados presentes (mamíferos, aves y reptiles). A continuación, se muestra una relación de las especies seleccionadas como especies indicadoras o especies de importancia ecológica.

Tabla IV. 81. Especies de fauna silvestre indicadoras o especies de importancia ecológica

No.	Clase	Familia	Nombre técnico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	Lista Roja de la IUCN

1	**Mamíferos**	**Mustelidae**	*Taxidea taxus berlandieri Baird*	Tejón, tlacoyote	**A**		**Lc**
2	**Mamíferos**	**Felidae**	*Puma concolor* (Linnaeus)	Puma, león de la montaña		**Apéndice II**	**Lc**
3	**Mamíferos**	**Cervidae**	*Odocoileus hemionus crooki* (Mearns)	Venado bura			**Lc**
4	**Aves**	**Accipitridae**	*Buteo swainsoni* Bonaparte	Halcón de pecho blanco, halcón chapulinero	**Pr (Protección especial)**	**Apéndice II**	**Lc**
5	**Aves**	**Tytonidae**	*Tyto alba* (Scopoli)	Lechuza blanca, lechuza de campanario		**Apéndice II**	**Lc**
6	**Aves**	**Laniidae**	*Lanius ludovicianus* Linnaeus	Chonte cabezón, verduguillo			**Lc**
7	**Reptiles**	**Kinosternidae**	*Kinosternon hirtipes murrayi* Glass y Hartweg	Tortuga casquito del Conchos, tortuga mexicana del fango, tortuga pedorra	**Pr (Protección especial)**		**Lc**
8	**Reptiles**	**Iguanidae**	*Phrynosoma cornutum* (Harlan)	Camaleón cornudo			**Lc**
9	**Reptiles**	**Viperidae**	*Crotalus atrox* Baird y Girard	Víbora de cascabel de diamantes	**Pr (Protección especial)**		**Lc**
10	**Reptiles**	**Colubridae**	*Pituophis catenifer affinis* (Hallowell)	Huajumar, culebra ratonera, alicante			**Lc**
11	**Reptiles**	**Viperidae**	*Crotalus molossus* Baird y Girard	Víbora de cascabel de cola negra	**Pr (Protección especial)**		**Lc**

Clave Lista Roja: Lc – Preocupación menor

Estas especies, han sido consideradas como especies indicadoras o de interés ecológico por sus características y peso específico que tienen en el ambiente y en este caso en los ecosistemas del SAR Cordero. Algunos de los criterios, que se tomaron en cuenta para ser consideradas especies de importancia ecológica fueron:

- Cinco de estas especies, están contempladas en los rubros de Pr (protección especial) y A (amenazada) por la NOM-059-SEMARNAT-2010, lo que las coloca como especies sensibles poblacionalmente hablando y que su condición actual nos sugiere que hay factores ambientales y humanos que pueden estar influyendo en ellas y deben ser contemplados.
- Tres especies, están consideradas en el apéndice II de la CITES, que es la convención internacional que se ocupa del comercio ilegal de especies.
- Un aspecto importante, es que las once especies mencionadas, están calificadas en la categoría de LC por la lista roja de la IUCN, esto significa que su condición poblacional es de preocupación menor (LC) por lo que para esta organización, aunque reconocen que tienen un nivel de amenaza este es menor, pero si se sugiere tener más cuidado con estas especies y no incrementar su riesgo poblacional.
- Cabe mencionar, que estas especies son consideradas indicadoras porque su presencia nos da pistas de que los hábitats o ecosistemas en donde se encuentran, cuentan con condiciones adecuadas para su sobrevivencia, en términos globales estaríamos hablando de que habitan en sistemas que están funcionando adecuadamente, pero tendría que verse que esto siempre sea en términos favorables.

- Estas especies indicadoras, tienen la característica de que la mayoría ocupan una posición estratégica en las cadenas o redes ecológicas en donde participan, como es el caso del puma, el venado bura, el halcón de pecho blanco, la lechuza blanca, el chonte cabezón, la tortuga del fango, el Huajumar y las víboras de cascabel.

Haciendo un análisis del sistema ambiental regional Cordero, en relación al papel ambiental que tienen estas especies indicadoras o de importancia ecológica, se reconoce que estas cumplen actualmente sus funciones dentro de este sistema, que las tenemos distribuidas de manera homogénea en el área de influencia del SAR, por supuesto con salvedades específicas en donde hay algunas como la tortuga (*Kinosternon hirtipes murrayi*) que se circunscribe más a áreas ribereñas como el Rio San Juan. Así tenemos, que estas especies se mantienen activas, como el verduguillo (*Lanius ludovicianus*) el cual se encuentra frecuentemente en áreas de percha acechando o comiendo a sus presas; las víboras de cascabel (*Crotalus atrox* y *C. molossus*), se hacen presentes en las temporadas apropiadas y se les ha visto buscando presas o en procesos de apareamiento; el tejón (*Taxidea taxus*), es una especie secretiva, pero a pesar que su población es reducida, en Cordero se tiene detectada y activa; el puma (*Puma concolor*) , es un felino elusivo, pero se ha confirmado su presencia y además se han encontrado rastros y muestras de su actividad y alimentación, que es fundamental para el equilibrio del ecosistema; los venados bura (*Odocoileus hemionus*), en esta zona su población es aceptable y es recurrente el encontrarlos, cruzando caminos, brincando cercos y realizando desplazamientos en el matorral y por supuesto cercanos a fuentes de agua o alimentándose; el camaleón (*Phrynosoma cornutum*), es un reptil que en el pasado habían bajado sus niveles poblacionales, al punto de hallarse dentro de la NOM-059 como una especie de protección especial, en la actualidad está fuera de esa norma, pero si incluido en la CITES, eso nos habla de que su población ha ido en incremento, y aquí en Cordero se le puede encontrar, comiendo, descansando, sombreando y cumpliendo sus funciones; el alicante (*Pituophis catenifer*), esta culebra es un reptil que cumple benéficas funciones ambientales, como es el de comer y ayudar al control de algunos roedores, reptiles pequeños, anfibios y otros vertebrados menores, cumpliendo un papel de regulador o equilibrador ecológico.

Podemos decir en general, que las especies de importancia ecológica de Cordero cumplen sus funciones ambientales de manera aceptable, que a pesar de haber sido impactadas en décadas pasadas por modificación de los hábitats en donde habitan, siguen presentes en la zona, que han tenido la capacidad de adaptarse a condiciones cambiantes del medio, que han sido capaces de desarrollar estrategias para disponer de alimento y agua, y que además han tenido capacidad de resiliencia para enfrentar y salvar adversidades. Por todo lo anterior, creemos que estás poblaciones de especies indicadoras o de interés ecológico, no deben de tener problemas poblacionales y ecosistémicos para continuar habitando en esta región de Cordero, al implementarse las actividades mineras proyectadas.

Estimaciones de incrementos, de poblaciones de fauna silvestre a mediano y largo plazo

La fauna silvestre en el SAR Cordero, fue definida para este estudio con 92 especies, lo que se puede considerar como una diversidad faunística aceptable, esta variedad se estableció por diversos medios, pero los procedimientos que generaron más información fueron los transectos de distancia variable y las cámaras trampa, pero también se obtuvo información en las caminatas, visitas, recorridos y traslados que se hicieron al interior de esta localidad.

En general, detectamos una presencia recurrente de las diversas especies de fauna, notando que hay algunas que tienen una buena adaptación a estos ecosistemas y lo reflejan con un número notable de población, en este segmento encontramos por ejemplo; la paloma de alas blancas (*Zenaida asiatica*), la paloma huilota (*Zenaida macroura*), el coyote (*Canis latrans*), la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), la aura (*Cathartes aura*), el zopilote (*Coragyps atratus*), el conejo (*Sylvilagus audobonii*), al correcaminos (*Geococcyx californianus*), la liebre (*Lepus californicus*), la golondrina (*Hirundo rustica*), la lagartija escamosa (*Sceloporus merriami*), el gorrión chapulín (*ammodramus savannarum*), y el gorrión de frente blanca (*Zonotrichia leucophrys*). En relación a este tipo de especies, podemos esperar que sus poblaciones, a mediano y largo plazo pueden mantenerse e incluso podrían incrementarse, sobre todo porque estas especies han visto en las últimas cinco décadas, que lejos de verse afectadas, algunas se comportan bien a las condiciones actuales de estos ecosistemas semidesérticos del sur del Estado de Chihuahua.

Mención especial, merecen las especies indicadoras o especies de importancia ecológica, las cuales cumplen funciones valiosas en el ecosistema, de entrada, notamos, que este grupo tiene aceptable capacidad de adaptación a las condiciones del medio y a la presencia de una industria minera, con población activa que se mueve al interior del SAR, esta característica de adaptación se hace notable, cuando se les encuentra en espacios naturales en donde la gente, también hace presencia.

Considerando el valor ecológico, que tienen las especies indicadoras, es que se toman como referencia base para estimar el comportamiento poblacional que pudieran presentar a un periodo mediano y largo de tiempo. Esta estimación es cualitativa, pero se hace en base a los datos que se tuvo de estas especies en transectos y cámaras trampa, por lo que los indicios obtenidos de ambas técnicas de análisis son tomados en cuenta de entrada, y la información adicional obtenida de reportes, bibliografía, datos oficiales, información de lugareños y la experiencia aportada por técnicos y especialistas de fauna silvestre, nos ayudan a generar una predicción cualitativa de las especies consideradas para este análisis.

Como se ha mencionado, para este análisis de estimación cualitativa de sus poblaciones, solamente se escogieron las especies indicadoras definidas para el SAR Cordero, las cuales son once especies. Enseguida se muestra tabla con números de abundancias detectadas y estimaciones cualitativas contempladas para los siguientes veinte años en períodos de cinco años.

Tabla IV. 82. Estimación cualitativa de especies indicadoras de fauna silvestre del SAR Cordero

No.	Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia detectada para el SAR Cordero 2023 (indicios)	Estimación poblacional en años			
					5	10	15	20
1	Mustelidae	*Taxidea taxus berlandieri* Baird	Tejón, tlacoyote	1	A	A	A	A
2	Felidae	*Puma concolor* (Linnaeus)	Puma	4	A	A	A	A
3	Cervidae	*Odocoileus hemionus crooki* (Mearns)	Venado bura	16	A	A	B	B
4	Accipitridae	*Buteo swainsoni* Bonaparte	Halcón pecho blanco	2	A	A	B	B
5	Tytonidae	*Tyto alba* (Scopoli)	Lechuza blanca	1	B	B	A	A
6	Laniidae	*Lanius ludovicianus* Linnaeus	Chonte cabezón, verduguillo	5	A	A	B	B
7	Kinosternidae	*Kinosternon hirtipes murrayi* Glass y Hartweg	Tortuga del fango	2	A	A	A	A
8	Iguanidae	*Phrynosoma cornutum* (Harlan)	Camaleón cornudo	8	A	B	A	A
9	Colubridae	*Pituophis catenifer affinis* (Hallowell)	Alicante, Huajumar	2	A	B	B	A
10	Crotalidae	*Crotalus atrox* Baird y Girard	Víbora de cascabel de diamantes	2	A	A	B	B
11	Crotalidae	*Crotalus molossus* Baird y Girard	Víbora de cascabel cola negra	1	A	A	B	B

Las claves utilizadas para esta estimación cualitativa son:

- A: Mantenimiento de la condición poblacional
- B: Incremento mínimo de la condición poblacional
- C: Incremento medio de la condición poblacional
- D: Incremento alto de la condición poblacional

En términos generales, podemos observar que la condición poblacional estimada para todas las especies es de estabilidad o ligero incremento a mediano y largo plazo. Esta condición, está respaldada ampliamente por el

nivel de cultura ecológica que tiene la gente que labora en actividades mineras y en donde recientemente se ha visto incrementada. En este sentido, también se incluyen las labores de conocimiento, cuidado y conservación que se tiene hacia los animales silvestres y que están contempladas en los programas de manejo y rescate de fauna silvestre, estudios de línea base, estudios de diversidad, estudios de monitoreo de la diversidad, capacitaciones para el conocimiento y conservación de la fauna silvestre, entre otros aspectos.

En el **Anexo IV.11** se presenta un catálogo fotográfico de la fauna silvestre más representativa detectada en el SAR.

IV.3.2.2.3 Ecosistemas

La presencia de los ecosistemas o comunidades vegetales presentes en el área donde va a establecerse el proyecto están dominadas en gran medida por el pastizal natural, aunque dentro de ellas existen manchones de matorrales, que aún y cuando suelen existir áreas de transición extensas por estos ecosistemas, la condición que guardan entre ellos se encuentra bien definidos.

Los pastizales naturales son fuente básica de producción de alimentos y complementos de proteínas en la producción primaria y secundaria. Asimismo, se determinan como protectores de las cuencas hídricas al retener el recurso hídrico vital para la vida. Al funcionar como hábitat para las especies de fauna silvestre y zonas de conservación de suelo se caracteriza por cumplir funciones importantes para la conservación de la estructura y funcionamiento del ecosistema.

Estas comunidades vegetales donde predominan los pastos con pocos árboles y arbustos, pueden ser producto del desmonte de terrenos boscosos, pero aquí nos referimos a los naturales. Ocupan el 6.1% (118, 320 km²) del territorio nacional. Los pastizales naturales se encuentran en regiones semiáridas y de clima templado frio. Están muy extendidos en el norte del país y cubren amplias zonas en Chihuahua, Coahuila, Sonora, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí y Jalisco. Se encuentran entre los 1,100 y 2,500 m, aunque también pueden encontrarse en menor altitud. Los pastizales inducidos se pueden encontrar en casi cualquier zona del país y cubren otro 6% del territorio mexicano (CONABIO, 2022).

Sensibilidad ambiental

La sensibilidad ambiental se define como la capacidad que tiene un ecosistema para poder soportar alteraciones o cambios que se originan por las acciones antrópicas, sin repercutir en las alteraciones importantes que le impidan alcanzar un equilibro dinámico el cual mantenga un nivel aceptable en su estructura y funcionamiento.

Al considerar que el proyecto se localiza en un ecosistema homogéneo, en el cual existen áreas de transición marcadas, sin embargo, las especies suelen estar presente en la combinación de uno o más ecosistemas, cambiando su frecuencia y condiciones morfológicas, presentadas por microclimas que se desarrollan en la región, como humedad, exposición, tipos de suelo inclusive la practicas antrópicas como la ganadería extensiva. Cabe mencionar que aun y cuando la distribución ecosistémica es baja.

Para definir el alcance indirecto por la ejecución del proyecto fue necesario establecerlo en base a los límites de las áreas solicitadas y que a la redonda es posible una afectación de manera indirecta debido a múltiples sucesos voluntarias o involuntarias donde pudieran tener incidencia. Por lo que, se tiene identificado los tipos de vegetación y su diversidad susceptibles. Sin embargo, no se considera que se tengan impactos directos más allá del SAR delimitado con excepción de las vías de comunicación.

Las afectaciones más considerables que se pueden presentar en los pastizales naturales se relacionan en el estrés que puede causar el pastoreo. Este es un mecanismo adaptativo, muy importante para la supervivencia y productividad de estos animales, que tiene un impacto dramático en la estructura y función de los pastizales. La selectividad ejercida determina que las especies más palatables sean comidas más intensa y frecuentemente (Briske, com.pers.). La actividad ganadera implica una amplia cobertura para el aprovechamiento de fuentes de alimento en este tipo de ecosistemas por lo cual se generan impactos que pueden repercutir en la calidad ambiental de los pastizales. Por otro lado tenemos que dentro del SAR, existen trabajos de minería previa a la promovente así como pasivos ambientales los cuales han mermado la calidad del ecosistema, sin embargo estas 3 actividades de mayor relevancia en la región, son reducidas y el cambio de uso de suelos de un área natural

a otra diferente son bajas, reduciéndose prácticamente a la agricultura y minería, sin dejar pasar los caminos o líneas de transmisión electica, sin embargo la ganadería aun y cuando no ha cambiado la vocación de los terrenos preferentemente forestales, si tiene afectaciones más notorias al cambiar las especies naturales por otras como gatunos u otras consideradas como malezas por la CONABIO, sobre todo por sobre pastoreo.

Afectación en los ecosistemas presentes en el SAR

Los pastizales naturales son la principal fuente de ecosistemas al cubrir en mayor proporción la delimitación del SAR, este tipo de ecosistema producen servicios ecosistémicos que van desde las fuentes de alimentos, fibras y combustibles, contribuyen a la regulación del clima, la polinización, la purificación y recarga de acuíferos, el control de especies invasoras y la captura de carbono. Tienen valor cultural, espiritual y recreativo.

Una de las principales amenazas en un pastizal es el sobre pastoreado esto significa una degradación en la sensibilidad ambiental implicando los efectos de desolación y erosión en el ecosistema. Asimismo, el mal manejo ganadero impide el buen desarrollo y la reproducción de las especies vegetales más nutritivas y apetecidas por el ganado. El ser humano está modificando a velocidad creciente la distribución espacial y el funcionamiento de los ecosistemas. Dicha modificación tiene lugar a escala local, regional y global de forma que hoy en día la gran mayoría de ecosistemas terrestres presentan un cierto grado de degradación o alteración atribuible a las actividades humanas (Vitousek et al. 1997).

Aunque muchas de estas evidencias se apoyan en respuestas de especies particularmente sensibles, hay cada vez más resultados que muestran efectos a nivel de todo el ecosistema. Si bien dichos efectos no son apreciables fácilmente, tienen en general un plazo temporal de varias décadas y se ven con frecuencia influidos por las condiciones locales (Vitousek et al. 1997, Parmesan y Yohe 2003). A continuación, se presentan 2 escenarios con los cuales se puede determinar la condición que guarda el SAR respecto a su alteración por medio de la antropización e impacto antrópico.

Antropización

La antropización se define como la transformación que el ser humano ejerce sobre el medio, ya sea sobre el biotipo o la biomasa. A nivel regional existe perturbación ambiental por actividades antrópicas, que han originado la aparición de extensas áreas alteradas, modificando el antiguo ecosistema. Estas áreas alteradas, se dedican a diferentes actividades como zonas dedicadas al cultivo de riego, a la actividad pecuaria o la ganadería.

La calidad de los ecosistemas fue evaluada en la relación al grado de antropización en cada uno de ellos, basándonos en el mapa de antropización del Noroeste del país proporcionado por la CONABIO. Según los datos de Margarita Soto (1997), aquellas zonas diagnosticadas como: poco, débilmente y parcialmente modificadas, corresponden a espacios con un grado de modificación tal, que es posible su recuperación por vías naturales. Mientras que, las zonas diagnosticadas como: medianamente, fuertemente, muy fuertemente y drásticamente modificadas, corresponden a zonas donde la modificación ha dado paso a la secundarización bien establecida, con el posicionamiento de sistemas agrícolas y pecuarios o incluso se han afectado componentes abióticos como la cobertura edáfica, microclima o microrelieve, por lo que estas zonas son consideradas las de mayor afectación.

Tomando en cuenta el grado de antropización en el espacio delimitado para el proyecto "Cordero" se puede observar que el efecto adverso negativo no es alarmante al considerarse desde afectaciones débilmente hasta poco modificado. Esto quiere decir que se considera en niveles óptimos por la calidad ecosistémica que existe en el SAR.

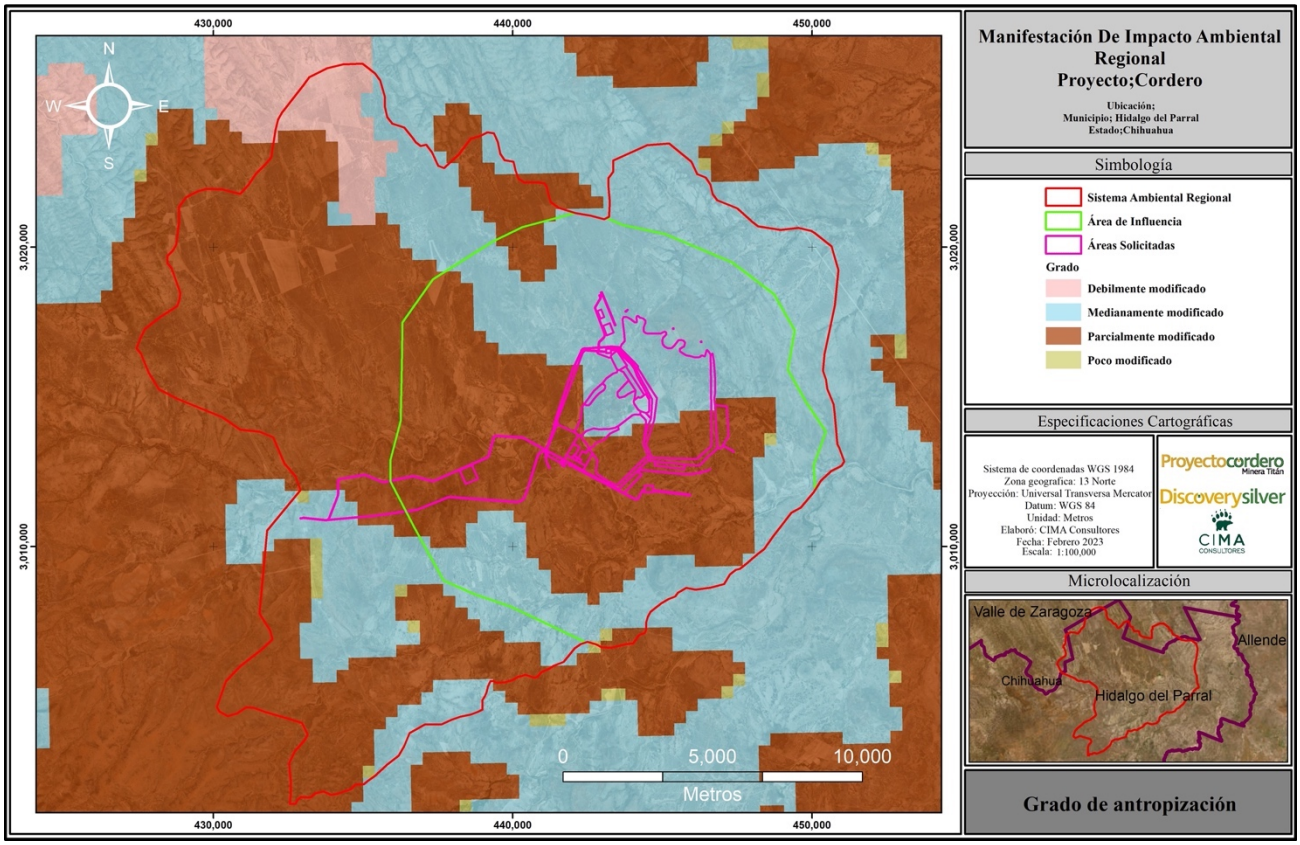


Figura IV. 67 Nivel de antropización dentro del SAR

Índice de impacto antropogénico

México no es la excepción en la tendencia global del deterioro de ecosistemas y de la pérdida de especies que se ha documentado durante los pasados 25 años, y que ha sido recientemente descrita a nivel mundial (CONABIO 2009, 2017, Ripple et al. 1997, WWF 2018). Los resultados de la actividad humana durante las últimas décadas, se han traducido notablemente en la crisis de la biodiversidad, y en la pérdida de la condición integra de los ecosistemas.

Para un país megadiverso como México es una situación compleja el incluir el estado (composición, estructura y función) de los ecosistemas, de las especies, diversidad genética y agrobiodiversidad, entre otros componentes. De acuerdo con esta evaluación de la condición del Capital Natural en México, se puede deducir que dos tercios del país presentan altos niveles de degradación, y solo 12 estados mantienen condiciones de sustentabilidad donde aún pueden generarse bienes y servicios ecosistémicos sin poner en riesgo el Capital Natural de futuras generaciones. Nueve estados tienen su capital natural en riesgo, es decir, con una alta probabilidad de alcanzar niveles no sustentables, y once estados han prácticamente agotado su capital natural, lo que representa un vacío importante en el legado ecológico-evolutivo para mantener el capital natural de futuras generaciones.

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) establece el Índice de Impacto Antropogénico (IIA), con el fin de reconocer el cambio que ejerce el ser humano a través de las actividades económicas productivas. Al evaluar esta medición de impactos y en relación al SAR el cual se encuentra en el **valor bajo** presentando un espacio en donde los ecosistemas no se consideran sensibles.

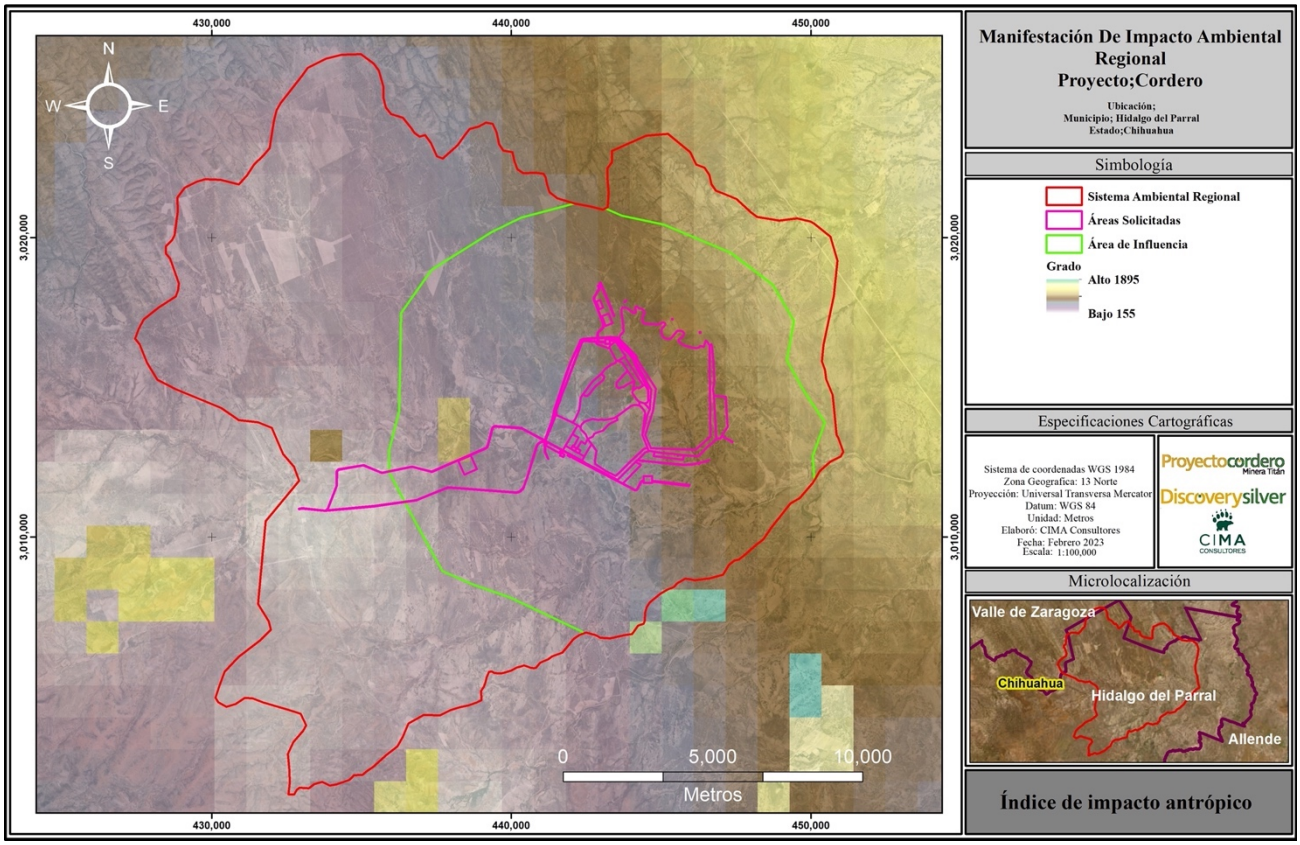


Figura IV. 68 Índice de impacto antrópico dentro del SAR

Compensación de los efectos negativos

Para los efectos negativos presentes en el SAR será necesario llevar a cabo la implementación de medidas preventivas y de mitigación. Estas estrategias se definieron con base en las actividades causantes del impacto en todas las etapas del proyecto, las nuevas propuestas de obras y superficies y las áreas autorizadas donde todavía no se tiene aprovechamiento.

Las propuestas y/o medidas se dirigen hacia la actividad causante o impacto, a fin de garantizar la compensación de dicha afectación, dichas medidas son de prevención, mitigación y compensación. A continuación, se mencionan solo algunas de las medidas que van integradas dentro de las estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales para enfrentar los impactos en los ecosistemas, es importante mencionar, que los diferentes programas mencionados dentro del presente estudio, son creados de modo general, aun y cuando se establecen la metas, calendarización, indicadores de eficacia, medición, acciones a tomar en caso de no ser suficiente el esfuerzo, etapa a la que aplica, responsable y que estos puedan ser comparados a través del tiempo a fin de garantizar su conformidad, no son desarrollados ampliamente, **por lo que una vez obtenida la resolución favorable, la promovente presentará previo a los trabajos de desmonte y despalme los siguientes programas de manera ampliada, pero con los mismos alcances, a fin de establecer el detalle de la metodología, ubicación, equipos a usar y que estos puedan ser desarrollados durante las diferentes etapas**, algunos de estos son:

- **Agua**
  - Monitoreo de calidad del agua.
  - Programa de conservación de agua.+
  - Plan de custodia y protección al agua
- **Aire**
  - Programa de monitoreo anual perimetral de PST, PM10 y PM 2.5.
  - Monitoreo de fuentes fijas y móviles

- Monitoreo de indicadores SASB: COV's, NOx, Sox, Hg, Pb

❖ **Suelo**
- Programa de conservación de suelo
- Muestreo de suelo dentro y fuera del área industrial con base en la NOM-147-SEMARNAT.

❖ **Flora y fauna**
- Programa de monitoreo de biodiversidad.
- Programa de rescate de flora y fauna silvestre
- Programa de reforestación.
- Programa de prevención y protección contra incendios forestales.

❖ **Residuos**
- Programa de manejo integral de los residuos sólidos domésticos.
- Programa de manejo de manejo especial.
- Plan de manejo de residuos peligrosos.
- Programas mantenimiento.
- Plan de manejo de residuos mineros

❖ **Ruido**
- Programa de monitoreo de ruido perimetral.
- Programa de monitoreo de ruido en maquinaria y vehículos.

❖ **Sustancias químicas**
- Código Internacional del Cianuro
- Certificación ante STPS como Empresa Segura

❖ **Otros programas**
- Certificación como Empresa Socialmente Responsable (ESR)
- Programa permanente de Educación Ambiental.
- Área de conservación minera Cordero (ACMA)
- Supervisión ambiental externa, etc.
- Certificación como industria limpia ante PROFEPA
- Sistema de gestión ambiental basado en ISO14001:2015

Se considera que el proyecto busca realizar las actividades cumpliendo con los requerimientos de protección ambiental para que los ecosistemas presentes en el área delimitada no se vean afectados y estos sigan cumpliendo las funciones ambientales necesarias para los procesos de estructura y funcionamiento. Es importante mencionar que se plantean medidas de conservación y uso sustentable de los recursos naturales en el área solicitada. Al tomar en cuenta que los ecosistemas presentes en el área señalada se mantengan en condiciones favorables para que la estructura y el funcionamiento no se vean repercutidas de forma negativa y así se realicen las medidas de conservación necesarias para mantener una eficiente relación entre las nuevas actividades y el medio ambiente.

IV.3.2.2.4 Ecosistemas ambientalmente sensibles:

Los ecosistemas ambientalmente sensibles se definen como aquellos componentes del SAR cuya estructura y función les caracteriza por su fragilidad o por la alta calidad de los servicios ambientales que ofrecen (por ejemplo, selvas altas perennifolias, manglares, arrecifes coralinos, bosque de niebla, bosques de galería, etc.) y que el proyecto pudiera afectar de manera directa o indirecta.

Para determinar el análisis de los ecosistemas ambientalmente sensibles se optó por emplear la metodología del autor (Evren, 2012), en donde se consideran los niveles de degradación antrópica, la tolerancia ambienta y el grado de sensibilidad con el fin de evaluar los componentes del SAR cuya estructura y función se les caracteriza por la alta fragilidad y por la alta calidad de los servicios ambientales.

En la siguiente tabla se presenta la escala referencial para medir el nivel de degradación que sustentará el primer análisis para definir la sensibilidad de los ecosistemas ambientalmente sensibles presentes en el área del proyecto.

Tabla IV. 83 Niveles de degradación ambiental

Escala	Nivel de degradación ambiental
Nulo (1)	Corresponde a un área no alterada, casi prístina. Elevada calidad ambiental y de paisaje se mantiene los ecosistemas naturales originales.
Bajo (2)	Las alteraciones al ecosistema son bajas, las modificaciones a los recursos naturales y al paisaje son bajos. La calidad ambiental de los recursos puede restablecerse fácilmente.
Moderado (3)	Las alteraciones al ecosistema, el paisaje y los recursos naturales tienen una magnitud media. Las condiciones de equilibrio del ecosistema se mantienen aun cuando tienden alejarse del punto de equilibrio
Alto (4)	Las alteraciones antrópicas al ecosistema, paisaje y los recursos naturales son altas. La calidad ambiental del ecosistema es baja; se encuentra cerca del umbral hacia un nuevo punto de equilibrio.
Critico (5)	La zona se encuentra profundamente alterada, la calidad ambiental del paisaje es mínima. La contaminación, alteración y pérdida de los recursos naturales es muy alta. El ecosistema ha perdido su punto de equilibrio natural y es prácticamente irreversible.

A continuación, se presentan los niveles de análisis de tolerancia ambiental los cuales definen la capacidad de intensidad para los efectos muy bajos has los muy altos dentro de los ecosistemas ambientalmente sensibles.

Tabla IV. 84 Tolerancia ambiental

Escala	Tolerancia ambiental
Muy alta (1)	Tiene una muy alta capacidad asimilativa o la intensidad de los efectos es muy baja
Alta (2)	Tiene una alta capacidad asimilativa o la intensidad de los efectos es baja
Moderada (3)	Tienen una moderada capacidad asimilativa o la intensidad de los efectos es media
Baja (4)	Tiene una baja capacidad asimilativa o la intensidad de los efectos es alta
Nula (5)	La capacidad asimilativa es muy baja o la intensidad de los efectos es muy alta

Con la información previamente citada, tenemos que, al realizar el cálculo, podemos definir el nivel o grado de sensibilidad de los ecosistemas presentes dentro del SAR, los cuales se presentan a continuación.

Grado de sensibilidad = TA * DA

Donde;

TA = Tolerancia ambiental

DA = Degradación ambiental

Tabla IV. 85. Grado de sensibilidad

Grado de sensibilidad	
Grado de sensibilidad	**Rango**
No sensibilidad	0 a 5
Sensibilidad baja	6 a 10
Sensibilidad media	11 a 15
Sensibilidad alta	16 a 20
Sensibilidad muy alta	21 a 25

Aquellos ecosistemas que se encuentran presentes dentro del SAR no han sido afectados considerablemente, por lo que el valor resultante del cálculo de sensibilidad es bajo, con excepción de las áreas agrícolas que se ubican con un valor de 12, reflejando una sensibilidad media. Dichos resultados se presentan a continuación.

Tabla IV. 86. Ecosistemas ambientalmente sensibles

Ecosistemas ambientalmente sensibles				
Componentes	**Tolerancia ambiental**	**Nivel de degradación ambiental**	**Sensibilidad**	**Descripción**
Pastizal natural	Muy alta (1)	Bajo (2)	No sensibilidad (2)	El pastizal natural dentro del área delimitada se encuentra en condiciones favorables, este tipo de ecosistema es que mayormente predomina cubriendo la gran parte del SAR.
Pastizal inducido	Moderada (3)	Bajo (2)	Sensibilidad baja (6)	Al contar con pastizal inducido este funciona para satisfacer las necesidades de algunas actividades, como es el caso de la ganadería. Dentro del SAR se pueden encontrar espacios con este tipo de vegetación.
Matorral desértico Micrópilo	Alta (2)	Moderado (3)	Sensibilidad baja (6)	Cuando se une la combinación de espacios con mayor altitud y zonas que cumplen las características desérticas, se hace visible la presencia de este tipo de matorral. Una de las causas negativas es el pastoreo descontrolado el cual genera deterioro junto con los desmontes para agricultura y ganadería.
Agricultura temporal-riego	Baja (4)	Moderado (3)	Sensibilidad media (12)	La agricultura es una fuente principal para la producción de alimentos, esta actividad beneficia en las necesidades de consumo de la población. Dentro del SAR son notorios los espacios destinados para campos agrícolas. Cuando esta actividad no se lleva a cabo de forma sustentable se afectan ecosistemas de importancia ambiental generando cambio de uso de suelo, deforestación, erosión de suelo etc.

Al abordar el análisis de los ecosistemas ambientalmente sensibles que se encuentran en el área de interés para el proyecto "Cordero", el pastizal natural cubre la mayor proporción del SAR por lo que esto indica una buena calidad del ecosistema. Por otra parte, el matorral desértico Micrófilo y pastizal inducido se encuentra en un estado de sensibilidad baja al tener la presencia de otras actividades como el caso de la agricultura y ganadería por lo que influye negativamente en ese tipo de ecosistemas.

La agricultura temporal-riego se encuentra en sensibilidad media dentro del SAR al ser una actividad que necesita de espacios con características elementales para realizar sus procesos productivos. Al no tener un cuidado especial de la actividad agrícola se causan efectos de erosión de suelo, deforestación repercutiendo de forma negativa en los ecosistemas. En el área de solicitada son visibles los espacios destinados para la agricultura.

Dada la condición integral y funcional, de los ecosistemas presentes en el sistema ambiental regional Cordero, es pertinente un análisis de algunos componentes que tienen una función o papel y que distinguen de manera

especial a las comunidades biológicas y ecosistemas presentes en esta localidad, esto en términos de buena condición (o calidad), o de fragilidad.

En este sentido, se consideran componentes favorables que han permitido el buen funcionamiento de los ecosistemas, pero también algunos componentes con condiciones desfavorables y que pudieran propiciar un estado de inestabilidad en estos sistemas ecológicos. Lo anterior, nos permite hacer aproximaciones de la influencia que pudiese tener la implementación del proyecto Cordero en estos componentes o elementos del SAR.

Componentes con buena condición o calidad en el SAR Cordero. - Estos componentes, tienen condiciones favorables que han beneficiado y siguen privilegiando el funcionamiento de los matorrales semidesérticos de Cordero. Entre estos componentes, podemos mencionar los siguientes:

- Matorral desértico micrófilo, en estado de vegetación secundaria, pero en proceso de sucesión vegetal, que tiene una composición variada de especies, en donde se destacan arbustos nativos de diferentes familias botánicas, están adaptados a estas condiciones con altas temperaturas, poca humedad y fríos en invierno
- Cubierta forestal, con una cobertura aproximada de 35%, con arbustos propios de matorrales desérticos, vegetación secundaria de matorral desértico y vegetación secundaria de pastizal natural, estos arbustos tienen buena cobertura que favorece la protección del suelo, infiltración del agua, hábitat, alimento y cobertura para fauna silvestre
- Comunidad vegetal, con buena variedad de especies, que favorecen la captura de carbono (CO^2) y una buena producción de oxígeno (O^2). Descripción e importancia del Carbono se presenta en **Anexo IV.12**.
- Buena variedad de especies vegetales, que favorecen procesos de sucesión vegetal, como son aquellas de las familias Asteraceae, Fabaceae, Poaceae y Verbenaceae
- Buena diversidad de especies de cactáceas (12), en donde se destaca la biznaga partida de Poselger (*Coryphantha poselgeriana*) que se encuentra en la categoría de A endémica, de la NOM-059-SEMARNAT-2010

Componentes con condiciones desfavorables del SAR Cordero. - Los componentes, que pudieran tener condición frágil o que pudieran poner en riesgo procesos, funcionalidad o estabilidad de los ecosistemas, son contemplados en este espacio, se hace la mención de esto enseguida:

- Presencia de especies vegetales, que son consideradas como malezas, arvenses o ruderales; estas especies están presentes en nuestro País desde algunas décadas atrás como por ejemplo el zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*), el quelite o bledo (*Amaranthus palmeri*), la aceitilla (*Bidens pilosa*), la hierba del negro (*Spheralcea angustifolia*) y el torito (*Tribulus terrestris*)
- Áreas ribereñas, con disminución de especies vegetales nativas y menos infiltración de agua a mantos freáticos

En relación a los componentes, que muestran buena condición en el SAR, y considerando la implementación del proyecto de aprovechamiento minero, la influencia del cambio climático creemos será mínima, considerando que las comunidades vegetales han estado sometidas a estas presiones de décadas atrás y han mantenido condiciones apropiadas para sobrevivir; el aumento de la temperatura, que se liga con el efecto invernadero e irradiación más intensa del sol, impacta en la vegetación, pero las plantas locales cuentan con condiciones físicas y adaptaciones que les ayudan a resistir esas condiciones y de acuerdo a lo visto en años anteriores, las plantas podrán continuar con sus funciones; con ciertas limitaciones de abundancia de estas plantas, pero cumpliendo su papel, la vegetación local seguramente seguirá cubriendo espacios de sucesión motivados por los usos de vegetación, que es la condición actual que se da en Cordero por la presencia en amplios espacios de la vegetación secundaria; las vegetación actual, provee de cubertura amplias extensiones de terreno, y esas coberturas, en los espacios extendidos del SAR, seguirán aportando beneficios tanto para la misma vegetación, como para la fauna y el suelo, pero en el área precisa del terreno naturalmente habría cambio y disminución de cobertura, la cual sería minimizada en buena parte por labores de rescate y reubicación de flora, por actividades complementarias de manejo y conservación de la vegetación que realizaría la empresa

involucrada, por capacitación, campañas y programas encaminados al cuidado y conservación de la biodiversidad vegetal, dirigido hacia el SAR en su conjunto.

Continuando, en el rubro de componentes con buena condición del SAR, la comunidad de plantas muy probablemente continuarán realizando su función de captura de carbono y producción de oxígeno, se reconoce cierta disminución de estas funciones por la aplicación del proyecto, pero también se debe considerar que habrá rescate y reubicación de un porcentaje de plantas de interés, en terrenos contiguos del sistema ambiental, es importante mencionar que buena parte del proyecto incide en áreas de vegetación secundaria arbustiva y también con vegetación inducida, lo que disminuye el impacto a esta comunidad vegetal, en el campo de la captura de carbono y producción de oxígeno; aquellas especies, que contribuyen a los procesos de sucesión vegetal, seguramente seguirán estando presentes en la comunidad vegetal, se ha visto que muchas de ellas soportan presiones ambientales y en ocasiones aprovechan condiciones para instalarse, estas estrategias, muy probablemente les permitirán mantenerse en esta localidad y las actividades mineras no deberían de influir mayormente en su habilidad de facilitar procesos sucesionales; las cactáceas, son plantas propias de matorrales desérticos y en Cordero se tienen en variedad y abundancia aceptable, estas especies al implementarse el proyecto minero, serán rescatadas y reubicadas, en el caso de la biznaga partida de Poselger (*Coryphantha poselgeriana*) la cual está contemplada en la NOM-059, la totalidad de estos individuos será rescatada y reubicada, y el resto de individuos de cactos de otras especies, serán rescatados y reubicados en un porcentaje importante, considerando que algunas de ellas tienen buena capacidad de reproducción y establecimiento como es el caso de los nopales del género *Opuntia*, también se contempla un plan de reproducción en vivero y repoblación de la biznaga partida de Poselger.

En cuanto a otros servicios ambientales que presta la comunidad vegetal, se reconocen rubros como la producción y conservación del agua, mantenimiento de la calidad del aire y mejoramiento del paisaje, en este sentido reconocemos que la producción del agua naturalmente en esta región es mínima y esta se da hacia toda todo el SAR en condiciones limitadas, pero si funcionan los arroyos y captación del agua en períodos naturales como en época de lluvias, entonces la implementación del proyecto no debe provocar alteraciones evidentes, sino que seguramente continuará operando con poca variación; la calidad del aire de Cordero, en la actualidad es buena con presencia equilibrada de gases atmosféricos, con presencia ocasional de polvos disueltos, lo que es normal en estas zonas semidesérticas, con la presencia del proyecto, esta condición no debe de ser mayormente diferente y además, habría que considerar labores de supresión de generación de polvos al ambiente y otras labores de control de emisión de gases, con lo cual ayudaría al mantenimiento de la calidad del aire; el paisaje actual, guarda equilibrio en base a sus componentes ambientales, pero se reconoce que la implementación del proyecto causaría una alteración visual, lo cual está considerado y será minimizado por diversas situaciones, la principal es que el proyecto se halla retirado de la presencia humana, carreteras y caminos importantes, se tienen contemplados trabajos de moderación paisajística, tendientes a suavizar el impacto visual de las actividades mineras, la infraestructura minera tendrá elementos con adecuada distribución lo que ayuda a equilibrar el paisaje con el ambiente.

Para los componentes, con condiciones desfavorables para el SAR Cordero, se ha reconocido la presencia de plantas consideradas como malezas o arvenses, las cuales son oportunistas y aprovechan condiciones de alteración ambiental, estas plantas son exóticas y se han hecho presentes en nuestro País desde hace varias décadas atrás, la presencia del proyecto pudiera favorecer la presencia de estas plantas, pero los espacios que ocupará la infraestructura inhibirá la presencia de estas y los espacios que conservarán los matorrales nativos, serán manejados de forma equilibrada para evitar al máximo la proliferación de estas especies, además se favorecerán los procesos de sucesión vegetal natural, con la intención de evitar cada vez más, la presencia de estas plantas ruderales.

Las plantas ribereñas, cumplen una función importante en dichas áreas en la orillas de los arroyos y ríos, en la actualidad, se nota disminución de estas especies ribereñas, y en relación con los trabajos que pudieran darse con el proyecto minero, se vislumbra que este componente no se verá mayormente influenciado, dado que no se generarán aguas o desechos que lleguen a arroyos o ríos, las actividades que generaría el proyecto, no inciden en áreas ribereñas, por el contrario, estas actividades van encaminadas a la conservación de las comunidades vegetales del SAR, incluyendo áreas cercanas a arroyos y ríos, estás labores seguramente favorecerán a la protección de plantas de ribera y al hábitat de otras especies propias de estos espacios, como tortugas, reptiles

y anfibios y que si se tienen presentes en Cordero; el aspecto de infiltración del agua, seguramente se incrementará moderadamente con las labores de cuidado y mejoramiento de la comunidad vegetal que se generará con la inclusión del proyecto.

La importancia de la conservación de los pastizales para enfrentar el cambio climático

La CONANP en 2021, menciona que el ecosistema de pastizal del desierto Chihuahuense tiene la capacidad de capturar carbono atmosférico y convertirlo en materia orgánica. Este proceso sucede mediante la fotosíntesis en donde las moléculas viajan a través de las cadenas alimenticias. Los ecosistemas de pastizales almacenan hasta un 98% del carbono bajo el suelo.

La FAO (2009) sostiene que los pastizales pueden almacenar y capturar una mayor cantidad de carbono que los ecosistemas de bosques. El carbono es capturado por las especies vegetales entres unidades, la vegetación viva (incluyendo la biomasa del área y las raíces subterráneas vivas), la hojarasca y el suelo. Los ecosistemas de pastizales proveen servicios ambientales como; el almacenamiento de agua en los acuíferos, lagos y ríos, asimismo producen fuentes de alimentos en sistemas agrícolas y pecuarios. Los pastizales son capaces de absorber hasta el 30% del CO^2 del planeta hasta 45 toneladas de carbono por hectárea. Ante la amenaza del cambio climático la prioridad y el compromiso es mantener el aumento de la temperatura mundial por debajo de los 2 grados centígrados y por encima de los niveles preindustriales. Se deben perseguir los esfuerzos para limitar aún más el aumento de la temperatura a 1,5 grados centígrados que fue decretado en el objetivo central del Acuerdo de París.

Es importe señalar que en el proyecto "Cordero" se tomaran en cuenta medidas de conservación y preservación con el fin de seguir protegiendo los beneficios que generan los ecosistemas de pastizales ya que es de suma importancia contribuir reduciendo la amenaza del cambio climático en el planeta. Si las actividades productivas mantienen una relación eficiente con el medio ambiente estas pueden lograr un equilibrio entre la conservación y el uso sustentable de los recursos naturales.

Los ecosistemas identificados en el SAR **no se consideran sensibles al tener alta distribución y adaptación en la zona donde se encuentran establecidos**. Esta fuente ecosistémica cumple procesos fundamentales y complementa la aportación de servicios ambientales. Es importante reconocer que no se comprometerán, se considera que, si habrá procesos de fragmentación y daños en los ecosistemas, pero se contemplan medidas necesarias para compensar los posibles daños que puedan surgir.

El proyecto se desarrollará con los lineamientos adecuados y resaltando los fundamentos ambientales para llevar a cabo las actividades con el mayor cuidado y protección ambiental de los ecosistemas presentes ya que este tipo de vegetación cumple con procesos fundamentales para la vida silvestre y el medio ambiente.

Si bien se considera que algunas actividades generen impactos negativos sobre los ecosistemas, pero dentro de la planeación se consideraron medidas de mitigación y compensación con el fin de estar prevenidos ante cualquier situación suscitada en el área del proyecto. Estas medidas vendrán a compensar y mitigar los efectos negativos y así mantener la relación óptima entre las nuevas actividades y los ecosistemas ubicados en el SAR.

IV.3.3 Medio socioeconómico.

Para poder determinar las condiciones sociales y económicas del SAR se tomó como referencia los datos estadísticos de población y vivienda del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el cual obtiene sus datos mediante censos. En esta sección se presenta la descripción de la información referente a las características sociales y económicas en que se encuentran las poblaciones presentes dentro y a los alrededores del SAR.

Según el Servicio Geológico Mexicano (2018) el estado es tradicionalmente minero desde la época de la Colonia, a partir de la cual, se han venido explotando importantes yacimientos minerales, que regionalmente se pueden enmarcar dentro de 12 regiones, que se han agrupado de acuerdo al tipo de mineralización y a su ubicación. En la siguiente tabla se observa lo descrito anteriormente.

Tabla IV. 87 Regiones mineras del estado y región del proyecto

Regiones mineras del estado y región del proyecto			
No.	**Región minera**	**Mineralización**	**Distrito minero**
1	Juárez	Au, Ag, Pb, Zn, Cu	Los Lamentos, Samalayuca, Los Muertos, Klondike, San Juan, El Soldado y San Ignacio.
2	Casas Grandes	Au, Ag, Pb, Zn, Cu, U, Mo,Mn	Bismark, Sabinal, San Pedro Corralitos, Sierra Rica, Fresnal, Los Borregos, Nopalera, Los Arados, Servin, Terrenates, Mojina, Providencia, Plielagos y Nuevos Casas Grandes
3	Ojinaga	Ag, Pb, Zn, Cu, Fe, Ge, Mn	Sierra Azul, Sierra Rica, Tres Marias, Preson Y Leones, Maijoma, Cuchillo Parado, Tosesihua, La Aguja Y La Ventana
4	Camargo-Jiménez	Fe, Pb, Zn, Cu, Sal, Mn	La Perla Negra, El Antojo, El Volcan, Los Organos, Conchos, Las Palmas, San Francisco, Jaco, Los Reyes, Corralitos, Barraza, Bahues y Carrillo
5	Madera	Au, Ag	Dolores, Huizopa Y Guaynopa
6	Chihuahua	Au, Ag, Pb, Zn, Cu, Fe, Ba, Mn, Mo, U	Naica, Santa Eulalia, Jumiles, Peña Blanca, Plomosas, Placer De Guadalulpe, Terrazas, Las Damas, Magistral, Savonarola, Chorreras y La Esperanza
7	Guadalupe y Calvo	Au, Ag, Cu, Mo, Pb, Zn	Guadalupe y Calvo, Baborigame, Los Tarros-Inde, Casas Viejas-Saucito, Cieneguita-El Jacal, San Ignacio, San Antonio, San Julian y Minitas
8	Parral	Au, Ag, Pb, Zn, Cu, Mn, F	Parral, San Francisco Del Oro, Santa Barbara, San Jose Del Sitio, Los Olivos, El Navegante, Roncesvalles, Talamantes, Almoloya, **San Juan Cordero**, San Antonio Del Potrero, Los Gatos
9	Cuahuatemoc	Au, Ag, Pb, Zn, Cu	Cushihuiriachi, Namiquipa, Calera, Milpillas, Vicente Guerrero, Tutuaca, Los Pedernales, Norogachi, Coyachic y Los Cuates
10	Temoris	Au, Ag	Chínipas, Palmarejo, Temoris, Guazapares, Agua Caliente, Chichaco, Gorogachic, Los Llanitos, Monterde, Tepochique, Cerocachi, Bahuichivo, Temochocate y Agua Salada
11	Ocampo	Au, Ag	Pinos Altos, Ocampo, Maguarichi, El Pilar, Moris, Uruachic, San Francisco Yoquivo, Concheño, Candameña y Promontorio
12	Batopilas	Au, Ag, Pb, Zn, Cu, Mo	Batopilas, Sauzal, La Bufa, Urique, Morelos, Piedras Verdes, Bahuerachi, Cieneguita, El Realito, Lluvia De Oro, Mineral De Polanco, La Reforma, Potrero De Bojórquez, Satevó y Cerro Colorado

La promovente cuenta con una línea base social, en la cual se realizó una visita a aquellas localidades o asentamientos humanos que se ubican dentro del acuífero Valle de Zaragoza, lugar donde el proyecto tiene injerencia, de las cuales 6 localidades se ubican dentro del municipio de hidalgo del parral y 23 en Valle de zaragoza. En base a esta información recabada por medio de encuestas en las diferentes áreas rurales con un total de 1847 encuestas y la obtenida por el INEGI se puede complementar de una mejor manera la presente sección.

El sistema ambiental regional se ubica en los municipios de Hidalgo del Parral y Valle de Zaragoza, conteniendo una población total 116 662 habitantes y 4 775 habitantes respectivamente. De los cuales 50.7 % son hombres y 49.3 % son mujeres en Valle de Zaragoza; y en Hidalgo del Parral 48.2 % son hombres y 51.8 % mujeres. Dentro de estos municipios se encuentran las localidades más cercanas al proyecto, en la siguiente figura se muestran las mencionadas.

Un aspecto fundamental para la caracterización de una región son sus datos demográficos y de comportamiento poblacional. En la siguiente tabla, se muestra la información disponible del censo 2020 de INEGI que es el más

actual hasta el momento, de acuerdo a dicha información Hidalgo del Parral tiene 116,662 habitantes y Valle de Zaragoza 5,859; sumado se tiene un total de 122,521 habitantes entre ambos municipios de los cuales el 1.82 habla alguna lengua indígena. A continuación, se presentan las tablas donde se pueden apreciar los principales indicadores socioeconómicos para los municipios de Hidalgo del Parral y Valle de Zaragoza, en el estado de Chihuahua.

Tabla IV. 88 Población de los municipios de Hidalgo del Parral y Valle de Zaragoza

Población	Hidalgo del Parral	Valle de Zaragoza	Chihuahua	% de importancia Hidalgo del Parral	% de importancia Valle de Zaragoza
Población (2020)					
Población total en viviendas particulares habitadas	116,662	5,859	3,741,869	3.12	0.16
Población de 15 a 64 años	76,738	2,835	2,512,947	3.05	0.11
Población de 65 años y más	10,669	803	278,960	3.82	0.29
Población femenina de 15 a 19 años	4,994	162	160,391	3.11	0.10
Población masculina de 15 a 19años	4,975	180	165,942	3.00	0.11
Población femenina de 20 a 24 años	5,012	137	156,786	3.20	0.09
Población masculina de 20 a 24 años	4,821	149	157,281	3.07	0.09
Población femenina de 85 años y más	579	28	13,012	4.45	0.22
Población masculina de 85 años y más	390	42	9,334	4.18	0.45
Situación Conyugal (2020)					
Población de 12 años y más soltera o nunca unida	31,364	1,084	101,9091	3.08	0.11
Población de 12 años y más casada o unida	48,926	2,296	159,8428	3.06	0.14
Población de 12 años y más que estuvo casada o unida	12,946	497	373,002	3.47	0.13

Trabajo social en campo - población

- **Proporción de sexo** - De los cuestionarios obtenidos como positivos con relación al sexo, se obtuvieron para el masculino un total de 913 encuestas, lo que representa el 49.43% y 934 encuestas que representan el 50.57% del sexo femenino Logrando establecer que no existe una diferencia significativa que determine la prevalencia del número de habitantes de un sexo en particular en el área de influencia del proyecto. Lo descrito corresponde con los datos del último Censo de Población 2020, INEGI, en donde, si sumamos el número de habitantes de 18 años y más por sexo, de todas las localidades consideradas para este estudio, obtenemos un total de 1,535 hombres y 1,535 mujeres
- **Población por grupos de edad** - Respecto a la distribución de la población masculina por edad, tenemos que el grupo más representativo es el de 60 a 69 años, con un 16.65% del total de la población que participó en la encuesta. El segundo grupo por edad más importante, en número de población es el de 70 a 79 años, integrado por el 16.10% de los varones de la muestra. El tercer grupo más representativo es el de los18 a 29 años, con un 15.88%, seguido por los grupos de edad de 50 a 59 años y 40 a 49 años, representando el 15.77% y15.33% de la muestra, respectivamente. En menor porcentaje están los grupos de edad de 30 a 39 años (13.69%), el de 80 a 89 años con 5.59%, de más de 90 años con el 0.77% y superando inclusive los 100 años con el 0.22%.
  En el mismo sentido, la distribución de la población femenina por edad se da de la siguiente manera: el grupo de 50 a 59 años representa el 19.16% de la muestra total; seguido por el grupo de entre los 18

a los 29 años, representando el 18.74% de la muestra. El tercer grupo es el de 60 a 69 años con un 16.81%; le sigue el grupo de 40 a 49 años con un 15.63%; después el de los 30 a 39 años, con un 13.81%; luego el grupo de 70 a 79 con un 11.88%; y, por último, las adultas mayores de 80 a 89 años con un 3.85%. Para la muestra de la población del sexo femenino no se encontraron personas mayores de 90 años, como sí ocurrió para la muestra del sexo masculino.

- **Permanencia de la población en las comunidades** - En el tema del tiempo de permanencia de las personas (sin distinción de sexo) en las localidades del área de influencia del proyecto, tenemos que el 70.28% de la muestra manifestó que siempre han vivido en su localidad de origen. Por otro lado, el 12.67% de las personas han permanecido en el mismo lugar por un período de 10 a 20 años, el 5.9% ha habitado la localidad por 6 a 10 años, el 4.0% ha vivido allí desde los últimos 4 a 6 años y el 4.5% ha vivido en el período reciente de 1 a 3 años.
  Solamente el 2.6% de la población encuestada tiene menos de un año viviendo en las localidades estudiadas. Estos datos nos indican que la mayoría de las personas tienen un fuerte arraigo a las comunidades en donde se aplicaron los cuestionarios, ya que más del 80% de la muestra poblacional ha pasado la mayor parte de su vida viviendo en las localidades de la región.
- **Estado civil -** la tendencia del estado civil para hombres y mujeres es igual, por lo que el resultado se agrupa en una sola gráfica. En este sentido, el 55.98% de las personas manifestaron estar casados o casadas, mientras que el 20.30% de la población es soltera, el 11.32% vive en concubinato, el 8.39% son viudos (as), 3.41% de las personas son divorciadas y el 0.60% se encuentra en proceso de separación.
  Estas cifras indican que la mayoría de la población se compone de parejas estables y en segunda instancia de población joven soltera.

Servicios públicos de Salud. Respecto a los servicios de salud, el municipio de Valle de Zaragoza con un total de 4,775 habitantes el servicio que cuenta con más afiliaciones es el INSABI con 3,872 derechohabientes. En contraste con el municipio de Hidalgo del Parral que cuenta con 34,411 habitantes, la mayoría, 2,740 están afiliados al IMSS seguido del INSABI con 1,251 derechohabientes.

Tabla IV. 89 Servicios de salud de los municipios de Hidalgo del Parral y Valle de Zaragoza

Servicios de salud	Valle de Zaragoza	Hidalgo de Parral	Estado de Chihuahua
Población total	**116,662**	**5,859**	**3,741,869**
% Población afiliada al IMSS	13.2	57.4	66.3
% Población afiliada al INSABI	81.1	26.2	14.1
% Población afiliada al ISSSTE	5.2	10.5	8.9
% Población afiliada al IMSS BIENESTAR	0.2	1.0	0.5
% Población afiliada a Pemex Defensa o Marina	0.2	1.1	0.4
% Población afiliada a institución privada	0.4	2.1	5.5

*Fuente: (INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020. SNIEG. Información de Interés Nacional).

Trabajo social en campo – servicios públicos y de salud

- **Servicio médico** - Muchos de los trabajos en la zona rural son temporales y dependen de los períodos de cosecha de productos agrícolas, en este caso como la sandía y la nuez; asimismo, una buena parte de la población desarrollan actividades agropecuarias por su cuenta, como pequeños propietarios de parcelas agrícolas y de ganado. Esto se refleja en una falta generalizada de acceso a los servicios médicos, lo que fue manifestado por los diferentes grupos de la población que participaron en la encuesta.
  Existe un mayor porcentaje de hombres que no cuentan con servicios médicos, representando el 53.63% contra el 46.30% del grupo femenino. En este sentido, es importante destacar que, en su mayoría, ambos grupos no cuentan con un servicio básico médico. En contraparte, el 14.13% de los

hombres manifestaron contar con servicio del Seguro Social; mientras que el 26.0% acuden al Centro de Salud Local. Solo una mínima porción de la población tiene la capacidad para acudir a los servicios médicos particulares.

Respecto a la población femenina, ésta cuenta con Seguro Social, en un 18.52%; un 25.46% acude principalmente al Centro de Salud o clínica local, el 6.02% cuenta con servicios del ISSSTE; y, al igual que los hombres, solo una mínima proporción puede cubrir servicios particulares de salud.

Vivienda y servicios: De acuerdo al INEGI (2020), dentro de los municipios donde se pretende desarrollar el proyecto, la población de ambos municipios representa el 1.71% del total de habitantes del estado de Chihuahua sin acceso a servicios de agua entubada ni electricidad, tal como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla IV. 90 Vivienda de los municipios de Hidalgo del Parral y Valle de Zaragoza

Vivienda y Urbanización	Hidalgo del Parral	Valle de Zaragoza	Chihuahua	% de importancia Hidalgo del Parral	% de importancia Valle de Zaragoza
Viviendas particulares habitadas	33,853	1,624	1,093,764	3.10	0.15
Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	257	5	21,790	1.18	0.02
Viviendas particulares habitadas que disponen de energía eléctrica	34,235	1,630	1,125,620	3.04	0.14
Viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica	96	30	17,090	0.56	0.18
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada	34,180	1,641	1,125,206	3.04	0.15
Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada	151	19	17,437	0.87	0.11
Viviendas particulares habitadas que disponen de sanitario	34,130	1,608	1,095,308	3.12	0.15
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	34,159	1,615	1,105,223	3.09	0.15
Viviendas particulares habitadas que disponen de automóvil	22,362	1,250	783,621	2.85	0.16
Viviendas particulares habitadas que disponen de televisor	32,830	1,512	1,068,519	3.07	0.14
Viviendas particulares habitadas que disponen de computadora	15,440	259	488,724	3.16	0.05
Viviendas particulares habitadas que disponen de teléfono fijo	14,623	303	460,540	3.18	0.07

*Fuente: (INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020. SNIEG. Información de Interés Nacional).

Trabajo social en campo – vivienda y servicios

- **Vivienda** - En la presente sección se describirá de manera general, las condiciones de las viviendas de las personas que viven de la zona de influencia del Proyecto Cordero.
  Es importante destacar que, en el 80.83% de los casos, el lugar en el que habitan las personas que participaron en el cuestionario, es propio. En segundo lugar, con el 9.64% de la muestra, se tiene que las personas habitan una casa prestada; le sigue el grupo de personas que rentan la casa que habitan, con un 8.39%. En menor proporción, se encuentran, quienes se encuentran pagando su casa actualmente (0.43%); y, por último, quienes han invadido o viven con algún familiar (0.05%). El restante 1.1% no saben o bien eligieron la opción de otro.

  Respecto a la calidad de la vivienda a continuación se describen sus principales características. Las casas habitación de la región están constituidas principalmente por 4 a 6 piezas (67.51%), ésta considera baño, sala, comedor, habitaciones; seguido por casas que se componen de 1 a 3 piezas (14.35%). También existen casas que cuentan con 6 a 8 piezas (13.6%); y, en menor proporción, casas grandes de más de 8 piezas (4.2%).

  Para describir los materiales de construcción se consideraron pisos, techo y muros. Los resultados obtenidos indican que los techos son principalmente de lámina galvanizada (95.83%) y en menor proporción de loza de concreto (1.73%), palma (0.81%), madera (0.49%), así como de tejas u otros materiales (1.14%). Los muros, son básicamente de material de adobe (53.38%); así como de ladrillo, block y tabique (44.67%). Los pisos son en su mayoría de cemento (67.24%) y mosaico (31.62%). El resto de los pisos son de otros materiales como pisos de vinilo y tierra.

  Por último, en cuanto a la calidad de la vivienda, tanto hombres como mujeres consideran, por igual, que necesitan realizar remodelaciones (57.55%), mientras que una pequeña proporción consideran que necesitan cambiarse de casa (2.60%) por las condiciones en que éstas se encuentran. Un grupo considerable del 34.65% de las personas, consideran que los hogares que habitan no necesitan cambios o mejoras.

  El resto de la muestra de la población, opinan que la mejora de los servicios públicos, como agua potable y drenaje, sería suficiente para contar con una vivienda digna.

- **Servicios públicos** - También se describe la satisfacción de los servicios públicos que las autoridades gubernamentales proporcionan. En este sentido, el principal problema radica en la falta de agua potable, lo cual fue indicado por el 50.41% de la muestra poblacional.
  Las personas piensan que el segundo problema le corresponde a la falta de servicios médicos, con un 14.48%; seguido de un 14.0% del problema del alumbrado público y un 11.81% de la falta de drenaje. En referencia al principal problema social que se vive en la región, el 63.46% de la población percibe que es la inseguridad pública. En segundo lugar, está el encarecimiento de la canasta básica representado por un 24.20% de las respuestas y como un tercer problema social, se ubica el narcotráfico representado por un 2.85%.

  En cuanto a la presencia de servicios públicos, el 98.54% (1,820) de las personas indicaron que cuentan con luz eléctrica y el 86.90% (1,605) con agua potable, solo un 17.43% (322) cuentan con servicio de drenaje y el resto cuentan con una fosa séptica o letrina. Respecto a otros servicios del hogar el 92.53% (1,709) tienen gas para cocinar; y el 62.05% (1,146) de la población cuenta con el servicio público de recolección de basura, el resto manifestó quemarla en sus patios o baldíos.

Escolaridad y marginación: En la siguiente tabla se muestran datos de la población por municipio que carecen de algún nivel de educación o de servicios públicos de salud. El municipio de Hidalgo del Parral tiene 1,983 habitantes de 15 años o más en condición analfabeta, 4,433 habitantes de 6 a 14 años que no asisten a la escuela, 28,698 habitantes de 15 años o más con educación básica incompleta. Para el caso del municipio de Valle de Zaragoza, 229 habitantes de 15 años o más son analfabetas, 300 habitantes de 6 a 14 años no asisten a la escuela, 2,645 habitantes de 15 años o más sin educación básica completa. Para el caso de marginación, el proyecto se ubica dentro de una región con accesibilidad de servicios en gran parte, empleos fijos, diversidad de actividades

económicas, esto al estar cercas de ciudades de importancia económica, lo que concede a ambos municipios dentro de una categoría de marginación como muy bajas, ubicándose de la misma menara que la CONAPO para el año 2014 (siguiente figura)

Tabla IV. 91 Marginación de los municipios de Hidalgo del Parral y Valle de Zaragoza

Escolaridad	Hidalgo de Parral	Valle de Zaragoza	Estado de Chihuahua
Población total	**116,662**	**5 859**	**3,741,869**
% Población de 15 años o más analfabeta	1.7	4.8	2.6
% Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	3.8	6.3	6.9
% Población de 15 años y más con educación básica incompleta	24.6	55.4	27.1
Índice de marginación	24.32	24.68	20.01
Grado de marginación	Muy Bajo	Muy bajo	Medio

*Fuente: INDICE DE RESAGO SOCIAL, CONEVAL, 2020 y Estimaciones del CONAPO con base en el INEGI, Censo de Población y Vivienda 2020.

Trabajo social en campo – Escolaridad

- **Nivel educativo** - con relación a la educación básica, se observa una tendencia parecida en el nivel educativo entre sexos. En las respuestas obtenidas por personas del sexo masculino, 45 de ellos manifestaron ser analfabetas; es decir, el 4.93% de la muestra. Por otro lado, el 52.35% estudiaron la primaria, el 22.4% tienen el nivel de secundaria; el 11.72% estudiaron la preparatoria; el 6.57% cuentan con estudios universitarios; el 0.55% tienen el nivel de posgrado y, por último, el 1.42% cuentan con otros estudios técnicos que no se describían en las opciones preestablecidas.
  Con relación a las personas de sexo femenino, 17 de ellas son analfabetas, lo que representa solamente el 1.82% de la muestra total. Respecto al grado de escolaridad, el 48.18% cuentan con nivel de primaria; el 27.62% estudiaron la secundaria; el 14.15% tienen el nivel de preparatoria; el 6.32% estudiaron hasta el nivel universitario; y, por último, el 1.50% logró terminar un posgrado.
- **Educación** - En esta sección se describe la percepción de ambos sexos con relación a los problemas que aquejan al sector educativo en la región. Para la zona rural de Hidalgo del Parral y Valle de Zaragoza, las personas contestaron que el principal nivel educativo que existe en su comunidad es hasta la primaria, y en algunas comunidades, hasta la secundaria. En cuanto a la cabecera municipal de Valle de Zaragoza, la mayor parte de la población indicó que el máximo nivel de estudios al que pueden tener acceso es la preparatoria.
  En cuanto a la percepción o al conocimiento del máximo nivel escolar que se ofrece en las localidades, no existen muchas diferencias entre lo que los hombres y las mujeres contestaron.
  Respecto al principal problema que enfrenta el sector educativo en la región, la mayor parte de los hombres comentaron no saber al respecto (34.72%), el 15.33% dijo que el problema era la falta de becas y el 12.38% hizo referencia a la falta de maestros. También hubo un sector de la población masculina (9.31%) que identificó que, la falta de niños en la comunidad es un factor importante para que las escuelas se encuentren sin maestros; y, por lo tanto, de que los niños no tengan clases.

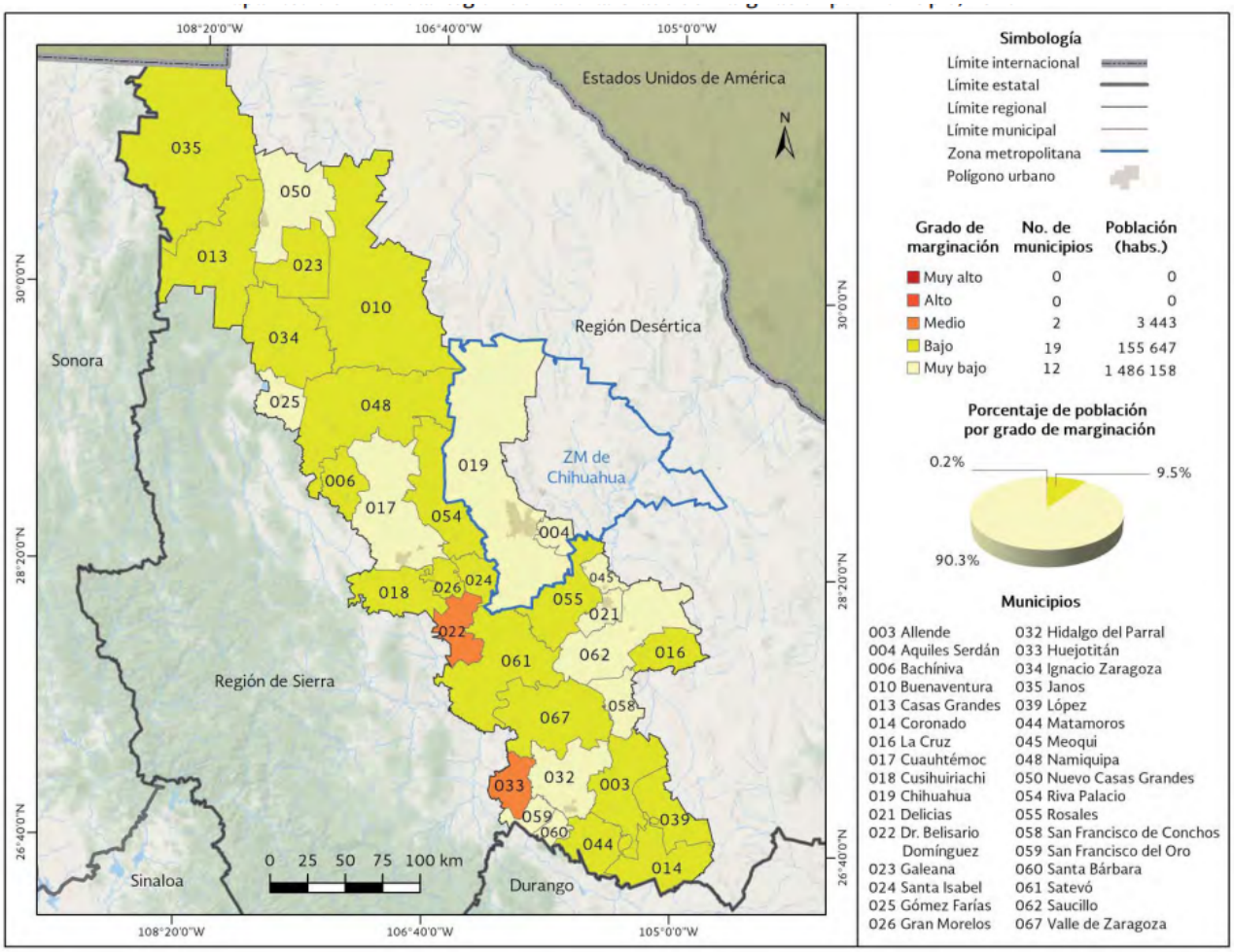


Figura IV. 69 Grado de marginación por municipio de la región de llanura

Economía. Respecto a las actividades económicas tradicionales, representadas por la agricultura y la ganadería, se tiene que la nuez es un cultivo de gran importancia para la región, es uno de los cultivos con las mayores ganancias del sector agrícola en los municipios Valle de Zaragoza, Hidalgo del Parral. Entre los municipios del área de influencia del Proyecto Cordero, Valle de Zaragoza es el que tiene una mayor superficie cultivada anual: 5,329 hectáreas (ha) promedio por año, y con valores de producción anual promedio de 77.6 millones de pesos (MDP). El principal productor pecuario en la región es el municipio Hidalgo del Parral, con una producción promedio anual de 1,702.8 toneladas (t), y un valor promedio anual de producción de 55.57 MDP.

En la investigación realizada, se encontró que las localidades que se ubican dentro del área de influencia del Proyecto **"Cordero"** se dedican principalmente a la agricultura, siendo los cultivos primordiales que se producen en la región, la sandía, la nuez y los forrajes; asimismo la ganadería extensiva es una actividad que se practica en la mayor parte del territorio, especialmente para la producción de pie de cría. (Estudio Línea Base Social Del Proyecto Cordero). En seguida se muestran los datos para la población económicamente activa de ambos municipios.

De acuerdo con los resultados del Censo de Población y Vivienda del INEGI (2020), dentro los municipios de Hidalgo del Parral y Valle de Zaragoza hay 56,525 personas que cuentan con 12 años de edad en adelante consideradas como económicamente activas, lo cual representa el 3.03 del total de la población económicamente activa del estado de Chihuahua. En la siguiente tabla se pueden observar los distintos datos de la población de los municipios de interés para el proyecto.

Tabla IV. 92 Economía de los municipios de Hidalgo del Parral y Valle de Zaragoza

Economía	Hidalgo del Parral	Valle de Zaragoza	Chihuahua	% de importancia Hidalgo del Parral	% de importancia Valle de Zaragoza
Población de 12 años y más económicamente activa	54,427	2,098	1,863,623	2.92	0.11
Población femenina de 12 años y más económicamente activa	22,319	598	759,653	2.94	0.08
Población masculina de 12 años y más económicamente activa	32,108	1,500	1,103,970	2.91	0.14
Población de 12 años y más no económicamente activa	38,674	1,768	1,122,057	3.45	0.16
Población femenina de 12 años y más no económicamente activa	26,426	1,306	756,710	3.49	0.17
Población masculina de 12 años y más no económicamente activa	12,248	462	365,347	3.35	0.13
Población de 12 años y más ocupada	53,115	2,004	1,829,503	2.90	0.11
Población femenina de 12 años y más ocupada	21,910	587	749,737	2.92	0.08
Población masculina de 12 años y más ocupada	31,205	1,417	1,079,766	2.89	0.13
Población de 12 años y más desocupada	1,312	94	34,120	3.85	0.28
Población femenina de 12 años y más desocupada	409	11	9,916	4.12	0.11
Población masculina de 12 años y más desocupada	903	83	24,204	3.73	0.34

*Fuente: (INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020. SNIEG. Información de Interés Nacional).

Trabajo social en campo –Condición laboral actual

En esta sección se describe la situación actual de las condiciones laborales en la región. Los datos se presentan por separado para la población masculina y femenina y hacen referencia al empleo actual, salario percibido y apoyos recibidos para las personas que, por alguna situación de edad, discapacidad o falta de oportunidades, no cuentan con empleo. Se presentan también datos que describen la situación del desempleo y el tipo de estrategias que se realizan para solventar los gastos diarios.

- **Dependiente económicos** - Los dependientes económicos son los integrantes de una familia, cuya manutención depende del ingreso o salario del, la o los tutores o jefes de familia. Las personas que respondieron a los cuestionarios manifestaron que las familias del área de influencia (acuífero de valle de zaragoza) del proyecto se conforman principalmente por 1 a 3 dependientes económicos, representando esto el 79.32% de las respuestas; en segunda instancia, están las familias con 4 a 6 dependientes económicos, lo que representa el 12.94%; seguido de las familias de más de 10 dependientes económicos, con el 5.41%; y, por último, solo un 0.87% de las familias tienen entre 7 a 10 dependientes económicos. El resto que contestó "no sabe" se asume que no tiene dependientes económicos, es decir se trata de personas que viven solas.

- **Empleo** - Según las respuestas de las personas que participaron en la encuesta, generalmente el número de adultos que trabajan en el hogar es de 1 a 3 personas, incluyendo al que contestó el cuestionario, esto representa el 92.91% de la muestra total. En un menor porcentaje, el 3.57% contestó que en los hogares trabajan de 4 a 6 personas adultas. En contraste, solamente el 0.32% de las respuestas indicaron que, son de 7 a 10 personas las que trabajan en un mismo hogar y solo el más 0.05% manifestó que son más de 10 personas adultas las que trabajan en el mismo hogar. El resto (3.14%) contestó no saber del tema.

  La principal actividad que se desarrolla en la región es el trabajo de campo como jornalero, realizando las distintas actividades agrícolas, entre ellas, riego, cosecha, etc., representando un 76.50% de las respuestas en los cuestionarios. La segunda actividad más usual, realizada como empleo de temporada, es la venta de productos con un 13.48%. En la comunidad es frecuente la venta de productos agropecuarios, como la sandía, queso, dulces de leche, carne y otros derivados de las actividades de los ranchos cercanos a las comunidades principales o cabeceras municipales. La actividad del turismo también se ve reflejada en menor porcentaje, con un 3.57% y en menor representación, se mencionaron el empleado de piso, comercio, elaboración de artesanías y la minería.

  Con relación a las actividades económicas, entre ambos sexos existen diferencias notorias. La principal actividad ocupacional de los hombres es la de empleado, representando un 27.16% de la muestra, seguido de la actividad agrícola con un 20.48%. La actividad de jornalero está representada por el 16.10% de las personas masculinas.

  Otra actividad común en las zonas rurales es la ganadería, desarrollada por el 8.65% de los participantes en la encuesta; siendo en su mayoría, propietarios de su hato ganadero. Por último, dentro de las actividades económicas está el comerciante, representado por un 6.57% de los hombres, el 1.86% son servidores públicos, 1.97% pescadores y solo un 0.11% dijeron dedicarse a la minería. Cabe destacar que entre los hombres que contestaron el cuestionario, un 9.31% se encuentra desempleado, el 2.8% está pensionado, el 2.08% jubilado, el 0.77% se dedica al hogar y el 2.08% es estudiante.

  Mientras para los hombres existe diversificación en cuanto a las actividades económicas, el panorama para las mujeres es distinto. Ellas han manifestado que principalmente, el 72.48% se dedica al hogar, el 12.96% son empleadas y el 6.10% son comerciantes. En una menor proporción, el 1.18% son jornaleras, el 1.39% trabajan como servidoras públicas, el 0.54% son agricultoras, y en la misma proporción se dedican a la pesca, mientras que el 0.32% se realizan actividades relacionadas a la ganadería, siendo propietarias de su negocio. En menor proporción, el 0.1% se dedica a la minería.
- **Salarios -** En lo que respecta al salario o ingresos que perciben hombres y mujeres, producto de las actividades económicas que realizan, existen diferencias que valen la pena mencionar.

  Los ingresos mensuales percibidos por los varones oscilan entre los 1,500 a 5,000 pesos, esto representa en el 49.27% de la muestra de la población masculina. El 32.50% manifestó tener un ingreso de hasta 10,000 pesos, el 5.81% percibe hasta 15,000 pesos; el 3.3% hasta 20,000 pesos y solo un 1.06% tiene un ingreso mayor de 20,000 pesos mensuales. El 2.1% dijo tener un ingreso menor de 1,500 pesos al mes. El resto de los participantes en la encuesta no quiso aportar una cifra de sus percepciones, por la situación de desconfianza Por su parte, el 63.89% de las mujeres declararon tener ingresos mensuales de entre 1,500 a 5,000 pesos. Un 20.37% tienen ingresos de hasta 10,000 pesos; un 4.63% tienen ingresos de hasta 15,000 pesos; un 2.31% reciben de ingresos de hasta 20,000 pesos y solo un 0.93% dijo recibir más de 20,000 pesos mensuales. Un 3.24% de las mujeres mencionaron que reciben ingresos mensuales por debajo de los 1,500 pesos. Un 4.63% no proporcionaron información
- **Migración** - Las actividades económicas de las personas que manifestaron tener trabajo, independientemente del género, las realizan, en un 87.77% de los casos en la misma comunidad en la que viven, el 11.41% realizan sus actividades fuera de la comunidad que habitan, y un pequeño porcentaje, el 0.82% trabaja en el extranjero. La tendencia para ambos grupos de sexos es muy similar razón por la cual se agrupan en el mismo análisis.
- **Permanencia laboral** - En el ámbito de la temporalidad o permanencia del trabajo que realizan; es decir, si este es temporal o permanente, existe una clara diferencia entre hombres y mujeres.

  El 49.41% de los hombres aseguran que su trabajo es temporal, y el 50.20% opina que es permanente. Solo una pequeña fracción del 0.40%, contestó no saber si la actividad que realiza en temporal o permanente.

Por su parte, la población femenina manifestó que el 56.48% cuenta con un trabajo permanente, mientras que el 43.06% considera que su trabajo es temporal y una pequeña fracción del 0.46% opina que no sabe Un 3.2% de la población masculina en la encuesta consideran vivir actualmente o en el pasado un tipo de discriminación laboral. Entre las principales formas de discriminación es por ideología política y el aspecto físico. En cuanto a las mujeres, este tema será abordado más adelante de forma más amplia.

- **Empleo -** Una preocupación que fue mencionada de forma recurrente, por las autoridades municipales, por los integrantes del ejido Cordero y por las personas que viven en el área de influencia del proyecto, fue la falta de empleos bien remunerados. Según información de primera mano, los habitantes de la región mencionaron que, la mayoría de ellos se emplean como jornaleros trabajando en los cultivos de temporada, como empleados en los comercios locales o como agricultores, principalmente como pequeños propietarios. La mayoría de la población recibe un ingreso mensual
- de entre 1,500 a 5,000 pesos, mientras que poco más del 10% se encuentra desempleada

Etnicidad: Según el CATÁLOGO DE LOCALIDADES A y B DE ACUERDO A CLASIFICACIÓN DEL INPI (2020) en el municipio del valle de Zaragoza existen dos localidades indígenas La Morita y San Isidro, ambas con clasificación A. En contraste con el municipio de Hidalgo del Parral se tiene que El Cofleño, Estación Maturana, San Isidro, El Tecolote, Comunidad San Andrés, Los Jales y La haciendita son localidades indígenas con clasificación A. Sin embargo, **no hay localidades indígenas dentro del sistema ambiental del proyecto**.

Según datos del 2015 en el Atlas de los pueblos indígenas por el INPI y el INALI, los pueblos indígenas existentes en Chihuahua son Guarijíos, Pimas, Tarahumaras y Tepehuanos del Norte. De los pueblos indígenas distribuidos en el estado dentro de los dos municipios que comprende el SA se localizan pueblos Tarahumaras; los cuales en su conjunto son el 2.06% de la población Tarahumara del estado de Chihuahua, aunado a lo anterior, también se registran pueblos Tepehuanos del Norte dentro del municipio de Hidalgo del Parral que corresponde al 1.73 del total del estado.

En la siguiente tabla se muestran los datos referentes a etnicidad de los municipios dentro de los cuales se delimitó el SAR del proyecto.

Tabla IV. 93 Etnicidad de los municipios de Hidalgo del Parral y Valle de Zaragoza

Etnicidad	Hidalgo del Parral	Valle de Zaragoza	Chihuahua	% de importancia Hidalgo del Parral	% de importancia Valle de Zaragoza
Población que habla lengua indígena	972	58	110,498	0.88	0.05
Población que no habla español de los hablantes de lengua indígena	11	1	11,818	0.09	0.01
Tarahumara	1,987	24	97,265	2.04	0.02
Tepehuanos del norte	247	0	14,316	1.73	0.00
Población que se considera, afro mexicana, negra o afrodescendiente	1,257	15	60,918	2.06	0.02

*Fuente: Atlas de los pueblos indígenas de México INIPI 2015 e INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020. SNIEG. Información de Interés Nacional

En la siguiente figura, se presentan aquellas localidades con presencia indígena, en sus diferentes proporciones poblacionales.

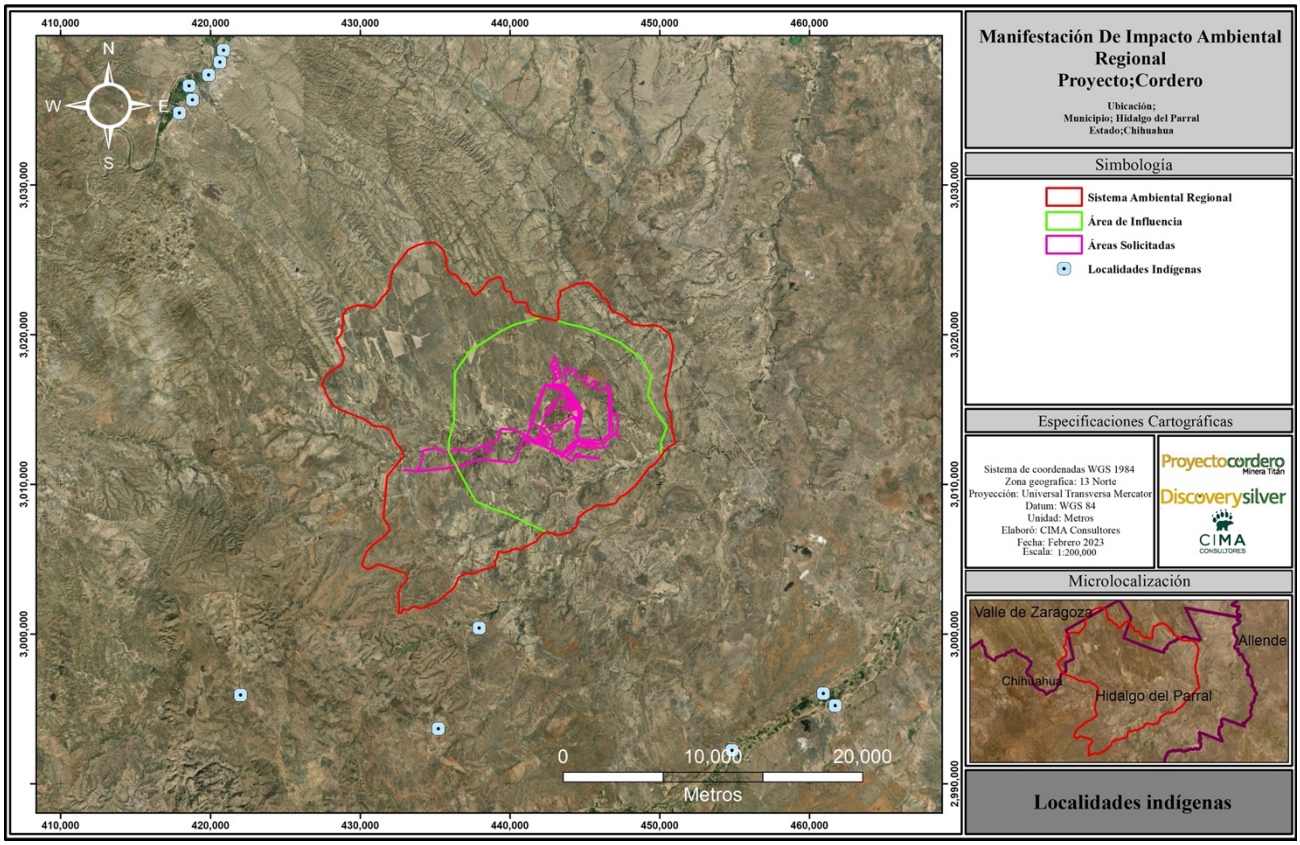


Figura IV. 70 Localidades indígenas

Localidades rurales: De las áreas rurales que se ubican próximas al proyecto, tenemos que únicamente 2 de ellas se localizan en el área de influencia y otras más dentro del SAR, siendo un total de 13 próximas, donde todas ellas pertenecen al municipio de Hidalgo del Parral.

Tabla IV. 94 Localidades de los municipios de Hidalgo del Parral y Valle de Zaragoza

Localidades cercanas al Proyecto "Cordero"						
Municipio	**Localidad**	**Tipo**	**Distancia lineal a las obras mineras**	**Dirección**	**Ubicación respecto al SA**	**¿Se tendrá que reubicar?**
Hidalgo de Parral	Rancho Elvira	Rural	3km	Sur	Dentro	No
Hidalgo de Parral	Restaurant Sapién	Rural	8.6	Este	Afuera	No
Hidalgo de Parral	Ancón de la luz	Rural	5.4	Sur	Afuera	No
Hidalgo de Parral	Cordero	Rural	1.8	Oeste	Dentro	No
Hidalgo de Parral	Rancho de Enmedio	Rural	7	Este	Medio	No
Hidalgo de Parral	San Juan	Rural	1.2	Sur	Dentro	No
Hidalgo de Parral	Agua Fría	Rural	4.6	Suroeste	Afuera	No

Localidades cercanas al Proyecto "Cordero"						
Municipio	**Localidad**	**Tipo**	**Distancia lineal a las obras mineras**	**Dirección**	**Ubicación respecto al SA**	**¿Se tendrá que reubicar?**
Hidalgo de Parral	Santa Rita	Rural	4.4	Suroeste	Afuera	No
Hidalgo de Parral	San Felipe	Rural	9.3	Oeste	Afuera	No
Hidalgo de Parral	El Terrero	Rural	8.6	Sureste	Dentro	No
Hidalgo de Parral	La Estanzuela	Rural	11.79	Suroeste	Afuera	No
Hidalgo de Parral	Rancho el girasol	Rural	11.6	Este	Dentro	No
Hidalgo de Parral	Sapién	Rural	8.7	Este	Afuera	No

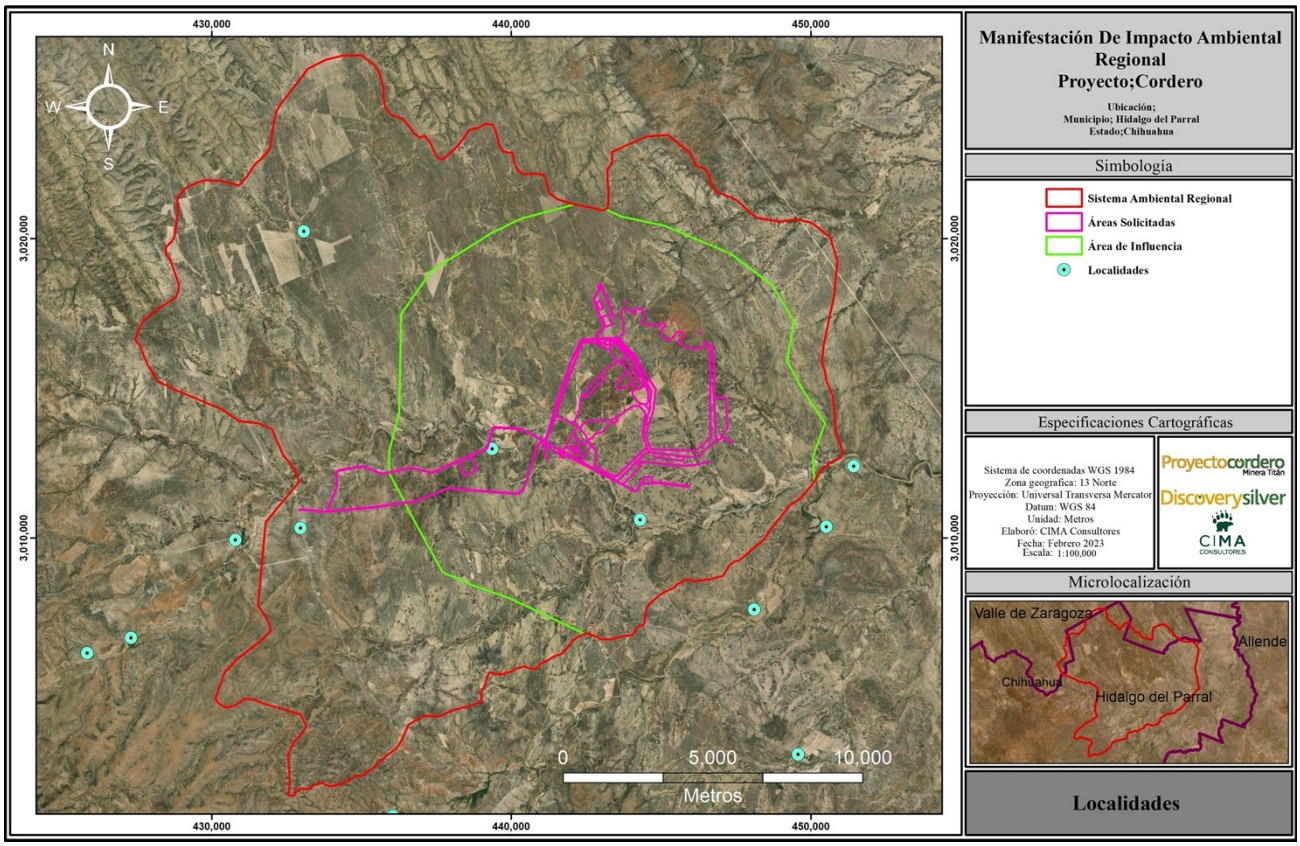


Figura IV. 71 Localidades más próximas al proyecto

Como se mencionó en la tabla anterior, dos de las localidades (Cordero y San Juan) pertenecientes al municipio de Hidalgo del Parral se encuentran en el área de influencia del proyecto, por lo que se les presta especial atención, es importante destacar que dentro de la información que presenta el INEGI a través del censo de población y vivienda del 2020 no se encontró información de la localidad de Cordero por lo que se tomó la levantada en el año 2010. A continuación, se detalla la información acerca de estas localidades.

Tabla IV. 95 Población de las localidades presentes en el área de influencia

Población	Cordero (2010)	San Juan (2020)
Población total	7	4
Población de 15 años o más analfabeta	0	1
Población de 6 a 11 años que no asiste a la escuela	0	0
Población de 15 años y más con educación básica incompleta	6	3
Población sin derecho a servicios de salud	2	0
Viviendas con piso de tierra	0	0
Viviendas que disponen de sanitario	7	2
Viviendas que no disponen de agua entubada de la red publica	7	0
Viviendas que no disponen de drenaje	7	1
Viviendas que no disponen de energía eléctrica	3	0
Índice de marginación	0.99754	0.29525
Grado marginación	Alto	Medio
Lugar que ocupa en el contexto nacional	18,080	31,287

Estudio de línea base social

En el estudio de Línea Base Social proyecto Cordero, se describe que los problemas más importantes que aquejan a la población dentro del área de influencia del proyecto son: 1) el desabasto de agua que se agrava durante los períodos prolongados de sequía, 2) la falta de empleo bien remunerado y que ofrezca seguridad social, 3) la falta de apoyos gubernamentales para el desarrollo económico, educativo y del sector salud. Otros problemas fueron el alumbrado público y la falta de drenaje. En referencia al principal problema social que se vive en la región es la inseguridad pública, en segundo lugar, es el encarecimiento de la canasta básica y en tercer lugar el narcotráfico. Es notable que las personas relacionaron el problema de la inseguridad con el narcotráfico y sus consecuencias, pero al argumentar se sintieron con un menor compromiso el responder como inseguridad.

La percepción de los habitantes encuestados es que los servicios de agua potable son los que principalmente necesitan atención. Solucionar este problema de abastecimiento y calidad mejoraría su calidad de vida. Con relación a la percepción de la calidad del servicio de energía eléctrica, en una escala del 1 al 10, sus opiniones se centran en valores medios de 5-6. Esto indica que requieren de un servicio de mejor calidad.

Trabajo social en campo – Condiciones de desempleo y apoyos recibidos

Dada la situación actual de inseguridad, la sequía, tanto hombres como mujeres opinan que optarían por cambiar la actividad que desarrollan actualmente por un mejor empleo que le ofreciera mayores ingresos y seguridad social. En la mayoría de los casos, las personas mencionaron que en su trabajo actual no cuentan con oportunidades para mejorar y escalar a una mejor posición.

En el caso de desempleo el sector masculino ha manifestado sobrepasar la situación pidiendo prestado y solicitando créditos; en cambio el sector femenino ha manifestado que solicita únicamente créditos para sobrepasar la situación. El grupo de adultos mayores reciben aportaciones por parte de los hijos e hijas que trabajan ya sea en la comunidad, en otras partes del estado o el país, e incluso del extranjero.

Por parte del gobierno, el principal apoyo que perciben el grupo masculino es el programa de adultos mayores representado por un 69.58% y en segundo lugar por orden de importancia el apoyo a la agricultura, representado éste un 13.31% de las respuestas respecto al tema en el cuestionario.

Entre el grupo femenino, que recibe apoyos del gobierno, el principal programa es el de adultos mayores, con un 66.08%, en segundo orden de importancia, la beca estudiantil para los hijos (9.69%), seguido del programa federal prospera (9.25%); y, por último, el programa de apoyo a la ganadería (7.93%).

Otros puntos relevantes de las encuestas

Trabajo social en campo – Condición de los servicios públicos

Esta sección comprende la percepción de las personas que participaron en la encuesta, en relación con la situación social de la comunidad que habitan, donde desarrollan su vida cotidianamente. Los planteamientos van enfocados a la problemática de los servicios públicos y las relaciones sociales que diariamente se presentan.

También se describe la satisfacción de los servicios públicos que las autoridades gubernamentales proporcionan. En este sentido, el principal problema radica en la falta de agua potable, lo cual fue indicado por el 50.41% de la muestra poblacional. Las personas piensan que el segundo problema le corresponde a la falta de servicios médicos, con un 14.48%; seguido de un 14.0% del problema del alumbrado público y un 11.81% de la falta de drenaje.

En referencia al principal problema social que se vive en la región, el 63.46% de la población percibe que es la inseguridad pública. En segundo lugar, está el encarecimiento de la canasta básica representado por un 24.20% de las respuestas y como un tercer problema social, se ubica el narcotráfico representado por un 2.85%. Es notable que las personas relacionaron el problema de la inseguridad con el narcotráfico y sus consecuencias, pero al argumentar se sintieron con un menor compromiso el responder como inseguridad.

En cuanto a la presencia de servicios públicos, el 98.54% (1,820) de las personas indicaron que cuentan con luz eléctrica y el 86.90% (1,605) con agua potable, solo un 17.43% (322) cuentan con servicio de drenaje y el resto cuentan con una fosa séptica o letrina. Respecto a otros servicios del hogar el 92.53% (1,709) tienen gas para cocinar; y el 62.05% (1,146) de la población cuenta con el servicio público de recolección de basura, el resto manifestó quemarla en sus patios o baldíos.

En cuanto a los servicios de comunicación, el 20.30% (375) cuenta con servicio de telefonía fija; un porcentaje considerable del 90.63% (1,674) tiene un teléfono celular; el 92.53% (1,709) tiene al menos una televisión en sus hogares y de éstos el 50.57% (934) paga un servicio de sistema de canales para la televisión. Un 25.45% (470) tiene contrato de una compañía de servicios de internet.

La percepción de los habitantes encuestados es que los servicios de agua potable son los que principalmente necesitan atención. Solucionar este problema de abastecimiento y calidad mejoraría su calidad de vida.

Con relación a la percepción de la calidad del servicio de energía eléctrica, en una escala del 1 al 10, sus opiniones se centran en valores medios de 5-6. Esto indica que requieren de un servicio de mejor calidad.

Percepción de la minería.

De acuerdo a la información generada dentro del Estudio de línea base social, en la cual su usaron entrevistas semi estructuradas para conocer la percepción y problemáticas de los municipios de interés dentro los cuales se delimitó las comunidades en base a los acuíferos de valle de zaragoza. Una vez realizado el análisis de los datos empíricos obtenidos de primera mano, arrojó resultados que ilustran de buena forma la percepción en torno a proyectos mineros de las personas que habitan en la zona de interés.

Los habitantes en Hidalgo del Parral tienen una larga relación con la minería, donde los distintos comercios se han favorecido a partir de la instalación de empresas mineras en la región. No obstante, también reportaron sentir preocupación por las posibles afectaciones al medio ambiente, producto de las diversas actividades económicas que se desarrollan en la región, en un contexto donde las lluvias, durante los últimos años han sido escasas, y cuya afectación principal ha sido no solamente la dificultad para lograr el acceso al agua para consumo humano, sino también para abastecer el consumo para la ganadería y la agricultura.

En general, el estudio indica que existe una opinión favorable respecto a la minería, particularmente con la llegada de nuevos proyectos. De esta forma, los pobladores consideran que la actividad minera representa un elemento cultural importante, cuyo arraigo en la población surge a partir de la historia y el desarrollo que ha registrado el propio municipio de Hidalgo del Parral. Si bien actualmente no hay un proyecto minero importante en el municipio, como mencionaron los entrevistados, es crucial subrayar la cultura vinculada a la minería que

impera en la zona, donde la **expectativa generalizada es que pronto lleguen nuevos proyectos mineros** que incremente la empleabilidad y que a su vez impacte en los comercios locales.

Por otro lado, para el caso de Valle de Zaragoza, un tema de mayor preocupación en la comunidad tiene que ver con el cuidado del medio ambiente, donde el miedo a la contaminación de los recursos naturales que aún quedan es latente y generalizada, por lo que las personas recomiendan tener cuidado al momento de realizar cualquier actividad vinculada a la minería.

Aún con los aspectos negativos sobre el medio ambiente manifestados por la población local, se presenta una aceptación en general respecto a los proyectos de minería, debido a que **consideran que se tratan de oportunidades de empleo para la población**.

En términos generales la población de los municipios en cuestión está de acuerdo con la **generación de empleos a partir del desarrollo de la minería**, sin embargo, también muestran sus preocupaciones. En algunos casos es más marcada la historia y la cultura vinculada a la minería, como es el caso de Hidalgo del Parral, donde a pesar de no contar con proyectos mineros vigentes, todas sus dinámicas y prácticas se vinculan a ello, manteniendo la esperanza de que pronto se instalen nuevos proyectos.

La minería es generalmente aceptada en el área de influencia del proyecto por los habitantes, los actores clave y los integrantes del ejido Cordero, con la esperanza de que la o las compañías que puedan asentarse en la región, mejoren las condiciones económicas y eleven la calidad de vida de la población. No obstante, a pesar de que la mayoría de las personas mostraron una actitud muy positiva con relación al Proyecto, también expresan su preocupación refiriéndose a los temas relacionados a la contaminación ambiental y sus posibles afectaciones a la salud. Las principales expectativas relacionadas al Proyecto Cordero que fueron manifestadas por los integrantes del ejido Cordero, son que la empresa pueda apoyarlos especialmente con dos acciones: 1) resolver el problema de acceso al agua para mejorar el desarrollo de sus actividades productivas; y, 2) ofrecer empleo a los integrantes del ejido y sus familiares, así como la oportunidad de que ellos puedan suministrar insumos y/o prestar servicios a los empleados, proveedores o contratistas de la mina que lleguen a la localidad

Este estudio se presenta en el **Anexo IV.13**.

IV.3.4 Paisaje.

La inclusión del componente paisaje en un estudio de impacto ambiental alcanza importancia sustantiva en aquellas áreas donde la calidad escénica pudiera alterarse de manera significativa con el desarrollo del proyecto. En este sentido el paisaje debe valorarse como un componente más del ambiente y su valoración debe sustentarse en dos aspectos fundamentales: el concepto paisaje como elemento perceptual, aglutinador de toda una serie de características del medio físico y el efecto negativo o positivo que produce el desarrollo del proyecto en un contexto determinado.

Existen numerosas definiciones de lo que es el paisaje, que han ido evolucionado hasta determinarlo y centrarlo como un valor estético, como un recurso y como una combinación de elementos físicos, bioecológicos y humanos (Lowenthal 1962; González 1981, Benayas 1992). Si consideramos al paisaje como el escenario de la actividad humana, cualquier acción artificial repercute inmediatamente en los factores perceptuales. El paisaje puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas (Dunn 1974; MOPT 1993). Por lo tanto, para estudiarlo, se deben investigar sus elementos constituyentes. El paisaje, como un complejo de interrelaciones tiene diferentes formas de percepción (auditiva, visual, olfativa). González (1981) lo define como la percepción plurisensorial de un sistema de relaciones ecológicas, en esta multidimensionalidad radica la dificultad de su estudio (Galiano & Abello, 1984). De este modo, las restricciones técnicas y de escalas solo permiten considerar (por ahora) sus valores visuales. Por lo tanto, se buscan métodos para establecer la calidad visual de un paisaje. Podemos entonces, considerar al paisaje como la expresión espacial y visual del medio y entenderlo como un recurso natural, escaso y valioso (Naveh, 1982).

El paisaje puede estudiarse como indicador ambiental o cultural, pero al aproximarse a los componentes y procesos que ocurren en él, se va arribando a una visión sistémica o ecológica (Ramos 1979), por lo que, en este contexto, el paisaje se entiende como una superficie de terreno heterogénea, compuesta por un conjunto de ecosistemas en interacción que se repiten de forma similar en ella (Forman & Godron, 1986). Esta aproximación al paisaje es muy atractiva y asume el concepto de paisaje total, al identificar al paisaje con el medio y definirlo por la combinación de determinados ecosistemas, sus interacciones, la geomorfología y el clima, la perturbación que los afecta y la abundancia relativa de los ecosistemas combinados (MOPT, 1993). Ahora, al margen del atractivo intelectual, la utilidad práctica de este enfoque está dirigida a la gestión territorial integral mediante evaluaciones, fundamentalmente aéreas del territorio (Maniglo, 1990). La visión del paisaje total está encaminada, por lo tanto, a considerar al paisaje como indicador o fuente de información del territorio (Forman & Godron 1986).

Sin embargo, existe otro enfoque que apunta a una idea diferente, al concepto de paisaje visual, considerando más la estética y la capacidad de percepción del paisaje de un observador. Así, en vez de hablar de paisaje ecológico se habla de paisaje visual o percibido. Nótese que el énfasis se pone en el efecto de un paisaje determinado sobre el observador, y, aunque intervienen los cinco sentidos, el visual es el más relevante. Entonces el paisaje es una realidad física experimentable según el anclaje cultural y la personalidad del observador, así como de su capacidad de percepción. La belleza escénica es el factor más importante en la valoración de un paisaje (Calvin *et al.* 1972), incidiendo en ello diversos factores como la presencia de agua y cubierta vegetal. Respecto a la vegetación, Patsfall *et al.* (1984) estudiaron su influencia en relación a la distancia de la vegetación en un paisaje (primer plano, segundo plano y fondo escénico) y ubicación en la composición de la escena (presencia a la izquierda, centro o derecha del paisaje), concluyendo que la cantidad de vegetación del segundo plano y la vegetación central del fondo escénico eran relevantes e incidían en una mayor evaluación. Estos son los elementos fundamentales del paisaje visual: (a) la derivada del observador y (b) la derivada del propio territorio. Este segundo enfoque es el más útil para los estudios de evaluación de paisaje que establecen su valor y permiten manejarlo y sacar el máximo provecho a sus potencialidades.

En base a los párrafos anteriores tomando de referencia los dos tipos de enfoque de análisis del paisaje, tanto del indicador ambiental o cultural, así como la estética de un paisaje visual, son consideradas para analizar y valorar la calidad del paisaje considerando sus atributos intrínsecos, como los visuales perceptibles por un observador, así como la influencia de estos factores para la valoración de la fragilidad visual del paisaje

determinado mediante la capacidad que posee una zona de observar ciertos impactos antropogénicos potenciales.

Para lograr este proceso se hace uso de herramientas que permiten realizar de manera automatizada este proceso considerando que la valoración es estandarizada de las variables para evitar la subjetividad de esta, dichas herramienta son el uso de los sistemas de información geográfica mediante la metodología de sobreposición de capas, el cual consiste en la valoración de cada uno de los atributos considerados debidamente valorada para posteriormente ser sobrepuesto con el resto.

Por lo que el objetivo de este análisis es el determinar la calidad y la fragilidad del paisaje, considerando los atributos principales del sistema ambiental regional del proyecto, misma que permite detectar la potencialidad y vulnerabilidad de la zona de interés y con ello es posible considerar futuros planes sobre gestión del territorio.

La descripción del paisaje encierra la dificultad de identificar y aplicar un sistema efectivo para medirlo, puesto que en todos los métodos propuestos en la bibliografía se presenta, en cierto modo, un componente subjetivo y de enfoque conceptual, ya sea al considerar al paisaje como ensamblaje de elementos y procesos naturales o como el resultado de la interacción de las actividades humanas con el ambiente. Es por ello que existen metodologías variadas, pero casi todas coinciden en utilizar tres componentes importantes: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad.

- **La visibilidad**
- **La calidad paisajística**
- **La fragilidad**
- **Cambio de uso de suelo e**
- **Índice de disturbio**

Dentro del SAR, se pueden encontrar pocas actividades diferentes, reduciéndose principalmente a los trabajos primarios, es decir la agricultura, ganadería, y minería artesanal, derivado a este tipo de actividades tenemos que existen una serie de impacto al ambiente, a continuación, se presenta un panorama general de las actividades llevadas a cabo dentro del SAR.



Fotografía IV. 43. Red de caminos existentes dentro del sistema ambiental regional




Fotografía IV. 44. Comunidades establecidas dentro del SAR




Fotografía IV. 45. La apertura de áreas agrícolas se centra principalmente para la obtención de forraje ganadero




Fotografía IV. 46. Ganadería bien representada en todo el sistema ambiental



Fotografía IV. 47. Matorrales xerófilos presentes dentro del SAR





Fotografía IV. 48. Línea de transmisión eléctrica dentro del SAR



Fotografía IV. 49. Espacios vegetales con buen estado de conservación



Fotografía IV. 50. Minería artesanal presente dentro del SAR



Fotografía IV. 51. Sistema de topoformas más representativos del SAR

IV.3.4.1 La visibilidad

Se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. Esta visibilidad suele estudiarse mediante datos topográficos tales como altitud, orientación, pendiente, etc. Posteriormente puede corregirse en función de otros parámetros como la altura de la vegetación y su densidad, las condiciones de transparencia atmosférica, distancia, etc., esta puedes calcularse con métodos automáticos o manuales.

El relieve del lugar no cuenta con marcados lomeríos, permitiendo que alguna persona pueda tener una amplia visión del lugar, pues con pocos espacios densos y de baja talla de la cobertura vegetal, comúnmente inferior a la visión de algún adulto existen pocos elementos. A continuación, se presentan una serie de imágenes, donde en los caminos más cercanos y transitados se realiza una simulación por medio de software especializados y el modelo digital de elevación (INEGI), toda la superficie que puede ser visible si nos estableciéramos en un punto especifico considerando una visión. Los puntos representados son 3 de los cuales 1 es sobre caminos la otra respecto a las localidades cercanas y el ultimo sobre un área elevado.

Las áreas **verdes** (posteriores figuras) representan, aquellos espacios que pueden ser visibles dentro del sistema ambiental regional, tomando como punto de referencia el punto circular, mientras que los espacios **rosas** **(posteriores figuras)**, son superficies no visibles, es importante considerar que el relieve del lugar va de elevaciones de 1479 msnm y hasta los 1763 msnm, por lo que la visibilidad no se reduce de manera importante. El análisis realizado es tomando en consideración solamente el relieve, por lo que la vegetación queda excluida, sin embargo, esta no suele interferir de manera relevante con la visibilidad.

Los Estudios de Paisaje deben identificar la visibilidad del paisaje a partir del estudio de los puntos de observación y sus cuencas visuales, con el objeto de determinar la importancia relativa de lo que se ve y se percibe. Una cuenca visual identifica las celdas de un ráster de entrada que pueden visualizarse desde una o más ubicaciones de observación. Cada celda del ráster de salida recibe un valor que indica cuántos puntos de observador pueden verse desde cada ubicación. Si tiene un solo punto de observador, a cada celda que puede visualizar ese punto se le otorga un valor de 1. a todas las celdas que no pueden ver el punto de observador se les otorga un valor de 0. Los puntos de observación tienen como principal función el análisis de la exposición visual de la superficie. Mediante la herramienta de "viewshed" incorporada al software especializado "ArcMap 10.3" establecemos a partir de un punto, que sectores de la superficie son visibles, para ellos es necesario contar con un modelo digital de elevación (MDE) y una cobertura puntual donde se establece el punto o los puntos de referencia. Para ello se tomó en consideración la visibilidad del proyecto respecto a **3 puntos de referencia**, destacando los caminos, localidades cercanas y punto elevado (cerro).

Aunado lo anterior, tomando en consideración las áreas con mayor concurrencia, tenemos los caminos de acceso, encontramos que gran parte del SAR puede ser observado en algún punto, sin embargo, existen pocas brechas bien definidas o usadas como medio de comunicación entre localidades, aunque existen otras abiertas para realizar las actividades ganaderas, agrícolas y mineras. Dentro de los caminos delimitados exceptuando aquellos que se encuentran dentro de las áreas solicitadas, el proyecto no puede ser observado, sin embargo, si existen veredas sobre las áreas solicitadas, lo que permite su visión amplia, cabe mencionar que estos tienen una baja frecuencia, lo que indica que la visibilidad del SAR no se ve afectada por el proyecto de manera significativa, con excepción de un incremento en la cantidad de vehículos que transitaran y su dispersión de polvos por el paso de los mismos. Para el punto de observación 1, referido a los caminos con los que se cuenta actualmente, tenemos que gran parte del proyecto puede ser apreciado al transitar las diferentes veredas de terracerías, usadas como comunicación entre localidades o bien para completar las actividades ganaderas, agrícolas o bien mineras que se efectúan en la zona, siendo de baja frecuencia, pero que pueden ser fácilmente apreciadas de los diferentes caminos.

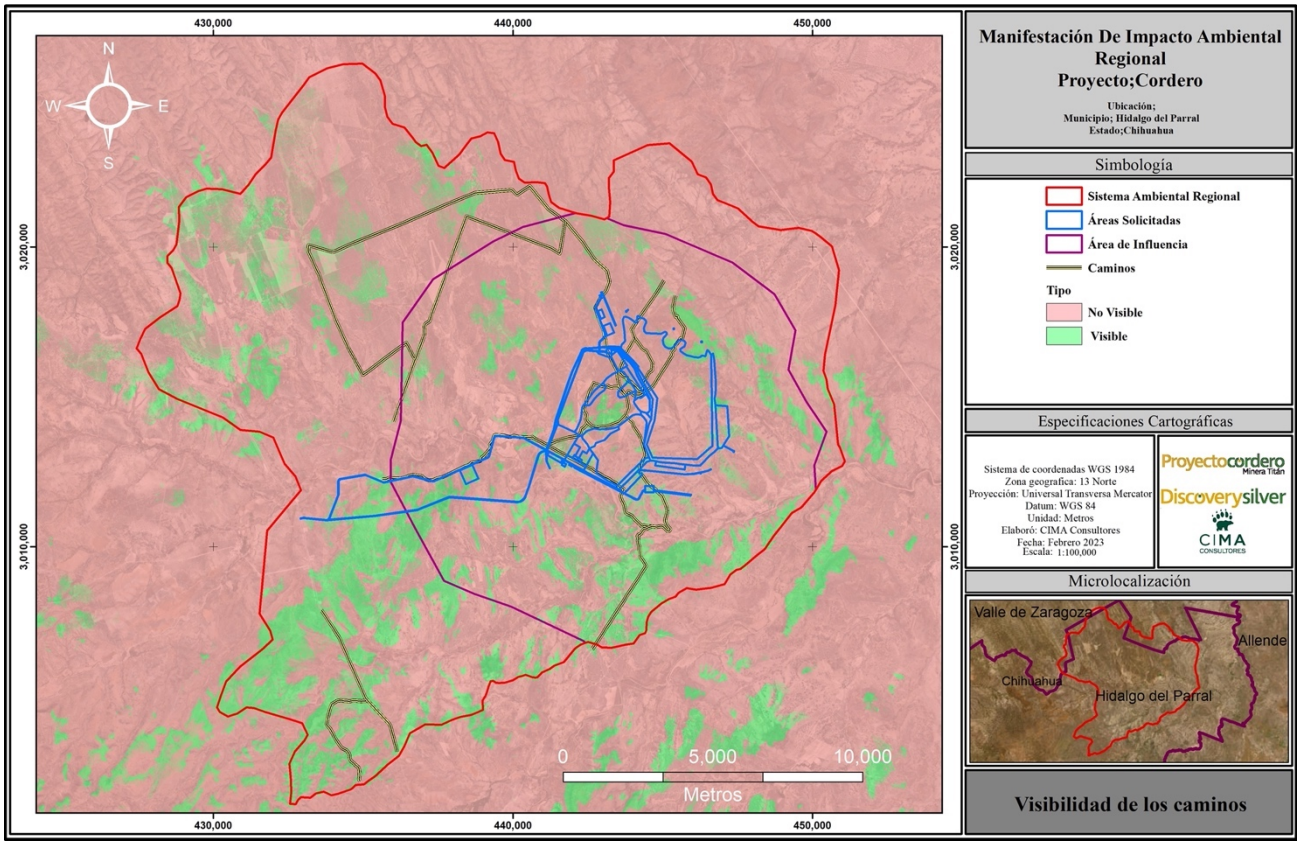


Figura IV. 72 Observación 1, visibilidad de los caminos presentes dentro del SAR

Para la observación 2, tenemos que usando como referencia todas las localidades cercanas, se ubiquen o no dentro del SAR, en base a los datos del INEGI, notamos que son pocos los espacios o áreas solicitadas que pueden ser observadas desde las diferentes localidades, pues las condiciones topográficas para esta región quedan carentes de elevaciones de consideración, así como la vegetación de baja talla permiten ampliar la visibilidad de algún punto hacia otro. El punto que puede ser apreciado desde mayor distancia el área de tajo, el cual es una elevación natural, en comparación con los sus alrededores inmediatos.

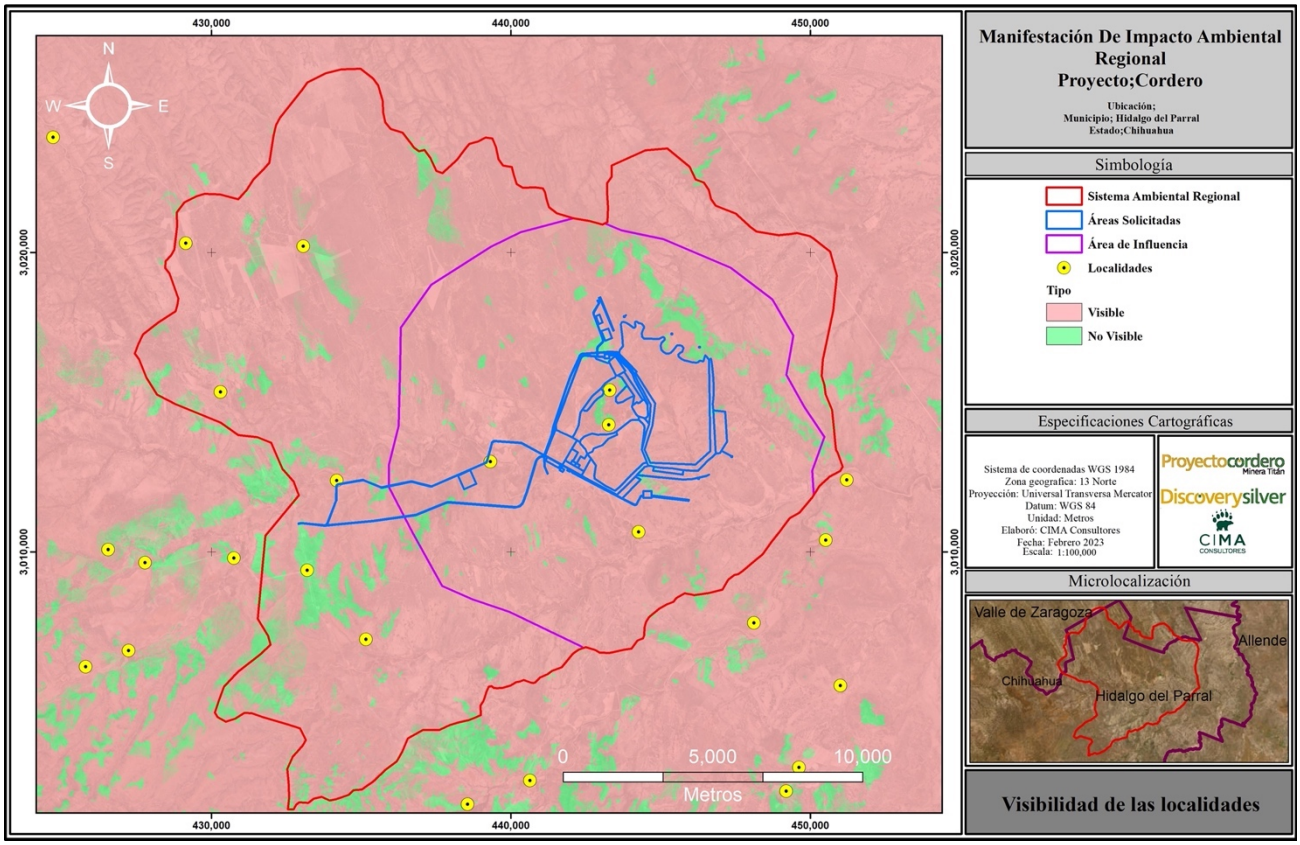


Figura IV. 73 Observación 2, visibilidad de las localidades

Para esta percepción o alcance visual que puede tener una persona si se postrara sobre algún punto especifico, tenemos que, al estar sobre una posición elevada del SAR y muy próxima al proyecto, con una exposición sur se puede tener una visión amplia, este es el único punto en donde se puede apreciar parte del proyecto y aun cuando la elevación favorece, así como su cercanía es imposible tener un punto específico para poder visualizar la totalidad de las áreas solicitadas, cabe mencionar, que este punto de observación se ubica en un área de difícil acceso y extrañamente frecuentado, pues carece de caminos de acceso.

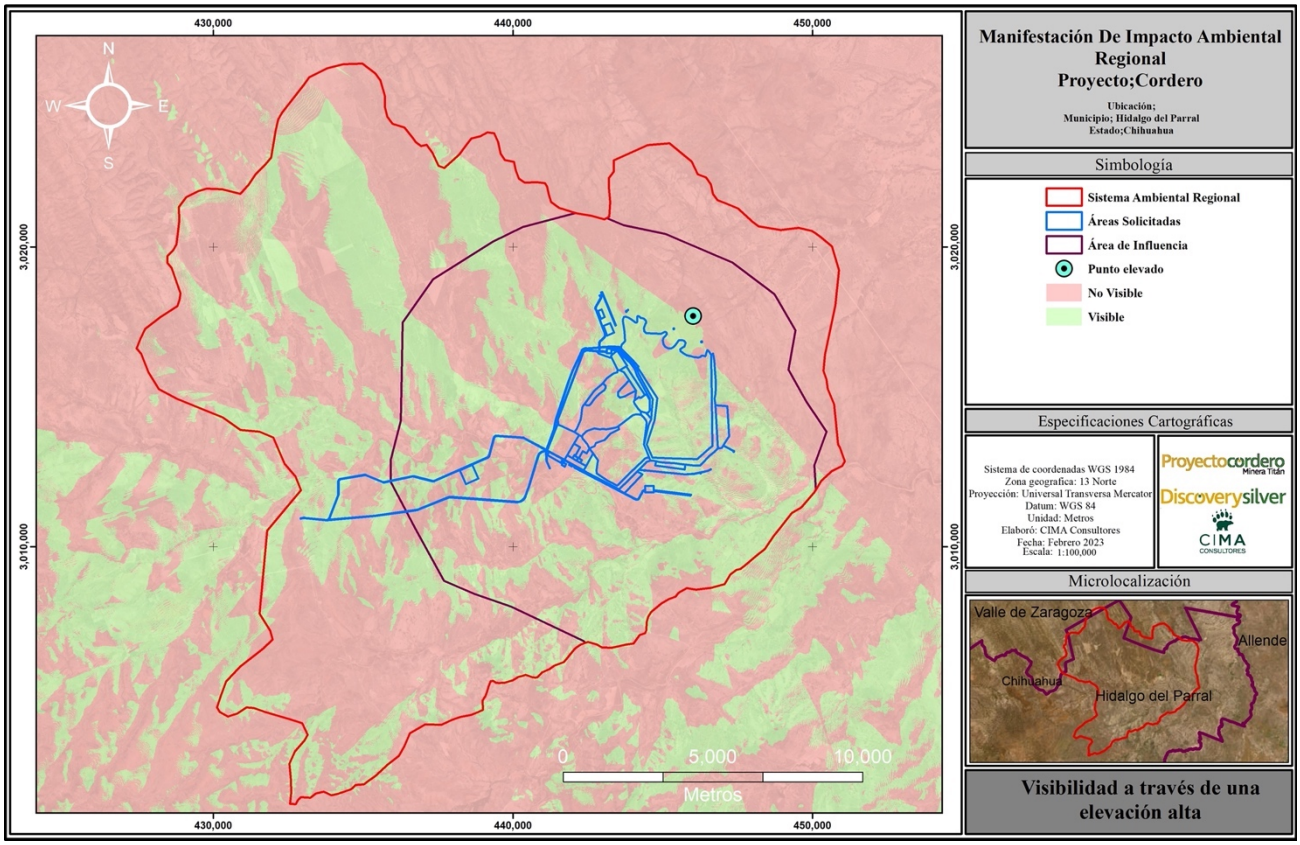


Figura IV. 74 Observación 3, visibilidad a través de una elevación alta (cerro)

A modo de hacer una representación del punto de observación con respecto al relieve y las imágenes predecesoras, se tomó en consideración un análisis en tercera dimensión sobre las áreas visibles (verde) y no visibles (naranja), que dado a la topografía del lugar algunas áreas pueden ser apreciadas mientras que otras no, este análisis no toma en consideración la vegetación por lo que la visibilidad se espera aun sea menor aunque no de manera significante, pues la vegetación del lugar no suele superar el 1.5 metros de altura, siendo factible una buena visibilidad sobre todo de las partes elevadas o próximas al proyecto.

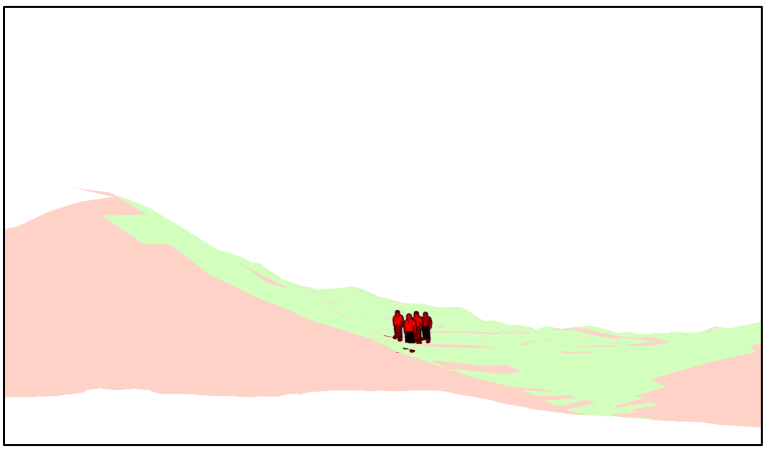


Figura IV. 75 Ejemplo de visibilidad de alguna observación respecto al relieve

En resumen, tenemos que **la visibilidad del SAR si se verá afectada con el desarrollo del proyecto**, sin embargo, las bajas actividades económicas, la baja cantidad de localidades y caminos poco frecuentados limitados al tránsito local limita su visibilidad. El proyecto se ubica en un área plana, pero algunos de sus usos

sobre una porción elevada que sobresale del resto, permitiendo que pueda ser visible con mayor facilidad, sin embargo, como bien se mencionó la cantidad de personas que puedan tener acceso al lugar son bajas lo cual da

pauta para que su desarrollo pueda ser llevado a cabo desde el punto de vista paisajístico, siempre y cuando se ejecuten las medidas de mitigación pertinentes, dado que este componente cualitativo puede ser afectado de manera indirecta, como lo es la dispersión de polvos por el paso de maquinaria y vehículos en caminos vecinales principalmente, a lo que se proponen una serie de medidas a fin de contrarrestar este efecto adverso de mayor repercusión hacia el paisaje, algunos de ellos son:

- Para el transporte de materiales deberán colocarse lonas
- Riego de caminos
- Control de límites de velocidad
- Mantenimiento preventivo, deductivo y correctivo a maquinaria y equipos
- Monitoreo de PM10 y PM2.5, etc.

Estas obras se describen con mayor amplitud dentro del programa de vigilancia ambiental propuesto por la promovente.

IV.3.4.2 La calidad paisajística

El concepto paisaje se ha utilizado con diversos significados, desde la percepción que posee un sistema ambiental, hasta un elemento de características del medio físico y la capacidad de asimilación que tiene éste, como resultado de los efectos de los cambios ocurridos por causas naturales o antropogénicas. También se percibe como una amplia gama de paisajes o de formas naturales. Desde el punto de vista ambiental, el paisaje representa grandes superficies compuestas por patrones interconectados o repetidos de ecosistemas. El enfoque ecológico resulta muy útil para generar información acerca de la calidad del paisaje.

El paisaje como cualquier otro elemento tiene un valor intrínseco, y se puede definir en función de su calidad visual intrínseca, de la calidad de las vistas directas que desde él se divisan, y del horizonte escénico que lo enmarca, es decir, es el conjunto de características visuales y que califican la belleza del paisaje. De la calidad se han dado distintas definiciones, como, por ejemplo, la calidad de un paisaje es la expresión de la capacidad visual del territorio para la localización de una actividad.

La calidad paisajística es evaluada basándose en las características topográficas y antropogénicas del sistema ambiental, las cuales afectan a la calidad visual. La calidad del paisaje puede contribuir al bienestar de las comunidades locales. Los servicios que ofrece el paisaje desempeñan un importante papel en el aumento de las economías locales al atraer visitantes que apoyan a los negocios locales. El valor de la propiedad local depende en parte de los atributos de su ubicación y las vistas panorámicas suelen aumentar el valor de la propiedad local. La generación de mapas de calidad del paisaje puede utilizarse para identificar la huella visual de una nueva actividad.

Determinación de la calidad paisajística

Para establecer la calidad paisajística, se consideró la información cartográfica y digital de cuatro componentes naturales del sistema ambiental: 1) topoformas, 2) agua (corrientes y cuerpos de agua), 3) uso de suelo y vegetación y 4) antropización. Estos componentes se trataron mediante un sistema de información geográfico (SIG), adecuándolos al nivel del sistema ambiental. Cada uno de los componentes se estandarizo en cinco clases o niveles de calidad paisajística. Estas clases van de 1 (menor calidad paisajística) a 5 (mayor calidad paisajística). Los componentes se prepararon de forma individual y posteriormente se integraron en un mapa final de decisión. Los componentes se describen a continuación:

Topoformas. Las topoformas del relieve son unidades relativamente homogéneas, representado las diferentes formas en las que se ha dividido el sistema ambiental de acuerdo a su topografía. Las topoformas es un componente importante por las distintas formas que posee brindando distintos tipos de vistas, desde zonas montañosas que son visibles a una larga distancia hasta colinas suaves y valles, los cuales ofrecen una apreciación a una distancia corta. Las topoformas del sistema ambiental fueron cañones, valles, drenajes con pendientes medias, planicies, tierras abiertas, pendientes medias y crestas de montañas. Las topoformas fueron categorizadas de acuerdo a su nivel de calidad paisajística como se muestra en la Tabla siguiente.

Tabla IV. 96. Categorización de topoformas

Topoforma	Nivel de Calidad Paisajística
Planicies, pendientes abiertas	Muy baja
Valles en forma de U, mesetas	Baja
Colinas en valles, drenajes de tierras altas	Moderada
Pendientes medias de ladera y de drenajes	Alta
Cañones, crestas de montañas	Muy Alta

Agua. Los cuerpos y corrientes de agua tienen una gran importancia en la calidad paisajística del sistema ambiental, ya que con la presencia de estos el contraste entre la vegetación, forma del relieve y cuerpos/corrientes de agua forman paisajes naturales únicos. Para la obtención del mapa, se utilizó la distancia Euclidiana o cercanía a los cuerpos y corrientes de agua. Este mapa de distancia de categorizo en cinco clases o niveles respecto a su cercanía los cuales se muestran tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV. 97 Categorización de distancia a cuerpos/corrientes de agua.

Distancia a cuerpos corrientes de agua (m)	Nivel de Calidad Paisajística
744 - >	Muy baja
452 - 744	Baja
260 - 452	Moderada
111- 260	Alta
0 - 111	Muy Alta

Uso de suelo y vegetación. La vegetación es un componente importante en la calidad paisajística por los distintos tipos de vegetación que brinda, desde sus tonalidades, distribución, formas, entre otros. También, la cobertura vegetal brindará de distintos puntos de visibilidad desde la ubicación y la topoforma en la que se distribuya. La vegetación cuenta con características particulares las cuales son susceptibles a modificaciones, lo que cambiaría la calidad del paisaje. Los tipos de uso de suelo y vegetación y su categorización.

Tabla IV. 98 Categorización los usos de suelo y vegetación

Usos de suelo y vegetación	Nivel de Calidad Paisajística
Agricultura temporal-riego	Muy baja
-	Baja
Matorral desértico micrófilo	Moderada
	Alta
Pastizal natural	Muy alta

Antropización. La relación cobertura natural/cobertura antrópica se refiere al estado del paisaje natural remanente sin alteraciones por la actividad humana, con respecto a las coberturas modificadas por la actividad antropogénica. La relación cobertura natural/cobertura antrópica permite obtener una aproximación al grado de impacto expresado por esta relación. La relación, puede concebirse como un índice de antropización de las coberturas del suelo/uso de suelo. El mapa de antropización se categorizo en dos clases, antrópico y natural.

Tabla IV. 99 Categorización de la antropización.

Antropización	Nivel de Calidad Paisajística
Antrópico	Muy baja
Natural	Muy alta

Cálculo de la calidad paisajística. A partir de los componentes mencionados, la calidad paisajística del sistema ambiental se obtuvo utilizando un SIG, debido a la posibilidad de manejo y evaluación de información en una amplia escala espacial. La estandarización de los componentes se agrupo y se muestra a continuación.

Tabla IV. 100 Estandarización de los componentes

Nivel de Calidad Paisajística	Valor	Topoforma	Distancia a cuerpos corrientes de agua (m)	Uso de suelo y vegetación	Antropización
Muy baja	1	Planicies, pendientes abiertas	1150 - >	Agricultura temporal-riego	Antrópico
Baja	2	Valles en forma de U, mesetas	617 - 1150	-	
Moderada	3	Colinas en valles, drenajes de tierras altas	330 - 617	Matorral desértico micrófilo	
Alta	4	Pendientes medias de ladera y de drenajes	140 - 330		
Muy alta	5	Cañones, crestas de montañas	0 - 140	Pastizal natural	Natural

Estandarizados los componentes, se obtuvo el mapa final de calidad paisajística mediante la suma algebraica, la cual se muestra en la siguiente ecuación:

$$CP = Topo \times Ag \times USV \times Ant$$

donde:

CP = Calidad paisajística
Topo = Topoformas
Ag = Distancia a Cuerpos y corrientes de agua
CSUS = Uso de suelo y vegetación
Ant = Antropización

Resultados de Calidad Paisajística. Para la generación del mapa de calidad paisajística se integraron los componentes de topoformas, distancia a corrientes/cuerpos de agua, uso de suelo y vegetación y antropización. El mapa de calidad paisajística o calidad del paisaje se representó en cinco clases o niveles de calidad paisajística, los cuales se distribuyeron a lo largo del sistema ambiental regional. La mayor superficie del nivel de calidad paisajística fue para la clase Alta, con una superficie de 23,165.5161 ha (67.54 %), seguido de la calidad Moderada con una superficie de 8,306.4853 ha, lo que corresponde a un 24.22% de ocupación en el sistema ambiental regional. Lo anterior indica que en la región cuenta con una calidad paisajística que va de moderada a alta.

Tabla IV. 101. Superficie por nivel de calidad paisajística

Nivel de Calidad Paisajística	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Muy baja	29.3699	0.09
Baja	680.6821	1.98
Moderada	8306.4853	24.22
Alta	23165.5161	67.54
Muy alta	2114.5129	6.17
Total	**34296.5662**	**100.00**

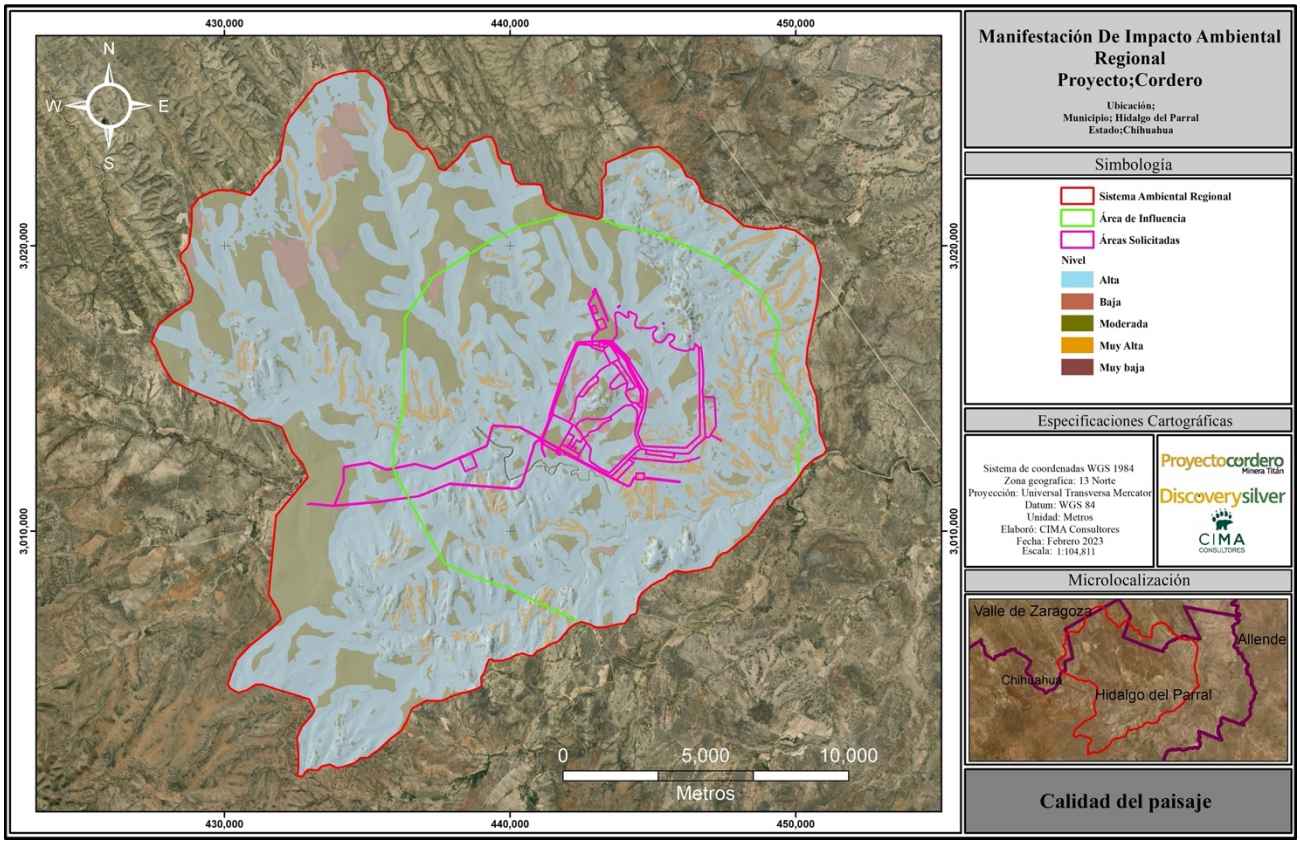


Figura IV. 76 Calidad del paisaje dentro del SAR

IV.3.4.3 Fragilidad ambiental

Los modelos de fragilidad ambiental son una importante herramienta de decisión, ya que ayuda a cuantificar la sensibilidad ambiental y a comprender la relación entre las actividades humanas y la calidad del medio ambiente. La fragilidad ambiental, se considera como la capacidad de un ecosistema o comunidad a enfrentar agentes de cambio externos o de presión, tanto naturales como antropogénicos. Esta fragilidad se basa en la fortaleza, capacidad y velocidad de regeneración de los ecosistemas. También, la fragilidad ambiental se relación con el balance total de carga ambiental de un espacio geográfico. En este espacio se suma la condición de aptitud natural del mismo, así como también la carga ambiental inducida, y la capacidad de absorción de la carga ambiental adicional, vinculada a la demanda de recursos. La evaluación de la fragilidad está determinada por la relación entre los impactos de los componentes naturales, principalmente los del relieve (pendiente) suelo y usos de suelo y vegetación.

Determinación de la Fragilidad Ambiental

Para establecer el grado de fragilidad ambiental, se consideraron la información cartográfica y digital de tres componentes naturales del Sistema Ambienta Regional: 1) relieve (pendiente), 2) suelo o edafología y 3) cobertura vegetal/uso de suelo. Estos componentes se trataron mediante un sistema de información geográfico, llevándolos al nivel del sistema ambiental. Cada uno de los componentes se estandarizo en cinco clases o niveles de fragilidad. Estas clases van del 1 (menor fragilidad) al 5 (mayor fragilidad). Los componentes se prepararon de forma individual y posteriormente se integraron en un mapa final de decisión de fragilidad. Los componentes naturales se describen a continuación:

Pendiente. La pendiente es un elemento importante en la determinación de la fragilidad ambiental ya que esta es un elemento determinante en la degradación del ecosistema. Para ello se elaboró la clasificación de este componente estableciendo cinco niveles de nivel de fragilidad.

Tabla IV. 102. Categorización de pendiente

Rango de Pendiente (°)	Nivel de Fragilidad
0 - 5	Muy baja
5 – 10	Baja
10 - 15	Moderada
15 - 20	Alta
20 - >	Muy alta

Suelos. El suelo es otro de los componentes naturales importantes, de acuerdo a sus características particulares, por ejemplo, permeabilidad y textura (características físicas). Los suelos sobre pendientes muy inclinadas serán susceptibles a mayores grados de pérdida de suelo, mientras que suelos en zonas de topografía menos accidentada y con mayor cobertura de suelo, serán menos frágiles. Además, se consideraron las propiedades químicas de los distintos suelos. El área de estudio cuenta con los tipos de suelo Xerosol, Regosol, Leptosol y Rendzina. De acuerdo a las características y ubicación de los suelos, los cuales se obtuvieron del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos de la FAO, y son compatibles con el conjunto vectorial de Edafología, de INEGI, estos fueron categorizados de acuerdo a su fragilidad.

Tabla IV. 103. Categorización de suelos

Suelo	Nivel de Fragilidad
Xerosol háplico	Muy baja
Regosol eútrico	Moderada
Leptosol rendzico, Rendzina	Muy Alta

Uso de suelo y vegetación. El uso de suelo depende de cada tipo de vegetación para absorber con mayor o menor intensidad los efectos de las actividades que se llevan sobre el sistema ambiental regional. Al igual que el suelo, la vegetación cuenta con características particulares las cuales son susceptibles a las modificaciones, algunas de estas características que permiten la protección del suelo por parte de la vegetación son la altura y cubierta.

Tabla IV. 104. Usos de suelo y vegetación.

Usos de suelo y vegetación	Nivel de Fragilidad
Agricultura temporal-riego	Muy baja
Matorral desértico micrófilo	Moderada
Pastizal natural	Muy alta

Cálculo de la fragilidad ambiental. A partir de los componentes mencionados anteriormente, la fragilidad ambiental del SAR se obtuvo utilizando un sistema de información geográfico (SIG), debido a la posibilidad de manejo y evaluación de información en una escala espacial. La estandarización de los componentes se agrupo y muestra a continuación

Tabla IV. 105. Estandarización de los componentes.

Nivel de Fragilidad	Valor	Pendiente	Suelo	Uso de suelo y vegetación
Muy baja	1	0 - 5	Xerosol háplico	Agricultura temporal-riego
Moderada	3	10 - 15	Regosol eútrico	Matorral desértico micrófilo
Muy alta	5	20 - >	Leptosol rendzico, Rendzina	Pastizal natural

Estandarizados los componentes, se obtuvo el mapa final de fragilidad ambiental mediante la suma algebraica de los componentes, la cual se muestra en la siguiente ecuación:

$$Fr_a = Pend \times Sue \times USV$$

donde:

Fr_a = Fragilidad Ambiental

Pend = Pendiente del terreno en grados

Sue = Suelo o edafología

USV = Uso de suelo y vegetación

Fragilidad Ambiental. La integración de los componentes naturales de suelo, pendiente y uso de suelo y vegetación dieron como resultado el mapa del nivel de fragilidad ambiental. Las cinco clases o niveles de fragilidad ambiental se distribuyeron a lo largo del sistema ambiental regional, y la de mayor frecuencia es la fragilidad Baja. La fragilidad física del SAR muestra que el nivel de fragilidad Baja se distribuye en casi todo el sistema ambiental, misma que cuenta con una superficie de 26,525.4604 ha, lo que corresponde al 77.34 %, seguido de la fragilidad Moderada con una superficie de 6,920.9894 ha, que corresponde a un 20.18%.

Tabla IV. 106. Superficie por nivel de fragilidad.

Nivel de Fragilidad	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Muy baja	630.4198	1.84
Baja	26525.4604	77.34
Moderada	6920.9894	20.18
Alta	0.0000	0.00
Muy Alta	219.6967	0.64
Total	**34296.5662**	**100**

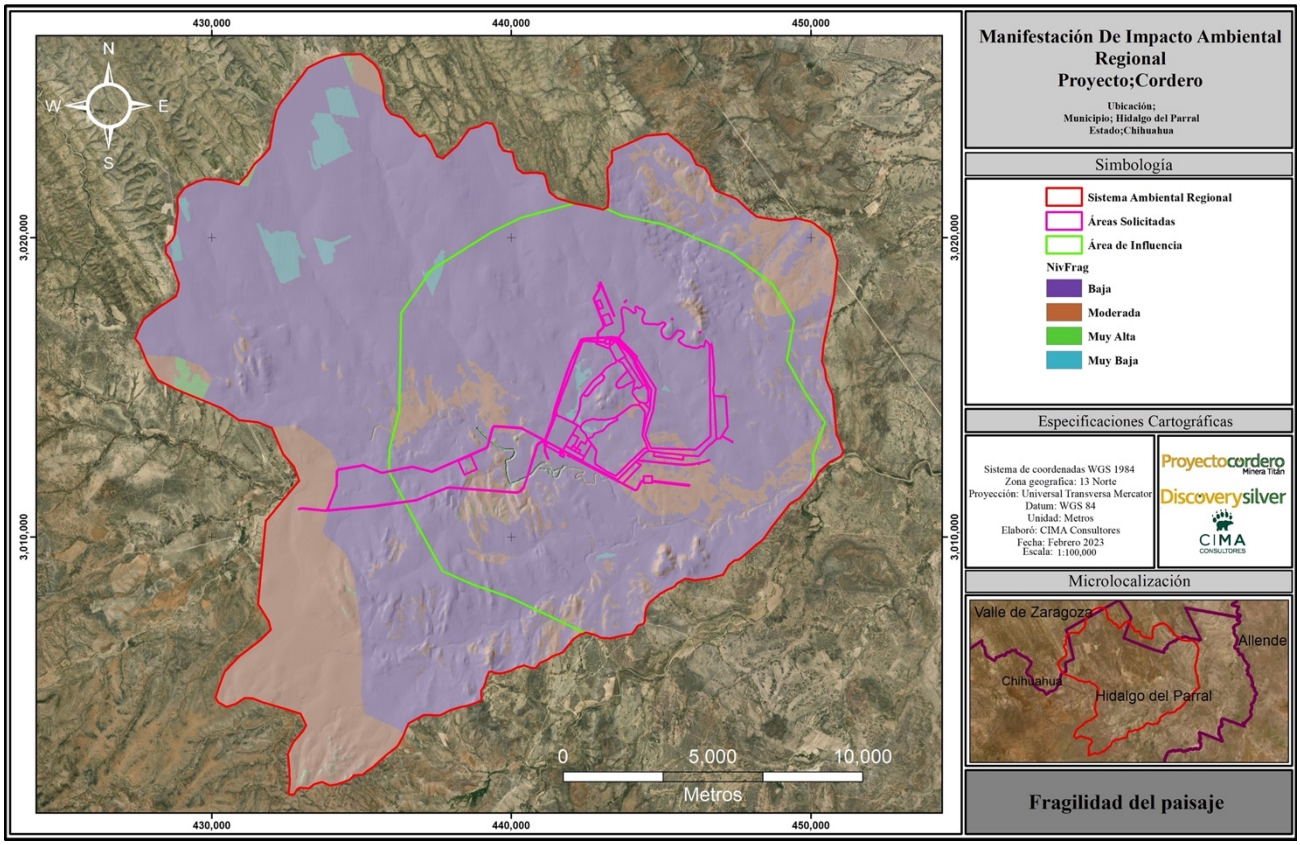


Figura IV. 77 Fragilidad del paisaje dentro del SAR

IV.3.4.4 Cambio de uso de suelo

Cambios de Uso de suelo

La vegetación forma ecosistemas complejos y determinantes que contribuyen en la funcionalidad vital de la dinámica natural. Estos funcionan como un regulador del ambiente, donde la biodiversidad presente se relaciona de manera directa con las poblaciones humanas, representando una fuente de subsistencia de la población mundial (Ruíz *et al.*, 2007) al precisar un aprovechamiento de los servicios ecosistémicos como fuente de abundancia y bienestar en sus comunidades, produciendo múltiples beneficios en el entorno. Así, el suministro de alimentos, agua, formación de suelos, utilización de la biomasa, entre otros, figuran dentro de los aspectos recreativos, culturales y espirituales de las poblaciones (FAO, 2019). La FAO (2018) menciona que para el año 2015 la distribución de los bosques a nivel mundial se encontraba presente en un 30.6% en el planeta, cuyo aprovechamiento ha generado un interés en la eficiencia y manejo adecuado del ecosistema. Derivado a ello, en la última década la comunidad científica ha fomentado el desarrollo de iniciativas y estrategias cuyo objetivo se dirige a la gestión sostenible del uso del suelo como un determinante en el impacto social, económico y ambiental, resultando en la estrategia de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación (REDD +, por sus siglas), la que de acuerdo a IUCN (2019), funciona en la implementación del manejo sostenible de uso de suelo para mitigar el impacto del cambio climático.

En México, el impacto desmedido de la actividad antrópica ha determinado ecosistemas vulnerables. La deforestación, definida como la remoción de la cubierta vegetal debido a factores naturales o antrópicos ha modificado la estructura de los ecosistemas naturales (Ibarra, 2018), denota la vulnerabilidad de las áreas naturales y su distribución en gran parte de los casos de perturbaciones como incendios y aumento de la frontera y de acuerdo con CONAFOR (2010), es una de las principales causas de la pérdida de la cubierta vegetal, acarreando problemas como erosión y degradación.

Metodología

Obtención de la información. Para el análisis de los cambios de uso de suelo del sistema ambiental Cordero, se emplearon dos escenas de satélite Landsat, una del sensor TM de 1990 (Thematic Mapper) y otra del Landsat OLI 2022. Landsat es un sensor multiespectral de mediana resolución, utiliza un sistema de barrido el cual genera una imagen de aproximadamente 800 kilómetros de ancho y alto. La Siguiente tabla, presenta las características del sensor empleado en este estudio. La imagen fue adquirida del portal del servicio geológico de Estados Unidos USGS por sus siglas en ingles.

Tabla IV. 107. Características del sensor Landsat

Landsat-7 ETM+ Bands (µm)			Landsat-8 OLI and *TIRS* Bands (µm)		
			30 m Coastal/Aerosol	0.435 - 0.451	Band 1
Band 1	30 m Blue	0.441 - 0.514	30 m Blue	0.452 - 0.512	Band 2
Band 2	30 m Green	0.519 - 0.601	30 m Green	0.533 - 0.590	Band 3
Band 3	30 m Red	0.631 - 0.692	30 m Red	0.636 - 0.673	Band 4
Band 4	30 m NIR	0.772 - 0.898	30 m NIR	0.851 - 0.879	Band 5
Band 5	30 m SWIR-1	1.547 - 1.749	30 m SWIR-1	1.566 - 1.651	Band 6
Band 6	60 m TIR	10.31 - 12.36	*100 m TIR-1*	*10.60 – 11.19*	Band 10
			100 m TIR-2	*11.50 – 12.51*	Band 11
Band 7	30 m SWIR-2	2.064 - 2.345	30 m SWIR-2	2.107 - 2.294	Band 7
Band 8	15 m Pan	0.515 - 0.896	15 m Pan	0.503 - 0.676	Band 8
			30 m Cirrus	1.363 - 1.384	Band 9

Procesamiento de los datos

Se aplicó un proceso corrección atmosférica a la imagen para eliminar los ruidos provocados por la saturación de la atmosfera. El método empleado fue el sugerido por Chávez, 1996. La corrección se llevó a cabo a través de la corrección DOS y la conversión de los ND a reflectancia TOA para las imágenes empleadas, se llevó a cabo con el software QGIS 3.0 ® y con ayuda del módulo Semi- Automatic Classification Plugin.

Clasificación de uso de suelo

La identificación de las diferentes clases de uso de suelo se consiguió a través de la composición de falso color de las imágenes Landsat y fue necesario elaborar dicha clasificación para la generación de los usos de suelo. Las clases de uso de suelo identificadas fueron: asentamientos humanos, bosques de encino, pastizal inducido y vegetación secundaria arbustiva de bosques de encinos. Las cuales fueron validadas con la cartografía de Uso de Suelo y Vegetación Serie VI de INEGI.

Posteriormente para generar la cobertura de usos de suelo se emplearon técnicas de clasificación supervisada, para ello se definieron las áreas de entrenamiento, con el objetivo de determinar un conjunto de datos representativos y completos que describan el patrón de respuesta espectral de cada categoría; el proceso de las áreas de entrenamiento es fundamental debido a que determina la calidad de la clasificación final (Lillesand *et al.*, 2015). La ecuación 1 presenta el método de clasificación:

$$\boldsymbol{gi\,(x) = In\,p\,(\omega i) - \frac{1}{2}\,In\,|\sum i| - \frac{1}{2}\,(x - m_i)^T \sum i^{-1}\,(x - m_i)} \qquad \textbf{(1)}$$

donde: gi = clase, x = número de bandas, $p\ (\omega i)$ = probabilidad de que la clase ωi aparece en la imagen y es asumida por todas las clases, $|\sum i|$ = determinante de la matriz de covarianza, $\sum i^{-1}$ = matriz inversa, m_i = vector.

Análisis de cambios de uso de suelo

Para evaluar los cambios de uso de suelo del sistema ambiental regional "Cordero", se emplearon las clasificaciones generadas de ambos sensores (TM5 y OLI8) del 1990 y 2023 respectivamente. Para obtener una tasa de cambio y las diferencias en las superficies dentro del periodo evaluado, se empleó la ecuación 2, utilizada por la FAO para la estimación del cambio de uso de suelo a escala global y modificada por Puyravaud (2003).

$$D = In\left(\frac{A_2}{A_1}\right) X\ \frac{100}{t_2 - t_1} \qquad (2)$$

donde: D = Tasa de cambio, A_1 = Cobertura en el tiempo 1, A_2 = Cobertura en el tiempo 2.

Resultados

En un primer resultado, fueron generadas las composiciones en falso color, las cuales para el caso de Landsat TM5 de 1990 fueron las bandas en el orden del RGB, banda 5, 4 y 3 (siguiente figura). Mientras que para el caso del Satélite Landsat 8 las bandas en el mismo orden 6,5,4. Una vez generadas las composiciones, fueron la base para la generación del uso de suelo de 1990 y 2022 del proyecto Sistema Ambiental Regional, Cordero.

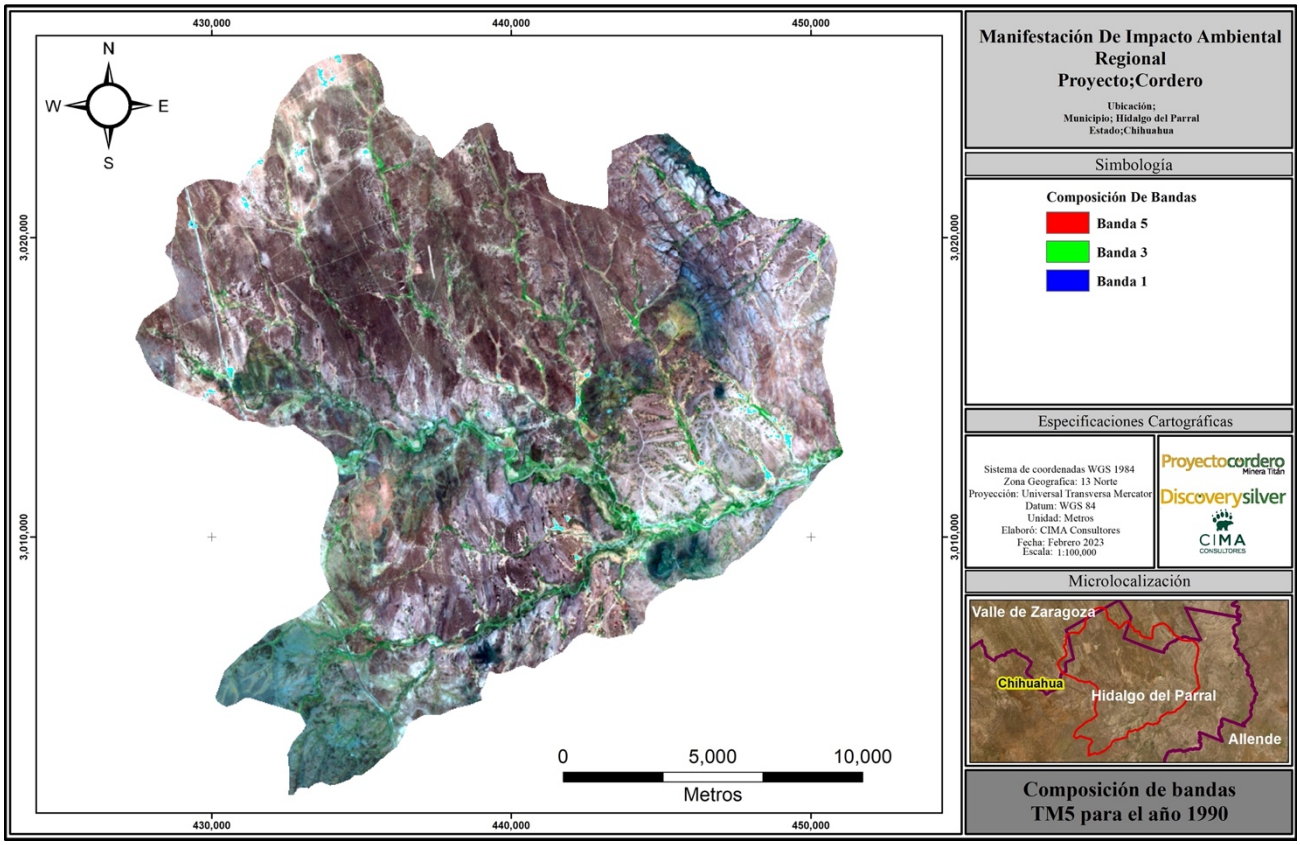


Figura IV. 78. Composición de bandas del sensor Landsat TM5 de 1990 para el sistema ambiental Cordero.

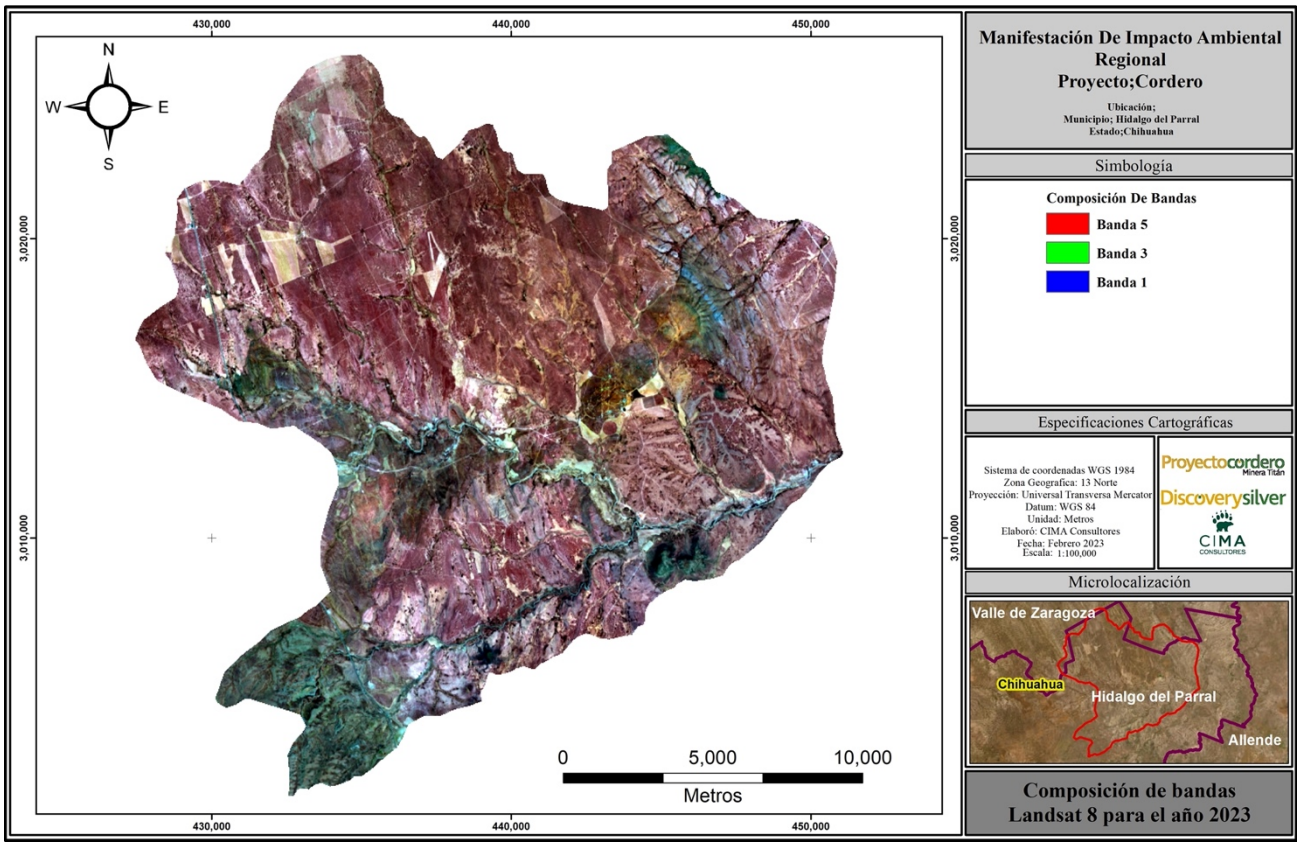


Figura IV. 79. Composición de bandas del sensor Landsat 8 de 2023 para el sistema ambiental Cordero.

Con el uso de las composiciones en falso color y a través de un análisis preliminar se obtuvieron cuatro clases de uso de suelo dominantes; agricultura temporal-riego, matorral desértico micrófilo, pastizal natural. Los usos de suelo fueron homogenizados de acuerdo a su dominancia en el sistema ambiental y para su posterior monitoreo en el análisis de cambios.

Uso de Suelo de 1990

Una vez obtenida la composición de bandas de la imagen de 1990 y analizado los usos de suelo se obtuvo la clasificación final. A continuación, se presentan las superficies de los usos de suelos presentes en 1990. El uso de suelo con mayor cobertura en el sistema ambiental en el periodo de 1990 fue matorral desértico micrófilo con una superficie de 27,706.48 ha, la cual se encuentra ampliamente distribuida por todo el SAR. Los demás usos de suelo agricultura temporal-riego y pastizal natural mostraron una superficie de 230.5 y 6,359.58 hectáreas respectivamente.

Tabla IV. 108. Landsat Superficie de uso de suelo del sistema ambiental Cordero del año 1990

Uso de suelo	Área	%
Agricultura temporal-riego	230.5	0.672
Matorral desértico micrófilo	27,706.48	80.785
Pastizal natural	6359.58	18.543
Total	**34,296.56**	**100**

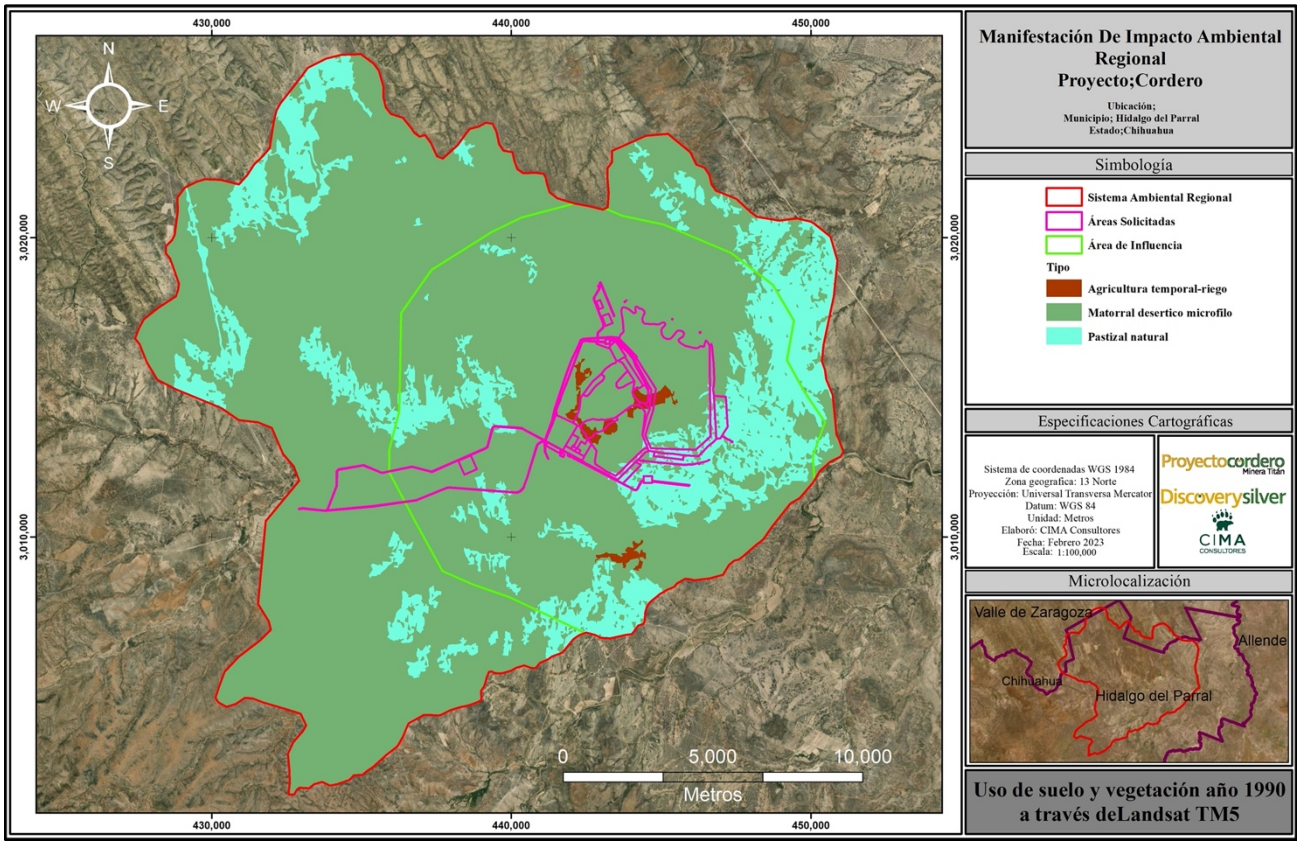


Figura IV. 80. Uso de suelo 1990 obtenido a través del procesamiento de imágenes Landsat TM5.

Uso de Suelo de 2023

Para el periodo de 2023 fue utilizada una imagen Landsat OLI8 y evaluada su composición, siguiendo los procedimientos estándar en el análisis de imágenes de satélite, analizado los usos de suelo se obtuvo la clasificación final. Seguido a esto, se presenta las superficies de los usos de suelos presentes en 2023. Para el periodo del 2023 el uso de suelo con mayor cobertura en el sistema ambiental fue el matorral desértico micrófilo con una superficie de 27,603.38 ha, la cual se encuentra ampliamente distribuida por todo SAR. Los demás usos de suelo; agricultura temporal-riego y pastizal natural con 720.64 y 5,972.54 hectáreas respectivamente. El siguiente mapa muestra las distribuciones de los usos de suelo presentes en el sistema ambiental en el año de 2023.

Tabla IV. 109. 2023 Landsat Superficie de uso de suelo del sistema ambiental Cordero del año 2023

Uso de suelo	Área	%
Agricultura temporal-riego	720.64	2.101
Matorral desértico micrófilo	27,603.38	80.484
Pastizal natural	5972.54	17.414
Total	**34,296.56**	**100**

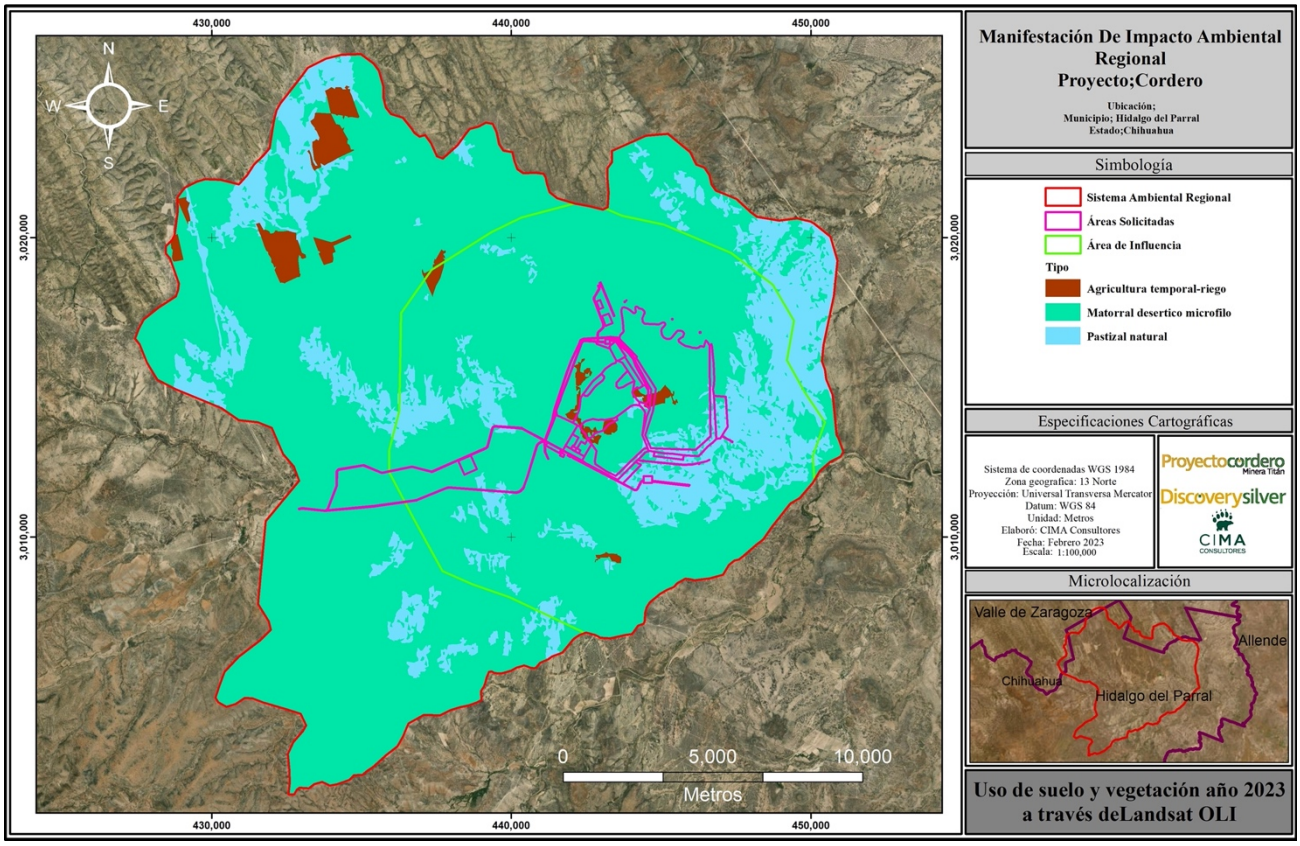


Figura IV. 81. Uso de suelo 2023 obtenido a través del procesamiento de imágenes Landsat OLI.

Cambios de Uso de Suelo

La siguiente tabla y gráfica, presenta la distribución de los usos de suelo para el año de 1990 y 2023. Para dicho periodo, la clase con mayor superficie fue el matorral desértico micrófilo con 27,706.48 ha para 1990 y 27,603.38 ha para el 2023. El uso de suelo con mayor cambio fue las áreas agrícolas con un incremento de 490.14 ha, mientras de los pastizales naturales también experimentaron pérdidas por un total de 387.04 ha.

Tabla IV. 110. Cambios de uso de suelo en el sistema ambiental Cordero en el periodo 1990-2023.

Uso de suelo	1990	2023	Diff
Agricultura temporal-riego	230.5	720.64	490.14
Matorral desértico micrófilo	27706.48	27603.38	-103.1
Pastizal natural	6359.58	5972.54	-387.04
Total	34,296.56	34,296.56	

IV.3.4.5 índice de disturbio

De acuerdo con Healey *et al.* (2005) el objetivo del índice de disturbio (ID) es destacar las respuestas espectrales de coberturas sin vegetación las cuales están relacionadas con alteraciones por sustitución de coberturas y además distinguirla de las respuestas espectrales de las coberturas forestales. El índice se basa en la combinación lineal de los índices generados a través de la transformación Tasseled Cap (Kauth y Thomas, 1976). Dicha transformación reduce las bandas espectrales de las imágenes Landsat en tres índices, nombrados como brillo, verdor y humedad. Así mismo señalan que la vegetación perturbada presenta valores altos en brillo y valores bajos en verdor y humedad en comparación a coberturas vegetales no perturbadas. Los parámetros que se utilizaron para la transformación de ambos sensores de Landsat TM 1990 y Landsat OLI8, se muestran enseguida.

Tabla IV. 111. Parámetros para la transformación Tasseled Cap a imágenes satelitales Landsat.

Índices	Bandas					
	2	3	4	5	6	7
	(Blue)	(Green)	(Red)	(NIR)	(SWIR 1)	(SWIR 2)
Brigthness	0.3029	0.2786	0.4733	0.5599	0.5080	0.1872
Greeness	−0.2941	−0.2430	−0.5424	0.7276	0.0713	−0.1608
Wetness	0.1511	0.1973	0.3283	0.3407	−0.7117	−0.4559

Para utilizar los índices de brillo, verdor y humedad como una combinación algebraica para el ID, se realizó primero un re-escalado de dichos índices, usando los valores de la media y desviación estándar de la clase forestal, de esta manera se normalizaron los índices obtenidos por la transformación Tasseled Cap (ecuaciones 1, 2, 3).

$$B_r = (B - B_\mu)/B_s \quad (1)$$

$$G_r = (G - G_\mu)/G_s \quad (2)$$

$$W_r = (W - W_\mu)/W_s \quad (3)$$

donde:

B_r, G_r y W_r = Los valores re-escalados

B_μ, G_μ y W_μ = Valores medios de la clase forestal para brillo, verdor y humedad.

B_s, G_s y W_s=Valores de desviaciones estándar de la clase forestal para brillo, verdor y humedad.

Una vez llevada a cabo las correcciones a través del proceso de re-escalado, usado los procedimientos sugeridos por Healey *et al.,2005.* Finalmente se empleó la ecuación 10, para obtener el Índice de Disturbio del sistema ambiental Cordero.

$$ID = B_r - (G_r - W_r) \quad (10)$$

Índice de disturbio 1990

De acuerdo con el análisis de disturbio el cuadro 5, la figura 5, y la gráfica 4, muestra los niveles de disturbio para el sistema ambiental Cordero en el periodo 1990. Para entender mejor el disturbio se reclasifico en tres clases: bajo, medio y alto, los anterior, usando el método de Jenks, 1967, el cual agrupo los valores de acuerdo a similitud y magnitud, conformando clases en función de maximizar las diferencias entre las clases existentes.

Tabla IV. 112. Niveles de disturbio para el sistema ambiental Cordero en el periodo 1990.

Nivel Disturbio	Superficie ha	%
Disturbio medio	3430.35	10.34
Disturbio alto	488.16	1.47
Disturbio bajo	29246.67	88.18
Total	**33,165.18**	**100.00**

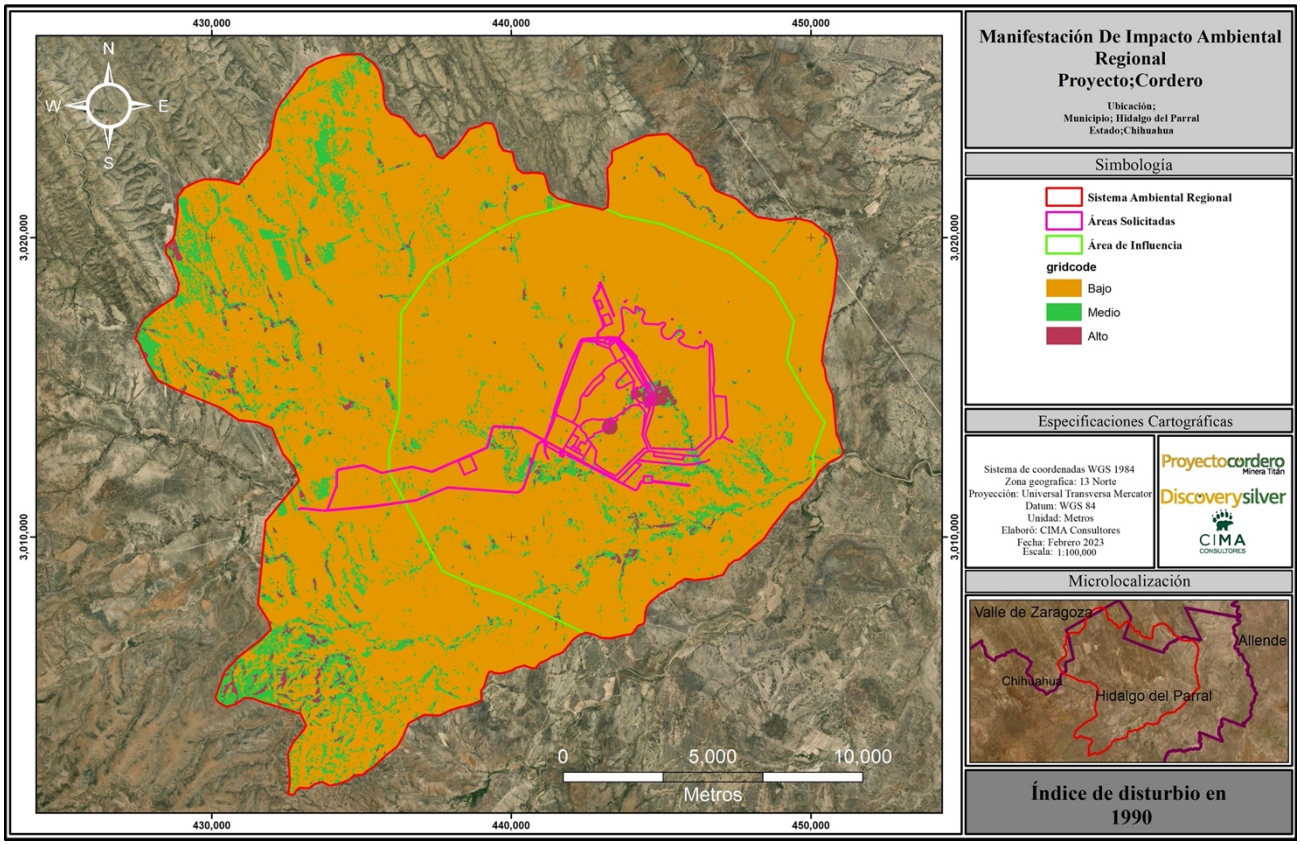
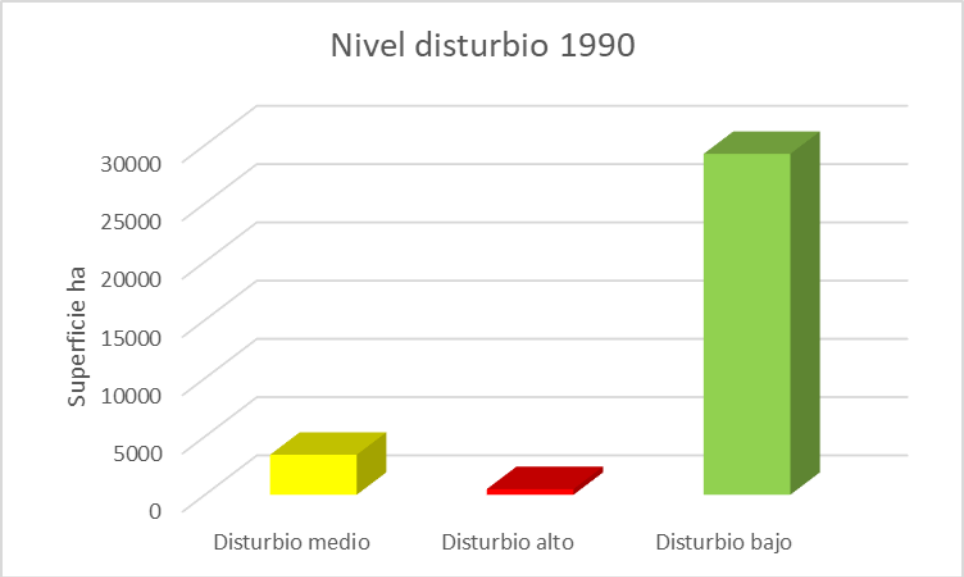


Figura IV. 82. Mapa del índice de disturbio en el sistema ambiental Cordero en el periodo 1990.



Gráfica IV. 18. Distribución del índice de disturbio en el sistema ambiental Cordero en el periodo 1990.

Índice de disturbio 2023

Para el periodo 2023 el índice de disturbio fue persistente presentando ligeras variaciones en el sistema ambiental, los incrementos del disturbio se presentaron en áreas donde la agricultura temporal-riego tuvieron una tendencia de expansión. A continuación, se presentas las superficies de los niveles de disturbio en el periodo.

Tabla IV. 113. Superficies del índice de disturbio en el sistema ambiental Cordero en el periodo 2023.

Nivel Disturbio	Superficie ha	%
Disturbio medio	7,863.1792	22.93
Disturbio alto	1,768.7236	5.16
Disturbio bajo	24,664.6634	71.92
Total	**34,296.5662**	**100.00**

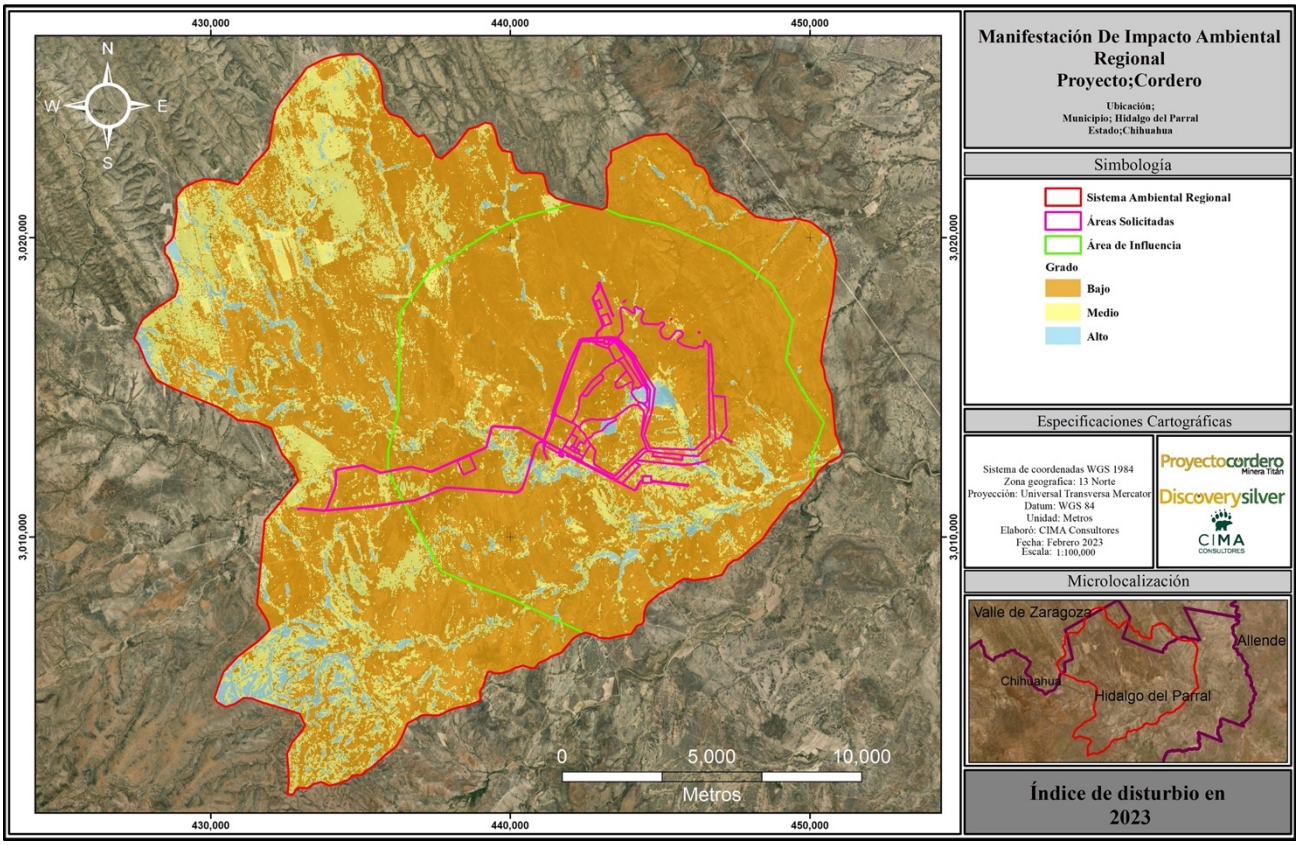
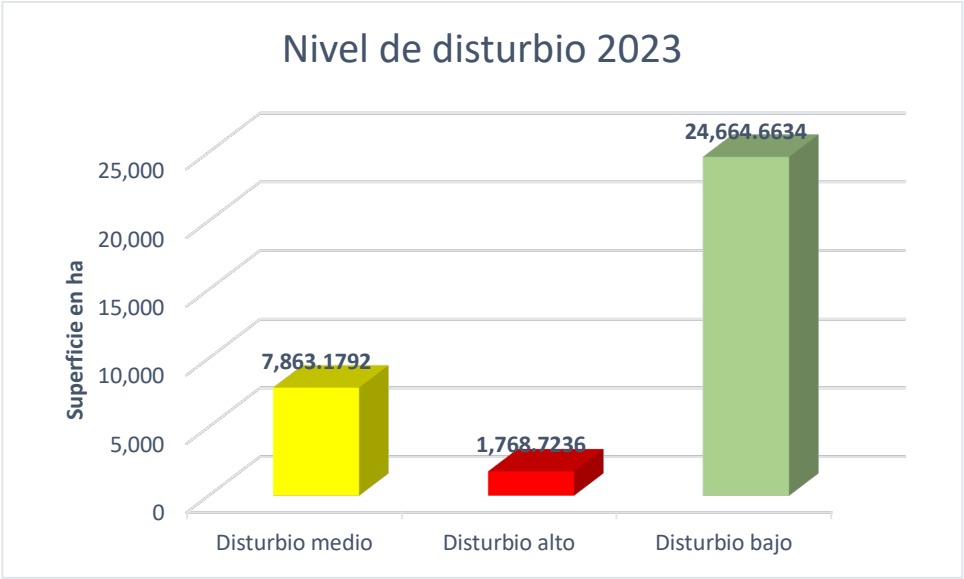


Figura IV. 83. Mapa del índice de disturbio en el sistema ambiental Cordero en el periodo 2023.



Gráfica IV. 19. Distribución del índice de disturbio en el sistema ambiental Cordero en el periodo 2023.

Análisis de Fragmentación

Para medir la fragmentación del sistema ambiental Cordero bajo estudio, se emplearon métricas del paisaje, las cuales pueden ser indicadores de calidad paisajística de un ecosistema. Dichas evaluaciones son llevadas a cabo a través de fuentes de datos generadas a partir de cualquier clasificación de uso de suelo obtenida a través de

del procesamiento de sensores remotos, como en el caso de este estudio. La ecuación 2,3,4,5 y 6 muestra las métricas evaluadas en este proyecto.

$$CA = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} \left(\frac{1}{10{,}000}\right) \quad (2)$$

donde:

CA = Área de clase

a_{ij} = Área en m^2 para el parche j en la clase i

$$NP = n_i \quad (3)$$

donde:

NP = Número de parches

n_i = Número de parches en el paisaje del tipo de parche (clase) i

$$MPS = \frac{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}}{n_i}\left(\frac{1}{10{,}000}\right) \quad (4)$$

donde:

MPS = Tamaño medio del parche

a_{ij} = Área en m2 para el parche j en la clase i

n_i = Número de parches en el paisaje del tipo de parche (clase) i

$$PSSD = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n}\left[a_{ij} - \left(\frac{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}}{n_i}\right)\right]^2}{n_i}} \left(\frac{1}{10{,}000}\right) \quad (5)$$

donde:

$PSSD$ = Tamaño del parche Desviación estándar

a_{ij} = Área en m2 para el parche j en la clase i

n_i = Número de parches en el paisaje del tipo de parche (clase) i

$$PSCV = \frac{PSSD}{MPS}\ (100) \qquad (6)$$

donde:

$PSCV$ = Tamaño de parche Coeficiente de variación

MPS = Tamaño medio de parche

Resultados

De acuerdo a las recomendaciones de los autores McGarigal y Marks (1995) se realizó el análisis del proceso de fragmentación para las categorías con vegetación en el sistema ambiental con las métricas: área de clase, número de parches, tamaño medio del parche, desviación estándar del tamaño del parche y coeficiente de variación del tamaño medio del parche de acuerdo a lo descrito en la sección anterior.

Una disminución continua en el tamaño de los parches puede evidenciar una fragmentación del hábitat. Cuando se observa una reducción del tamaño medio del parche en una comparación de paisajes, es posible interpretar esta reducción como un incremento en la fragmentación del paisaje, por lo tanto, el tamaño medio del parche se considera una métrica muy útil. Sin embargo, el tamaño medio del parche no indica cuantos parches existen, ni tampoco muestra la variación en el tamaño. El número de parches, puede mostrar alteraciones en procesos ecológicos, como establecer el número de un subconjunto de una población espacialmente dispersa, o puede alterar también la estabilidad de las interacciones de las especies, como sus relaciones depredador-presa (Kareiva, 1990).

La desviación estándar del tamaño del parche, es una medida absoluta que relaciona el tamaño medio del parche y la diferencia de tamaño entre los parches; comparando dos paisajes, un menor valor para esta métrica puede reflejar parches más pequeños.

Mientras que la métrica de coeficiente de variación del tamaño del parche, puede ser más recomendable para comparar la variabilidad de los paisajes, ya que se trata de una variabilidad relativa sobre el tamaño medio del parche, de acuerdo a Mcgarigal y Marks (1995), las métricas de variabilidad sugieren que los paisajes modificados por actividades antrópicas son más uniformes en el tamaño del parche, que los paisajes no alterados.

De acuerdo con lo anterior, en el sistema ambiental de Cordero se puede observar un ligero incremento en algunas de las métricas del paisaje en las siguientes tablas. El número de parches representada por "NumP", mostro un decremento, para el caso de matorral desértico micrófilo en el año 1990 se contabilizaron un total de 3,675 fragmentos, pasando a 1954 para el 2023. Está métrica es un indicador solido del proceso de fragmentación de una zona, Sin embargo, no proporciona la dimensión del impacto provocado por el tamaño de los fragmentos. En este sentido, es importante tomar como referencia el tamaño medio de los parches, esta medición indicara la interacción en el paisaje del fragmento.

Así mismo el pastizal natural experimento una ligera fragmentación pasando de 60 fragmentos o parches en 1990 a 64 parches para el 2023. Las áreas agrícolas de temporal como de riego presentaron un incremento de 4 fragmentos a 203 para el 2023.

Tabla IV. 114. Métricas evaluadas para el periodo 1990 en el sistema ambiental Cordero.

Uso de Suelo	MPS	NumP	PSSD	TLA	CA
Matorral desértico micrófilo	72595.5852	3675	808313.1561	331583232.2	266788775.4
Pastizal natural	1043362.3	60	3695954.38	331583232.2	62601737.79
Agricultura temporal-riego	548179.738	4	216533.2993	331583232.2	2192718.952

Tabla IV. 115. Métricas evaluadas para el periodo 2023 en el sistema ambiental Cordero.

Uso de Suelo	MPS	NumP	PSSD	TLA	CA
Matorral desértico micrófilo	96459.3937	1954	623518.3132	234909740.1	188481655.3
Pastizal natural	203710.113	64	450114.7115	234909740.1	13037447.2
Agricultura temporal-riego	164485.899	203	297513.745	234909740.1	33390637.51

IV.4 Diagnóstico ambiental.

La minería es una de las actividades industriales más antiguas de México, ligada a los intereses coloniales que privilegió la extracción manual intensiva y extensiva de metales preciosos enviados a Europa (CAMIMEX, 2010). Hoy en día, la industria minera en México juega un rol importante en el aspecto económico. En el caso de Chihuahua, tan solo hasta el mes de junio del 2021, la producción de oro y plata alcanzó los 1,523 y 114,559 (INEGI, 2021) toneladas respectivamente. En sus impactos sociales y ambientales, las actividades mineras están ampliamente documentadas en numerosas regiones del mundo (Sanchez-España et al., 2005; Mudd, 2010). Otro estudio realizado en Ghana, describe la percepción ambiental de los problemas de degradación de los recursos y disminución en la calidad del agua y aire por parte de los pobladores, no obstante, el beneficio económico que aporta la actividad minera (Garvin et al., 2009).

La industria minera es una actividad que tiene una contribución importante en el crecimiento económico de México. En general, tiene impactos políticos, económicos, sociales y ambientales a escalas global y local (Fernández-Manso, et at., 2012). De acuerdo a lo anterior, es de vital importancia antes de comenzar cualquier proyecto minero, realizar un diagnóstico de la situación actual (línea base ambiental) que presenta el sistema ambiental regional, para que pueda ser medida y evaluada adecuadamente.

Se entiende por línea base ambiental a la descripción de la situación actual de todas las variables ambientales en el momento que se está ejecutando el estudio, donde se hace una reseña de las actividades humanas actuales, el estado y situación de la biomasa vegetal, animal, clima, suelos, etc. Donde a partir de esta situación se evalúa en las etapas posteriores, las modificaciones negativas y positivas de las intervenciones de las actividades humanas, que caracterizan al polígono del sistema ambiental analizado.

La línea base ambiental constituye el marco de referencia ya que este indica el estado ambiental del sistema previo a la introducción de obras o actividades que inciden en la modificación de su estructura y procesos.

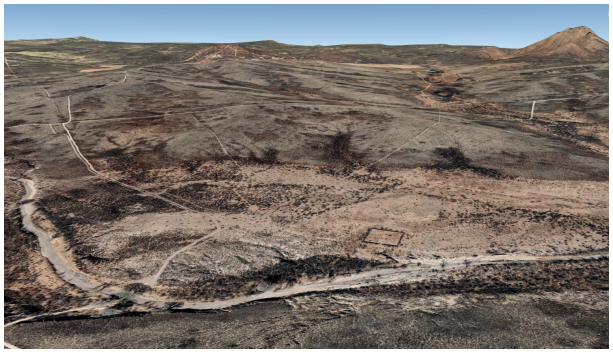
Es necesario tener el conocimiento del estado de la zona para poder evaluar acertadamente los impactos ambientales potenciales de las obras y actividades del proyecto desde una perspectiva predictiva y así aportar elementos informativos para seleccionar las mejores medidas y técnicas de mitigación y prevención, que serán desarrolladas en los capítulos siguientes.

Con la línea base ambiental como escenario inicial se puede aportar información de los parámetros ambientales más relevantes que se analizarán y que serán de gran ayuda para evaluar los métodos de restauración que se implementarán posteriormente para que a medida que se llegue por concluido el tiempo de vida del proyecto, se asemeje lo más posible o de mejor manera como al inicio presentaba sus condiciones ambientales antes de sus operaciones y se tenga una restauración exitosa.

Es necesario que al momento en que se empieza a ejecutar algún proyecto, instrumentar un programa de monitoreo del sistema ambiental, con la finalidad de dar seguimiento a los componentes del ambiente, con base en indicadores de estado previamente seleccionados.

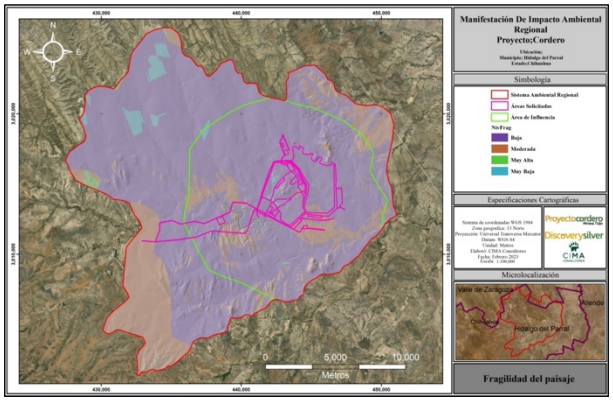
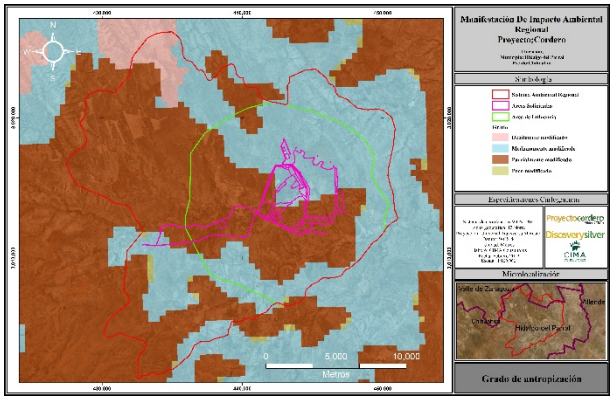
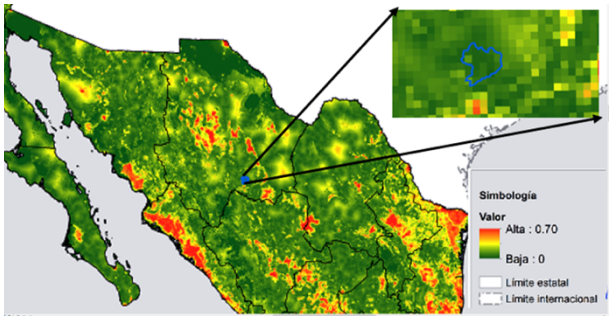
En el **Anexo IV.14** se presenta un catálogo fotográfico general de trabajos realizados.

A continuación, se realiza una caracterización ambiental general del SAR.

Factor ambiental	Actual	Fotografía
Calidad del aire	Monitoreos de material particulado (MP) igual o menor a 10 µm (PM_{10}) y material igual o menor a 2.5 µm ($PM_{2.5}$) se han estado realizando y muestran valores por debajo de los límites máximos permisibles (LMP) de 75 $\mu g/m^3$ y 45 $\mu g/m^3$ establecidos respectivamente para dicho MP en la NOM-025-SSA1-2014 La calidad del aire en el SAR puede considerarse buena, considerando los resultados de los muestreos realizados, debido a que se trata de una zona rural, muy alejada de los grandes centros poblacionales e industriales y con poca actividad antropogénica. La zona es clasificada como semiárida, por lo que es común que existan concentración de partículas al presentarse fuertes vientos en temporadas de estiaje.	 **Se observa nula presencia de partículas en el aire**
Relieve y topografía	El área del proyecto se encuentra en un sistema de topoformas de lomeríos, el cual se refiere a la existencia de elevaciones con alta presencia de rocas y que en ocasiones tienden a tener pendientes pronunciadas, sin embargo en los recorridos de campo se pueden detectar estas elevaciones, sin embargo no cuentan con características o elevaciones de consideración, esto al revisar aquellas rocas de clase ígnea extrusiva vistas previamente existen un par de espacios, siendo uno de ellos el área donde se realizará el tajo. Dentro del área de influencia tenemos una dominancia de áreas planas o extensas, donde el rango de elevación no cambia radicalmente de un punto a otros, para ellos se tiene que recorrer una distancia considerable, mismo caso sucede para las áreas solicitadas por el proyecto. La tendencia de elevación suele ir del este (áreas más bajas) hacia el oeste (áreas más altas), esto va referido conforme a se van a cercando a la sierra madre occidental. El SAR del proyecto considera una pendiente nula o ligera, dado a que alrededor del 62.04% se ubica dentro de un rango que va de los 0° a los 5°, mientras que el segundo aun considerado como pendiente suabe es de 5° a 10° con 7.44%, ambos rangos suman casi el 90% de su superficie.	 **Condiciones actuales a la topografía**

Calidad del suelo	La calidad fisicoquímica y biológica del suelo, actualmente se considera que es la natural; pues no se cuenta con actividades que modifiquen sustancialmente la calidad de este, con excepción de aquellas áreas con algún otro impacto antrópico.	 **Cambio de la calidad del suelo en espacios agrícolas**
Flora	En los predios colindantes al proyecto se observa una dominancia de matorral desértico micrófilo con especies típicas de estos ecosistemas, así como otras de los pastizales como lo son algunas *Boutelouas*, *Mulembergia, Prosopis, Mimosas* por mencionar algunas. El impacto antrópico es bajo, pues se cuenta con bajas áreas desprovistas de vegetación, sin embargo, la ganadería ha propiciado cambios en la estructura de la vegetación por una sobreexplotación de los recursos vegetales, pasando de áreas con dominancia de pastizales a los matorrales con importante distribución de especies segundarias y no palpables para el ganado como el gatuño (M*imosa aculeaticarpa*). Asimismo, se tiene la presencia de áreas destinadas a la agricultura. En el SAR se cuenta con la presencia de 194 especies de plantas vasculares, pertenecientes a 45 familias y 134 géneros. La estructura está conformada por 5 especies de árboles, 74 especies de arbustos y 115 especies de hierbas.	 

Fauna	Se tiene la presencia de fauna silvestre en toda la zona, la cual se pudo ver de manera directa o por indicios y cámaras trampa con una amplia distribución de especies. Con los diversos métodos utilizados para el análisis de fauna, se lograron identificar un total de 92 especies, las cuales están distribuidas en 5 clases, siendo la más abundante la de las aves, con 29 familias, 50 géneros y 56 especies, enseguida se encuentran los mamíferos con 12 familias, 21 géneros y 27 especies, los reptiles cuentan con 5 familias, 6 géneros y 8 especies mientras que los anfibios solo tuvieron una especie.	    **Fauna detectada dentro del SAR**

Calidad paisajística	La calidad del paisaje se ve afectada por la infraestructura que actualmente se encuentra en la zona, como lo son las antiguas y actuales obras mineras y espacios agrícolas. De acuerdo al análisis realizado, una gran parte del SAR, cuenta con un nivel de fragmentación bajo, mismo que coincide con el nivel de antropización y de disturbio revisado en el apartado de ecosistemas sensibles.	 **Fragilidad del paisaje**  **Antropización dentro del SAR**  **Índice de impacto antrópico dentro del SAR**

Uso de suelo	Del instrumento jurídicos con que cuenta el SAR, el POEGT es compatible la minería siempre y cuando se cumpla con las medidas de regulación. En el sistema ambiental se cuenta con actividades ganaderas, agrícolas y mineras.	 **Actividad ganadera dentro del SAR**  **Actividad agrícola dentro del SAR**  **Actividad minera dentro del SAR**

La tendencia de deterioro del sistema ambiental regional es lenta, pues en parte la propiedad privada o ejidal solo permite el acceso a los pobladores locales, por lo que se tiene con poco injerencia de población externa, así mismo el desarrollo de actividades primarias como ganadería, agricultura y minera son los trabajos más desarrollados, siendo la agricultura la de mayor preocupación pues se considera la apertura de áreas forestales a otras inducidas, aunque el ganado también ha mermado la calidad de los pastizales. Sin embargo, al ser poca las actividades desarrolladas su deterioro se da de manera moderada a regular y no es percibido en un corto tiempo a no ser que las actividades se incrementen de manera desordenada.

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

Proyectocordero
Minera Titán

Julio 2023

Great Place To Work. Certified NOV 2022 - NOV 2023 México

ESR Empresa Socialmente Responsable

MUJERES WiM - MÉXICO -

CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 1
V.1. Identificación de impactos. 2
V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales. 2
V.1.2. Lista de identificación de actividades 5
V.1.3. Elaboración de una lista de factores y componentes ambientales. 6
V.1.4. Identificación de interacciones entre las actividades del proyecto y los componentes ambientales. 9
V.2. Caracterización de los impactos 12
V.2.1. Lista de chequeo descriptiva 12
V.3. Valoración de los impactos. 21
V.3.1. Indicadores de impacto y de cambio climático. 21
V.3.2. Obtención del Valor de la Importancia del impacto 23
V.3.1. Obtención la Magnitud del impacto. 28
V.3.2. Obtención del Valor de Impacto o Significancia. 29
V.4. Impactos residuales 40
V.5. Impactos acumulativos 42
V.6. Resumen y conclusiones. 43

INDICE DE TABLAS

Tabla V.1 Descripción de la metodología empleada para la identificación, evaluación y descripción de impactos del Proyecto (basado en Conesa Fernández-Vitora, 1995, 2010). 4
Tabla V.2 Actividades por etapa del proyecto. 5
Tabla V.3 Factores, sub-factores y componentes ambientales. 6
Tabla V.4 Consideraciones por componente ambiental. 7
Tabla V.5 Matriz de identificación de interacciones (relación causa-efecto). 10
Tabla V.6 Número de interacciones por etapa del proyecto. 11
Tabla V.7 Número de interacciones (-/+) por sub factor ambiental. 11
Tabla V.8 Lista descriptiva de impactos negativos. 13
Tabla V.9 Indicadores de impacto ambiental. 21
Tabla V.10 Clasificación de valores asignados por atributo para la determinación de la importancia del impacto (tomado de Conesa Fernández Vitora, 2010). 25
Tabla V.11 Naturaleza. 25
Tabla V.12 Intensidad (I). 25
Tabla V.13 Extensión (Ex). 26
Tabla V.14 Momento (Plazo de Manifestación) (Mo). 26
Tabla V.15 Persistencia (Permanencia del Efecto) (Pe). 26
Tabla V.16 Reversibilidad (Reconstrucción por medios naturales) (Rv). 26
Tabla V.17 Sinergia (Potenciación de la Manifestación) (SI). 27
Tabla V.18 Acumulación (Incremento Progresivo) (Ac). 27
Tabla V.19 Efecto (Relación Causa-Efecto) (Ef). 27
Tabla V.20 Periodicidad (Regularidad de la Manifestación) (Pr). 27
Tabla V.21 Recuperabilidad (Reconstrucción por Medios Humanos) (Mc). 27
Tabla V.22 Categorización de la Importancia de los Impactos según Conesa Fernández-Vitora (1995, 2010). 28
Tabla V.23 Escala ordinal y valores de Calidad Ambiental utilizados en las valoraciones estimativas de la Magnitud. 28
Tabla V.24 Categorías de la significancia a partir del cálculo del valor del impacto. 29

Tabla V.25 Matriz de valoración de impactos ambientales para la etapa de Preparación y Construcción:..... 31
Tabla V.26 Matriz de valoración de impactos ambientales para la etapa de Operación y Mantenimiento:..... 36
Tabla V.27 Matriz de valoración de impactos ambientales para la etapa de Cierre y Post Cierre: 39
Tabla V.28 Recuperabilidad (Residual). 40
Tabla V.29 Valoración de impactos residuales. 41
Tabla V.30 Criterio para imapctos acumulativos. 42
Tabla V.31 Valoración de impactos acumulativos. 42
Tabla V.32 Identificación de los impactos ambientales generados por las actividades existentes actualmente en el SAR. 43
Tabla V.33 Identificación de los impactos ambientales potenciales generados por las actividades propuestas del proyecto durante la etapa de Preparación y construcción del sitio. 44
Tabla V.34 Identificación de los impactos ambientales potenciales generados por las actividades propuestas del proyecto durante la etapa de Operación y mantenimiento. 47

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

El medio ambiente es un sistema dinámico compuesto por elementos naturales y sociales que pueden ser alterados positiva o negativamente por diversas actividades durante el desarrollo de un proyecto. Un impacto ambiental se refiere a cualquier modificación que el proyecto pueda causar en el entorno en el que se lleva a cabo, incluyendo cambios en las condiciones socioeconómicas y de salud, características físicas, químicas y biológicas, aspectos culturales, uso de la tierra y recursos, así como sitios históricos o arqueológicos de importancia, entre otros.

Los impactos pueden ser favorables o desfavorables y su significancia puede variar en función de su naturaleza y características, tales como su extensión, duración, intensidad, reversibilidad, entre otros, así como el grado en que puedan ser atenuados mediante la implementación de medidas de mitigación. Para comprender la naturaleza y la magnitud de los posibles impactos potenciales y los cambios esperados en los componentes del medio ambiente, es necesario realizar un análisis detallado de las diferentes actividades del proyecto y las características del entorno natural en el que se encuentra enmarcado.

El objetivo de este capítulo es identificar los daños e impactos ambientales producidos por las diferentes actividades que comprende el proyecto durante su vida útil. Una evaluación de impacto ambiental permite identificar los potenciales impactos que el proyecto pueda causar al ambiente de manera más objetiva y con base a ello, se pueden plantear las posibles medidas de tal manera que respondan a lo identificado. Esto permite analizar y plantear los diferentes tipos de medidas necesarias para atender los impactos generados para en las diferentes etapas del proyecto, dichas medidas pueden ser de prevención, mitigación y la corrección con la finalidad logar minimizar, reducir y equilibrar los impactos mediante una adecuada aplicación de las medidas diferentes medidas plateadas.

En este contexto, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) establece que para la evaluación de impacto ambiental se debe realizar una identificación y valoración, de forma objetiva e imparcial, de los efectos ambientales producidos por el desarrollo de obras y/o actividades que conforman los proyectos. Atendiendo a lo anterior, el análisis expuesto fue conducido con objetividad e imparcialidad, siguiendo las recomendaciones de la Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional, SEMARNAT. Asimismo, se presentan ante la autoridad, los resultados de un análisis técnicamente suficiente en cuanto a los efectos posibles del proyecto sobre el medio ambiente; a fin de que ésta determine si su ejecución es pertinente y compatible con los preceptos y principios de la política ambiental nacional.

El proyecto consta de una mina a cielo abierto, una planta procesadora, una presa de jales y la infraestructura asociada, como oficinas administrativas, almacenes, edificios de mantenimiento y carreteras de acceso, así como instalaciones para almacenamiento de reactivos, combustible y servicios para la planta para mayor detalle se describen en el Capítulo II del presente estudio. La capacidad propuesta para la planta procesadora es de 51,000 toneladas por día (t/d).

Este proyecto, se basa únicamente en reservas minerales probadas y probables. La instalación de la planta producirá concentrados de zinc (Zn) y plomo (Pb), con contenido de plata (Ag), oro (Au), plomo (Pb) y zinc (Zn). La planta procesará principalmente mineral sulfuro, pero se contempla incluir el procesamiento de óxidos de alta ley a una proporción máxima de óxidos/sulfuros de 1:9. El material tepetate será enviado a las instalaciones de tepetate (WRF) ubicadas adyacentes al tajo o a la construcción de la presa de jales (TSF) ubicada al este del tajo (AGP, 2022).

Para la valoración de los posibles impactos ambientales fue necesario identificar y analizar las actividades planteadas en el proyecto y su influencia sobre los diferentes componentes en las diferentes etapas del proyecto. El desarrollo de la identificación, caracterización y valoración de impactos ambientales de acuerdo

con la metodología empleada, en este caso, **solo se consideraron las actividades relacionadas de manera directa con las actividades del proyecto minero**, es decir, **no se consideraron las actividades relacionadas con la remediación o acciones que contrarrestan las afectaciones**, esto con la finalidad de identificar de manera directa y objetiva los impactos sin considerar acciones preventivas, de compensación o mitigación.

La evaluación de los efectos ambientales potenciales de un proyecto minero es una tarea compleja que requiere un enfoque riguroso y basado en principios técnicos y científicos. Con el objetivo de lograr un balance objetivo de los posibles impactos ambientales de un proyecto minero, se han establecido principios fundamentales que guían la evaluación. Estos principios incluyen la consideración de la mejor información disponible sobre la caracterización ambiental del sitio y su área de influencia, la valoración de la importancia y vulnerabilidad de los componentes ambientales, así como la integración de técnicas y metodologías de análisis idóneas para el tipo de proyecto. Además, se tienen en cuenta los impactos positivos que el proyecto puede generar en la actividad económica y servicios de la región.

La valoración adecuada de los impactos ambientales y la implementación de medidas de prevención y mitigación son elementos clave en el desarrollo de actividades mineras responsables y sostenibles. Una valoración exhaustiva de los posibles efectos ambientales de un proyecto minero es esencial para comprender y minimizar los impactos negativos en el medio ambiente y en las comunidades locales.

V.1. Identificación de impactos.

La identificación y evaluación de impactos ambientales es una herramienta que permite predecir los potenciales impactos positivos y negativos, sobre los factores ambientales que conforman el área de influencia sobre la que actuará el proyecto; obteniéndose resultados que orienten y permitan estructurar planes y programas de manejo ambiental que optimicen, prevengan y mitiguen las distintas situaciones que se presentarán durante el desarrollo del proyecto.

Previo a la valoración cuantitativa de los impactos, se realizará una valoración cualitativa de estos, para identificar los **potenciales** impactos ambientales que se producirán en el área de influencia del proyecto, debido a que en el SAR no se detectan impactos que pudieran hacer una sinergia o acumulación con el proyecto en evaluación. Esta etapa permite y establece la posibilidad de registrar y relacionar la actividad del proyecto con cada componente ambiental sin incluir en este capítulo las medidas de protección, preservación, mitigación o compensación de los impactos.

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

Las evaluaciones de impacto ambiental (EIA) son metodologías que permiten estimar de manera global la magnitud de un impacto ambiental, ante la influencia que puede generar la construcción de obras o el desarrollo de actividades humanas, tanto de manera favorable como adversa. Estas evaluaciones y las medidas de mitigación que se prescriben permiten que el desarrollo económico y social se integre de una manera óptima con los diversos proyectos y sin deteriorar el uso de los recursos naturales requeridos para los mismos.

Por su parte, el impacto ambiental se puede definir como la alteración o modificación de las condiciones del ambiente ocasionadas por el hombre ya sean negativa o positivamente. Para poder identificar las acciones de un proyecto, susceptibles de provocar impactos sobre el medio ambiente, es necesario diferenciar las distintas fases de la obra y las actividades que pueden provocar efectos importantes sobre los elementos del medio y factores ambientales.

La selección de la metodología se realizó, debido a la facilidad de interpretación de esta, así como por la facilidad de adecuación a casi cualquier proyecto. La amplia gama de factores a evaluar ayuda a no pasar por alto elementos ambientales y socio económicos, para de esta forma realizar las mejores identificaciones y evaluaciones de impactos ambientales.

La metodología que se utilizó para la identificación, evaluación y descripción de los impactos ambientales asociados al Proyecto está basado en el método de Conesa Fernández-Vitora (1995, 2010): http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/coah/estudios/2002/05CO2002E0017.html.

Esta metodología plantea la obtención de valores de impacto ambiental a partir de la valoración cualitativa y cuantitativa de los impactos ambientales identificados.

La metodología desarrollada por Conesa se fundamenta en el método Battelle - Columbus (Dee y otros, 1972), el cual posibilita la evaluación cuantitativa de los impactos asociados a un proyecto. Este enfoque se caracteriza por su alcance global y su enfoque sistemático, y ha sido adoptado por varios autores en sus propuestas metodológicas (consultar Esteban B, 1989; Gómez Orea, 1982, 1992; ITGE, 1991; Santiago G. Alonso y otros, 1987, Westman, 1987).

El método de Battelle - Columbus utiliza un sistema de unidades homogéneas para todos los factores del ambiente, llamado índice de calidad ambiental (ICA), que varía entre 0 y 1. Cada parámetro se valora en esta escala, asignando un valor de 1 si posee la máxima calidad ambiental (según criterios predefinidos), y 0 si su deterioro es total. Los valores entre 0 y 1 corresponden a los valores intermedios de calidad ambiental.

Se eligió la propuesta metodológica de Conesa debido a que incorpora principios y técnicas de métodos reconocidos en la identificación y evaluación de impactos ambientales. Estos principios incluyen el uso de conceptos y matriz de interacción de Leopold, la valoración cuantitativa basada en la ponderación de factores ambientales y la homogenización de efectos a una misma escala del método Battelle. Además, se emplea la cuantificación de efectos a través de indicadores numéricos y funciones de transformación, lo que permite no solo medir la magnitud de los impactos, sino también realizar agregaciones por componente, factor y obtener valores globales de impacto.

En resumen, esta metodología se justifica por proporcionar una alta certeza en la identificación de impactos, una valoración que reduce la subjetividad al considerar aspectos no cuantitativos de manera separada para determinar su importancia, y la cuantificación de efectos mediante indicadores numéricos y su transformación a unidades medibles para evaluar la magnitud. Además, la interpretación de los resultados es objetiva y fácil de comunicar debido a su enfoque numérico.

Con base a dicha metodología, este apartado de identificación caracterización y evaluación de los impactos ambientales, residuales y acumulativos, fue realizado por etapas y que a su vez cada etapa se describe en que cosiste y como se realiza. A continuación, se presenta un listado del proceso metodológico de las etapas y sus acciones, mismas que en se detallan en la siguiente tabla:

Cabe mencionar que las principales etapas que contempla el proceso metodológico con las siguientes:

- La identificación de impactos,
- Caracterización de los impactos,
- Valoración de impactos y
- La descripción de los impactos.

Tabla V.1 Descripción de la metodología empleada para la identificación, evaluación y descripción de impactos del Proyecto (basado en Conesa Fernández-Vitora, 1995, 2010).

Etapa	Metodología	Descripción
Identificación de Impactos	Lista de verificación	Se crea con base a las actividades del Proyecto que pueden ocasionar modificaciones, afectaciones y/o impactos al entorno.
	Selección de indicadores ambientales	Se eligen los factores, componentes y sus indicadores ambientales que podrían ser afectados por la implementación del Proyecto.
	Determinación de las interacciones entre proyecto y ambiente	Es una herramienta que se construye a partir de la información de la lista de verificación, la selección de indicadores y redes de interacción, para identificar los impactos que pudiera causar la implementación del Proyecto. Se elabora una matriz simple, en la cual se ordenan las actividades del Proyecto en las columnas; mientras que los componentes e indicadores ambientales que puedan ser afectados, sobre las filas. El resultado de la matriz es la identificación de impactos ambientales, adversos y/o benéficos, provocados por las actividades del Proyecto, sobre uno o varios componentes ambientales. Esta determinación sigue dos líneas de trabajo paralelas, la primera que analiza el proyecto y que concluye con la identificación de los componentes del proyecto susceptibles de producir impactos significativos; la segunda analiza el ambiente, en el contexto del SAR para identificar los factores ambientales que potencialmente pueden ser afectados por las acciones derivadas de los componentes del proyecto.
Caracterización de los Impactos	Descripción general de interacciones negativas	La descripción de los impactos se realizará de manera global por componente ambiental, lo que quiere decir que se describirá a detalle cómo se presentará el impacto sobre un componente ambiental debido a las diferentes actividades interaccionen negativamente sobre el en las distintas etapas del proyecto. De igual forma, mediante esta metodología se deben reconocer aspectos que vayan determinando la magnitud con que el impacto se pueda presentar, esto con la finalidad de una mayor orientación al momento de hacer una evaluación cuantitativa de los mismos.
Valoración de los Impactos	Asignación de atributos para determinar el valor y categoría de la importancia	Se eligen los atributos, con sus respectivos valores, para determinar el valor de la importancia, los cuales se enlistan a continuación: • Naturaleza (positivo o negativo) • Intensidad (grado de alteración) • Extensión (área de influencia del impacto) • Momento (plazo de manifestación) • Persistencia (permanencia del efecto) • Reversibilidad (reconstrucción por medios naturales) • Sinergia (potencialidad de la manifestación) • Acumulación (incremento progresivo) • Efecto (relación causa – efecto) • Periodicidad (regularidad de la manifestación) • Recuperabilidad (reconstrucción por medios humanos) Esta metodología permite un análisis global del impacto ambiental y determina el valor de importancia del impacto.
	Determinación de la categoría de significancia	A partir del cálculo del valor de la importancia; se calcula enseguida la Magnitud del Impacto, para obtener un índice del valor del impacto que variará con valores de 0 a 1, este valor permite asignar categorías en base a la severidad y la forma de la alteración que provoca el impacto, las categorías de Significancia son: significancia Baja **Bj**, significancia Moderada **Md**, significancia Alta **A**, significancia Muy Alta **MA**. Cabe

Etapa	Metodología	Descripción
		señalar que la selección de indicadores de impacto permite medir de forma cuantitativa el impacto, con un valor que represente la diferencia entre el escenario sin y con Proyecto. La metodología empleada establece que en esta etapa es necesario transformar la magnitud del impacto medido en unidades heterogéneas a unidades homogéneas, adimensionales de valor ambiental, operación que se logra traduciéndolas a un intervalo que varía entre 0 y 1, donde 1 corresponde al impacto máximo posible de alcanzar
Descripción de Impactos	Descripción de impactos significativos	Se realiza una ficha descriptiva de cada impacto significativo con carácter negativo, donde se mencionan los factores e indicadores ambientales impactados la alteración generada, categoría del impacto y atributo del impacto y la etapa del Proyecto en que se presentará, así como la aplicación de medidas que mitiguen el impacto o bien, en su caso, la aplicación de medidas de compensación.

Para poder elaborar una adecuado EIA es indispensable conocer tanto las actividades por cada etapa del proyecto, así como los factores y componentes ambientales a afectar. Para el presente apartado se toma en consideración la información del capítulo II que nos describe detalladamente las actividades a que se llevaran a cabo en las distintas etapas del proyecto y que nos ayudan a entender los alcances de los impactos al medio natural mediante el conocimiento sobre sus atributos físicos, ecológicos y socioeconómicos presentes en el SAR, con lo cual se tiene la información necesaria para una evaluación valida e imparcial.

V.1.2. Lista de identificación de actividades

La identificación de las actividades o acciones que se realizarán se han desglosado en las distintas fases de ejecución del proyecto. Para el ejercicio de evaluar los impactos se debe conocer con exactitud dichas actividades, ya que serán estas las que tengan un impacto sobre el ambiente.

Si bien es cierto, desde la planeación del proyecto se han considerado actividades que son positivas en el cuidado del ambiente, debe tenerse en cuenta que para la determinación de las actividades para la EIA se consideraron solo aquellas que sean parte del proceso intrínseco del proyecto, esto con la finalidad de realizar un análisis que muestre de manera "cruda" la afectación de las actividades sobre las diferentes matrices ambientales, obviando aquellas que son de naturaleza de prevención, mitigación o compensación en materia ambiental o de seguridad. Lo anterior, es debido a que se busca tener un escenario sin medidas de mitigación para poder medir el impacto potencial del proyecto sin estas.

A continuación, se presentan las actividades consideradas para la EIA más relevantes por etapa del proyecto:

Tabla V.2 Actividades por etapa del proyecto.

Actividades por Etapa		
Etapa	**ID**	**Actividad**
Planeación	A.1	Planeación y Logística
	A.2	Obtención de permisos (Federales, Estatales, Municipales)
Preparación y construcción	A.3	Rehabilitación de caminos de acceso
	A.4	Construcción de caminos de acceso
	A.5	Cercado y restricción de áreas
	A.6	Desmonte y despalme
	A.7	Conformación topográfica y estabilización de áreas
	A.8	Compactación y cimentación de instalaciones fijas
	A.9	Construcción de subestación y líneas eléctricas del proyecto

	A.10	Construcción de infraestructura industrial*
	A.11	Construcción de infraestructura auxiliar**
	A.12	Construcción de presa de jales
Operación y mantenimiento	A.13	Almacenamiento de explosivos
	A.14	Perforación y Voladura (Tajo)
	A.15	Trasiego de material dentro de mina
	A.16	Manejo de material estéril y conformación de tepetatera
	A.17	Trituración y molienda
	A.18	Uso de cianuro
	A.19	Beneficio en planta
	A.20	Disposición de jales en la presa
	A.21	Transmisión de energía eléctrica
	A.22	Entrada y salida de vehículos pesados a mina
	A.23	Almacenamiento y manejo de hidrocarburos y sustancias químicas
	A.24	Mantenimiento de caminos de acceso y acarreo
	A.25	Mantenimiento de maquinaria, vehículos y equipos
	A.26	Mantenimiento de infraestructura
	A.27	Operación administrativa
	A.28	Alojamiento y servicios al personal (campamento)
Etapa de Cierre y Post-cierre	A.29	Desmantelamiento, demolición y retiro de instalaciones
	A.30	Estabilización física de taludes de depósito de jales y tepetatera
	A.31	Retiro de Maquinaria

*Planta de proceso.
**Subestación eléctrica, oficinas, almacén de explosivos, taller de mantenimiento, almacén temporal de residuos peligrosos, estación de combustibles, vivero y almacenes de suelo fértil, planta tratadora (PTAR), construcción de canales de libre escurrimiento, relleno sanitario tipo C, laboratorios, casetas de ingreso y campamento.

La identificación y valoración de los impactos permite indicar las posibles medidas correctoras o reductoras de sus efectos, tomando en cuenta que resulta prácticamente imposible erradicar por completo ciertos impactos negativos. Es de hacerse notar que las especificaciones y normas bajo las que se desarrollan las diversas actividades del proyecto aseguran, desde su inicio, la prevención y mitigación de impactos, sobre todo los más agudos y aquellos referidos a la seguridad. En las herramientas de evaluación también se encuentran incluidos ciertos impactos benéficos que traerá consigo la ejecución del proyecto.

El objetivo de esta sección es la identificación de los daños e impactos ambientales producidos por las diferentes etapas desde la preparación del sitio, construcción y operación, estas actividades se enuncian y detallan dentro del programa general de obra incluido en el Capítulo II de este documento.

V.1.3. Elaboración de una lista de factores y componentes ambientales.

En esta etapa se elaboró el inventario de los factores y componentes ambientales del área de estudio que podrían ser afectados por las actividades del proyecto. Los componentes ambientales que se seleccionaron se presentan a manera de listado en la siguiente Tabla conforme al factor ambiental al cual se le atribuye.

Tabla V.3 Factores, sub-factores y componentes ambientales.

Factores, sub - factores y componentes ambientales

Factor	Sub-factor	ID	Componente
Factores Abióticos	Suelo	C.1	Estructura geológica
		C.2	Relieve
		C.3	Erosión
		C.4	Calidad del suelo
		C.5	Vocación del terreno
	Agua	C.6	Escorrentías superficiales
		C.7	Disponibilidad
		C.8	Calidad del agua
	Atmósfera	C.9	Calidad del aire
		C.10	Ruido y vibraciones
		C.11	Contaminación lumínica
Factores bióticos	Flora	C.12	Diversidad de flora
		C.13	Cobertura
		C.14	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas
	Fauna	C.15	Diversidad de fauna
		C.16	Dinámicas poblacionales
		C.17	Hábitat y corredores biológicos
		C.18	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas
		C.19	Propagación de fauna nociva
Factores humanos	Paisaje	C.20	Vista escénica
		C.21	Turismo potencial
	Humano	C.22	Demografía
		C.23	Empleo y actividades económicas
		C.24	Salud y seguridad de la población
		C.25	Salud y seguridad ocupacional
		C.26	Riesgo ambiental
		C.27	Bienes y servicios

A continuación, se presentan las consideraciones que deben tomarse en cuenta al evaluar el impacto sobre dichos componentes:

Tabla V.4 Consideraciones por componente ambiental.

Consideraciones por componente ambiental		
ID	**Componente**	**Descripción**
C.1	Estructura geológica	Considera el cambio de la composición geológica de la zona debido a actividades que fragmenten, fisuren, debiliten o remuevan la roca madre que le da origen al ecosistema.
C.2	Relieve	Considera el porcentaje de cambio que el proyecto realice sobre la topografía natural del terreno, por lo cual se debe tener en cuenta la pendiente generalizada del terreno y las elevaciones principales, así como los cambios abruptos o extremos, tales como corte de cerros o excavaciones de gran extensión.
C.3	Erosión	Toma como base la tasa de erosión natural actual del ecosistema y el aumento que las actividades provoquen.
C.4	Calidad del suelo	Considera el cambio que las actividades tengan sobre la composición fisicoquímica de los suelos presentes, así como la capacidad de reciclaje de nutrientes y captación de humedad.
C.5	Vocación del terreno	Toma como base la presencia dentro de algún instrumento ecológico, como son áreas naturales protegidas, zonas prioritarias para la conservación, AICA's, sitios Ramsar, RTP, y ordenamientos en general; a fin de que el proyecto o el tipo de proyecto no impacte de alguna forma respecto a regulación de la zona y sus restricciones.
C.6	Escorrentías superficiales	Considera la posición del proyecto con respecto a la red hídrica natural, el orden de los cauces a alterar y la presencia de cauces federales que pudieran ser afectados, así como la naturaleza temporal o perenne de las escorrentías.

C.7	Cantidad	Debido a que en el SAR del proyecto no se encuentran cuerpos de agua superficial naturales ni antropogénicos, considera la disponibilidad del acuífero y el potencial de disminución de infiltración que las actividades puedan generar.
C.8	Calidad del agua	Toma en cuenta el cambio que las actividades tengan sobre la composición fisicoquímica del agua tanto superficial y subterránea, tomando en cuenta el pH, turbidez, solidos disueltos totales, presencia de metales pesados y características bacteriológicas.
C.9	Calidad del aire	Toma en cuenta el cambio de concentración de partículas sólidas suspendidas, PM_{10} y $PM_{2.5}$, así como el alcance de las mismas.
C.10	Ruido y vibraciones	Toma en cuenta el potencial de decibelios que las actividades generan y el alcance de estas fuentes de ruido debido a la naturaleza del terreno. Por otra parte, considera la afectación a zonas cercanas.
C.11	Contaminación lumínica	Considera el potencial de afectación a este componente a raíz de las actividades que conlleven operaciones nocturnas.
C.12	Diversidad de flora	Considera el tipo de ecosistema y la sensibilidad del mismo, en el cual se desarrollará el proyecto, así como las especies presentes, su distribución, su estatus de conservación y endemismo.
C.13	Cobertura	Toma en cuenta el porcentaje de remoción de vegetación con respecto al SAR y al tipo de vegetación de la región.
C.14	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	Considera el total de especies protegidas, en alguna categoría de conservación y/o endemismo, así como el área de coincidencia del proyecto con la distribución poblacional de las mismas.
C.15	Diversidad de fauna	Toma en cuenta el tipo de ecosistema y la sensibilidad del mismo, en el cual se desarrollará el proyecto, así como las especies presentes, su distribución, su estatus de conservación y endemismo.
C.16	Dinámicas poblacionales	Considera a toda actividad que, debido a cambios en el ecosistema, tales como ruidos, iluminación, vibraciones, densidad de tráfico, por nombrar algunas, causen cambios o alteraciones en los patrones de movilidad, reproducción y descanso de las especies.
C.17	Hábitat y corredores biológicos	Considera la superficie afectada que sirva como zona de descanso, reproducción y alimentación de las especies, así como afectación a áreas ribereñas. A su vez, debe tenerse en cuenta las rutas migratorias de aves y sitios de descanso.
C.18	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	Considera el total de especies protegidas, en alguna categoría de conservación y/o endemismo, así como el área de coincidencia del proyecto con la distribución poblacional de las mismas.
C.19	Propagación de fauna nociva	Considera las actividades que propicien la presencia y distribución de fauna asociada a la actividad antropogénica, tales como gatos, perros, ratas, ratones, moscas, cucarachas, etc., que pudieran ocasionar desequilibrio ecológico.
C.20	Vista escénica	Evalúa toda actividad que genere un cambio visual en el área del proyecto, ya sea por cambio en relieve, pérdida de vegetación, instalación de infraestructura, entre otros. Estos cambios contrastados con la vista escénica presente antes de la ejecución del proyecto.
C.21	Turismo potencial	Considera cualquier actividad que pudiera generar la disminución del turismo de la zona.
C.22	Demografía	Toma en cuenta si el proyecto y las actividades que se desprenden del mismo generarán aumento o disminución de la población contigua al proyecto.
C.23	Empleo y actividades económicas	Toma en cuenta si el proyecto y las actividades que se desprenden del mismo generarán un cambio en los indicadores de generación de empleo, desempleo y calidad de vida de las comunidades cercanas y/o el municipio en el cual se va a desarrollar el proyecto.
C.24	Salud y seguridad de la población	Considera la vulnerabilidad potencial de las poblaciones cercanas al proyecto derivado de las actividades del mismo, tomando en cuenta la cercanía de las localidades y rutas de acceso cercanas a estas, como, por ejemplo, la distribución de polvos o contaminación de agua.
C.25	Salud y seguridad ocupacional	Evalúa las posibles actividades de riesgo que existan en el proyecto y que pudieran ocasionar algún accidente del personal.
C.26	Riesgo ambiental	Evalúa el riesgo potencial de desequilibrio ambiental dentro del SAR, derivado

		de una situación extraordinaria que pudieran generar dicha afectación.
C.27	Bienes y servicios	Evalúa el aumento/disminución de las necesidades en relación con bienes y servicios, con respecto a la fluctuación en la población en la zona.

V.1.4. Identificación de interacciones entre las actividades del proyecto y los componentes ambientales.

Una vez realizada la lista de verificación de actividades derivadas del Proyecto, así como la identificación de los componentes e indicadores ambientales susceptibles de afectación, se procedió a identificar **las posibles interacciones**, mediante la construcción de una matriz de cribado o matriz de identificación de impactos (relación causa-efecto).

La matriz presenta columnas que muestran las actividades del Proyecto agrupadas por etapas, y filas con los componentes e indicadores ambientales, que están agrupados por sub-factores y estos a su vez por tres factores principales. Las interacciones fueron identificadas solo en dos sentidos, si son adversas o benéficas, en la Tabla las interacciones adversas se señalan en celdas color rojo claro y para interacciones benéficas en color verde, ver Tabla. En el caso de aquellas casillas que no presentan color, se debe entender que esa estructura o actividad no genera alguna interacción en el indicador ambiental respectivo.

Nota: Cabe aclarar, que en este proceso metodológico del presente capítulo en la identificación, caracterización y valoración de impactos **NO FUERON CONSIDERADOS ACTIVIDADES BENEFICAS**, ES DECIR, ACTIVIDADES RELACIONADAS CON ACCIONES DE PREVENCION, MITIGACION Y/O COMPENSACION ejemplo de **actividades no contempladas**: rescate de individuos de flora y fauna, rescate de suelo fértil, etc.)**.** Dado que se solo se consideran las actividades relaciones directamente con el desarrollo del proyecto sin considerar medidas de mitigación con el objetivo de identificar de manera más clara la influencia de las actividades mineras propias del proyecto sobre los componentes ambientales.

Sin embargo, es importante no perder de vista que como resultado final del presente capitulo, se identificarán los componentes ambientales con mayores afectaciones por lo que con base a ello se plantearán las medidas correspondientes dirigidas a cada componente y con ello se realizarán análisis de escenarios en donde serán contempladas las diferentes medidas plantadas con la finalidad implementar las medidas adecuadamente.

Por otro lado, las interacciones tanto adversas como benéficas solo como el número de interacciones, es decir, es decir, que hasta el momento **solo se están identificando las interacciones** de las acciones del proyecto con los componentes ambientales si afectan en sentido positivo o negativo **y NO INDICAN UNA MAGNITUD O IMPORTANCIA DE TALES IMPACTOS**, en apartados posteriores serán analizadas las interacciones adversas con la finalidad de identificar la significancia de dichas interacciones.

.

Tabla V.5 Matriz de identificación de interacciones (relación causa-efecto).

FACTOR AMBIENTAL	SUB-FACTOR	ETAPA →		Preparación y construcción del sitio										Operación y mantenimiento																Cierre y post-cierre			Total de interacciones (-) por componente ambiental	Total de interacciones (+) por componente ambiental
		ACTIVIDAD →		A.3	A.4	A.5	A.6	A.7	A.8	A.9	A.10	A.11	A.12	A.13	A.14	A.15	A.16	A.17	A.18	A.19	A.20	A.21	A.22	A.23	A.24	A.25	A.26	A.27	A.28	A.29	A.30	A.31		
		↓ COMPONENTE AMBIENTAL																																
Factores Abióticos	Suelo	C.1	Estructura geológica						-1						-1																		2	0
		C.2	Relieve	-1	-1			-1	-1				-1		-1		-1				-1										1		8	1
		C.3	Erosión	-1	-1		-1	1	-1				-1		-1										-1						1		7	2
		C.4	Calidad del suelo	-1	-1		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1				-1			-1	-1			-1		1	-1	-1	-1	-1			17	1
		C.5	Vocación del terreno																														0	0
	Agua	C.6	Escorrentías superficiales		-1		-1	-1	-1		-1	-1	-1		-1		-1														1		9	1
		C.7	Disponibilidad		-1		-1	-1	-1		-1	-1					-1						-1								1		8	1
		C.8	Calidad del agua							-1	-1	-1	-1							-1	-1			-1		1	-1	-1	-1	-1			11	1
	Atmósfera	C.9	Calidad del aire	-1	-1		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1	-1	-1	-1		-1	-1		-1		-1	1				-1	-1	1	19	2
		C.10	Ruido y vibraciones	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		-1	-1	-1	-1		-1			-1		-1	-1			-1	-1	-1	1	21	1
		C.11	Contaminación lumínica															-1		-1			-1			-1							4	0
Factores bióticos	Flora	C.12	Diversidad de flora				-1																-1						-1				3	0
		C.13	Cobertura				-1																-1										2	0
		C.14	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas				-1																-1						-1				3	0
	Fauna	C.15	Diversidad de fauna		-1		-1						-1			-1						-1	-1	-1					-1				8	0
		C.16	Dinámicas poblacionales				-1								-1																		2	0
		C.17	Hábitat y corredores biológicos		-1	-1	-1						-1			-1					-1		-1										7	0
		C.18	Especies protegidas, interés [illegible]		-1		-1																-1						-1				4	0
		C.19	Propagación de fauna nociva								-1	-1																	-1				3	0
Factores humanos	Paisaje	C.20	Vista escénica			-1	-1				-1	-1	-1		-1		-1				-1									1			8	1
		C.21	Turismo potencial																														0	0
	Humano	C.22	Demografía								1	1								1									1				0	4
		C.23	Empleo y actividades económicas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1		1		1			1		1	1	1	1	1	1	1	-1	1	21
		C.24	Salud y seguridad de la población			1								-1				-1	-1		-1		-1	-1						1	1		6	3
		C.25	Salud y seguridad ocupacional					-1		-1	-1	-1		-1	-1			-1	-1	-1				-1		-1	-1			-1	-1		14	0
		C.26	Riesgo ambiental											-1				-1	-1		-1		-1	-1		-1					-1		8	0
		C.27	Bienes y servicios	1	1					1																1	1	1	1				0	7
		Total de interacciones (-) por activi		5	10	3	14	7	8	5	9	9	10	3	9	4	7	6	3	6	8	1	12	6	3	4	3	2	8	5	4	1	175	46
		Total de interacciones (+) por activi		2	2	2	1	2	1	2	2	2	1	0	0	1	0	1	0	2	0	0	1	0	1	5	2	2	3	3	6	2		

Como podemos observar en la siguiente tabla, el mayor número de interacciones adversas se tienen en la etapa de operación y mantenimiento con 85, debido a que es se cuenta con un mayor número de actividades en dicha etapa. En segundo lugar, con el mayor número de interacciones se encuentra la etapa de preparación y construcción del sitio con 80 interacciones negativas, que, aunque sea una etapa de duración menor, es donde se concentra el mayor cambio al medio natural. En tercera instancia, en la etapa de cierre y Post-cierre se encontraron 10 interacciones negativas.

Cabe mencionar que en esta etapa del análisis de interacciones solo se identificaron el número de interacciones que se dan entre actividades propias que la extracción minera implica con componentes ambientales que no considera aun valoraciones de significancia, es decir solo identifica si es benéfica o adversa.

Tabla V.6 Número de interacciones por etapa del proyecto.

Etapas	Preparación y construcción del sitio	Operación y mantenimiento	Cierre y Post-cierre
Total de interacciones (-) por actividad	**80**	**85**	**10**
Total, de interacciones (+) por actividad	**17**	**18**	**11**

A continuación, se presenta una gráfica donde podemos observar el número de interacciones, tanto negativas como positivas, por etapa y por actividad sobre los componentes ambientales. Este tipo de análisis nos ayuda a entender la frecuencia de los impactos de las distintas actividades a lo largo del proyecto. Si bien es cierto, el número de interacciones no detona la magnitud del impacto al ambiente, sí propicia tener en perspectiva las actividades recurrentemente adversas.

Como se mencionó con anterioridad, el mayor número de interacciones negativas se concentra en las etapas de preparación y construcción (PyC) y de (OyM) operación y mantenimiento, siendo la actividad de desmonte y despalme (A.6) la que en mayor medida interactúa negativamente con los distintos componentes, seguido de la construcción de caminos de acceso (A.4) y la construcción de la presa de jales (A.12) debido a que estas actividades contemplan un cambio importante al sitio. Por su cuenta, la etapa de OyM la actividad que encabeza el mayor número de interacciones es la entrada y salida de vehículos y camiones de carga a mina (A.22), si bien, esta actividad no parece ser de gravedad, se considera que pudiera tener múltiples interacciones, sin embargo, debe tenerse en cuenta las limitaciones de la presenta metodología, la cual es un primer acercamiento al comportamiento impactante del proyecto y deberá fortalecerse con metodologías más minuciosas. En segundo lugar, tenemos la perforación y voladura (Tajo) (A.14) seguida de la disposición de jales en la presa (A.20) y el alojamiento y servicio al personal (A.28).

En contra parte, derivado de la matriz simple de interacciones, podemos identificar que sub factores (matriz ambiental) y componentes son mayormente afectados por la ejecución del proyecto. Como podemos ver en la siguiente tabla, el sub factor atmósfera es el que recibe un mayor número de interacciones negativas a lo largo del proyecto, seguida del sub factor humano, agua y fauna, en ese mismo orden. Por su cuenta, el sub factor humano es a su vez el que recibe el mayor número de interacciones positivas a lo largo del proyecto.

Tabla V.7 Número de interacciones (-/+) por sub factor ambiental.

Sub Factor	Total, de interacciones (-)	Total, de interacciones (+)
Suelo	34	4
Agua	28	3
Atmósfera	44	3
Flora	8	0
Fauna	24	0
Paisaje	8	1

Humano	29	35

Se observa que los componentes con mayor frecuencia de interacciones negativas son para ruido y vibraciones (C.10), esto derivado del uso de maquinaria y equipo a lo largo del proyecto, seguido de la calidad de aire (C.9) y de suelo (C.4). En cuanto a los componentes referentes al Sub-factor Humano tenemos la salud y seguridad ocupacional (C.25) con mayor frecuencia de interacciones negativas.

V.2. Caracterización de los impactos

V.2.1. Lista de chequeo descriptiva

Las listas de chequeo en su modalidad "descriptiva" son aquellas donde se describen los impactos en una serie de tablas con sus interacciones adversas o benéficas detectadas en los listados simples. Para el presente estudio se hace descripción solamente de las interacciones negativas, ya que son estas las que nos interesa entender a profundidad para poder atender el origen del impacto.

Usando un resumen de los resultados del chequeo simple, podemos describir de manera agrupada las afectaciones **negativas** tanto por Sub-factor, componentes ambientales y actividades involucradas. Este ejercicio, si bien es cierto, sigue siendo un acercamiento al entendimiento del impacto, empieza a ser más certero debido al amplio conocimiento, tanto del proyecto como de la zona en que se va a desarrollar, por lo cual nos ayuda a hacer una caracterización inicial que nos oriente al momento de poder dimensionar dichos impactos de manera cuantitativa.

A continuación, se muestra el listado descriptivo para los impactos:

Tabla V.8 Lista descriptiva de impactos negativos.

Sub-factor	CA	Etapa	Actividad Impactante	Descripción del impacto
Suelo	C.1	PyC	A.8	Durante los trabajos de construcción se deben realizar trabajos de cimentación para la instalación de infraestructura como planta de beneficio, talleres, oficinas, subestación, por mencionar algunos. Para estos trabajos se debe modificar el relieve dejando zonas con baja o nula inclinación. A su vez, se deben de realizar excavaciones profundas que modificaran la parte superficial de la estructura geológica, con la finalidad de realizar una cimentación adecuada. Este tipo de modificaciones no son consideradas de gran magnitud, debido a que la mayor parte de la superficie del proyecto presenta pendientes menores a 5°.
		OyM	A.14	La perforación y voladura durante la etapa de operación, es indudablemente la actividad que mayormente impacta a la estructura geológica, debido a que se fragmentará y se removerá el macizo rocoso. El tajo tiene una superficie de 232.713 ha y alcanzará una profundidad de aproximadamente 500 metros en su punto más bajo durante la vida útil del mismo. Aun cuando la superficie es reducida, el impacto es significativo sobre el componente ambiental. A nivel SAR no se encuentran impactos similares a la estructura geológica, como otros tajos o cortes de cerros, por lo cual, este tipo de impacto no es acumulativo y se considera un impacto residual, debido a que son pocas las acciones que se pueden proponer para revertir dicho impacto.
	C.2	PyC	A.3, A.4, A.7, A.8, A.12	El relieve natural del área del proyecto será levemente modificado por diferentes actividades durante la etapa de preparación y construcción, como la construcción de caminos, la conformación topográfica para la construcción de infraestructura, compactación y la construcción de la presa de jales. El cambio sobre este componente ambiental no es considerado de significancia alta debido a que la topografía de la zona no es accidentada, no existen elevaciones o precipitaciones del terreno considerables, ya que la mayor parte del área del proyecto presenta pendientes alrededor de los 5°.
		OyM	A.14, A.16, A.20	Durante la operación se contemplan actividades que provoquen cambios considerables en el relieve debido a que causen elevaciones o depresiones importantes en el área. La perforación y voladura es indudablemente la actividad que mayormente impacta el relieve, debido a que genera una depresión (tajo) con una superficie de 232.713 ha y alcanzará una profundidad de aproximadamente 500 metros en su punto más bajo durante la vida útil del mismo. Aun cuando la superficie es reducida, el impacto es significativo sobre el componente ambiental. A nivel SAR no se encuentran impactos similares sobre el relieve, como otros tajos o cortes de cerros, por lo cual, este tipo de impacto no es acumulativo y se considera un impacto residual, debido a que son pocas las acciones que se pueden proponer para revertir dicho impacto. Por otra parte, para el depósito del tepetate se contempla la construcción de dos tepetateras, la Norte y la Sur. La tepetatera Norte cuenta con una superficie de 230.970 y la tepetatera Sur presenta una superficie de 271.838 ha. La altura del banco para ambas tepetateras será de 20 metros con un ángulo de pendiente de 26.5°. Estas obras aportan condiciones irregulares al relieve, las cuales son consideradas como un impacto residual. Sin embargo, la superficie es reducida y no existes modificaciones similares en el SAR. A sí mismo, la deposición de jales en húmedos en la zona destinada como presa de jales también contempla el llenado de material de una superficie de 870.445 ha más las 125.430 ha del bordo iniciador dimensionado para almacenar 300 Mt de jales junto con el flujo entrante de diseño, y 3 m de borde libre, con lo cual, irremediablemente existirá un cambio en el relieve.
	C.3	PyC	A.3, A.4, A.6 A.7, A.8, A.12	La erosión natural en el SAR se presenta de manera ligera, lo que quiere decir que en la mayor parte de la superficie se pierden menos de 10 toneladas por hectárea por año debido a que es una zona desértica con precipitación media anual de 2010.6 mm. por lo cual, actividades durante la etapa de preparación y construcción que conlleven la remoción de vegetación y el movimiento de tierras pueden aseverar esta condición. Por lo anterior, es la actividad de desmonte es la que mayormente aporta a dicho fenómeno. No obstante, otras actividades como la rehabilitación y construcción de caminos, conformación topográfica, la construcción de la presa de jales dejan condiciones de desfavorables para la pérdida de suelo. Sin embargo, este aumento en la tasa de erosión puede ser atenuada con diferentes acciones antes, durante y posterior a la ejecución de las acciones impactantes.
		OyM	A.14, A.24	Durante la etapa de operación son pocas las acciones que aseveren la tasa de erosión natural debido a que ya la mayoría de las zonas estarán desprovistas de suelo o este habrá sido compactado o cubierto con infraestructura, existen acciones en la remoción de material que favorezca la pérdida de partículas por escorrentías, como es el mantenimiento de caminos en donde se vuelve a raspar y

Sub-factor	CA	Etapa	Actividad Impactante	Descripción del impacto
				desestabilizar de manera superficial el suelo, pero en muy baja magnitud.
	C.4	PyC	A.3, A.4, A.6 A.7, A.8, A.9, A.10, A.11, A.12	La pérdida de calidad del suelo puede ser por causa de contaminación, disminución en cantidad o cambio en su composición estructural o química. Durante la etapa de preparación y construcción se contemplan distintas acciones que pueden llegar a dichos atributos del suelo, principalmente el desmote y despalme, en donde se pierde una importante cantidad de suelo, no obstante, este puede ser recuperado y resguardado para fines de restauración ambiental. Las acciones de compactación por mantenimiento de caminos y cimentación de áreas de construcción afectan la estructura del suelo. Por último, en su mayor parte las actividades en esta etapa conllevan el uso de maquinaria y diferentes equipos de trabajo que pudieran presentar averías y provocar derrames de hidrocarburos sobre el suelo natural, esto de manera potencial. Derivado de las actividades de construcción de la planta de proceso y la infraestructura auxiliar necesaria para la operación del proyecto, como subestación eléctrica, talleres, almacenes, oficinas, área de campamento, etc. se desechan materiales que pueden contaminar el suelo si no se tiene un manejo y disposición adecuados, de estos materiales podemos mencionar pinturas, escorias de soldadura, aceites, grasas, plásticos, cartón, así como desechos de manejo especial y sólidos urbanos. Estos impactos son fácilmente mitigables con acciones concretas que ayuden a minimizar el riesgo de contaminación por medio de programas de adecuado manejo de residuos.
		OyM	A.16, A.19, A.20, A.23, A.26, A.27, A.28	Todas las actividades que conlleve el uso de maquinaria es potencialmente una fuente de contaminación del suelo por derrames de hidrocarburos derivado del mal estado de los equipos o fallas imprevistas. Por otra parte, los depósitos de jales húmedos en la presa de jales también generan un cambio en la condición natural del suelo, si bien es cierto, dicho desecho se depositará en condiciones de nula toxicidad, su composición específica y al ser depositados sobre suelo natural cubriendo al mismo, existe una alteración. El manejo de hidrocarburos, tanto en su traslado y almacenamiento siempre genera un riesgo potencial de derrames, por lo cual puede ser considerado como un punto de atención en el planteamiento de medidas que minimicen el riesgo. A su vez, los desechos sólidos urbanos generados por el personal durante la presente etapa pueden llegar a causar problemas de contaminación, no obstante, se contempla desde la planeación del proyecto la construcción de un relleno sanitario para mitigar este problema. Por lo anterior mencionado, el impacto al componente calidad del suelo no se considera de significancia bajo condiciones controladas de operación.
		CyPC	A.29	Durante la etapa de cierre y post cierre, la cual abarca los últimos 7 años de la vida útil del proyecto, se desmantelará la infraestructura para posteriormente ser retirada a la medida de lo posible del sitio, si esta actividad no se realiza correctamente pueden quedar residuos o infraestructura que se deteriore con el tiempo pudiendo generar fuentes de contaminación y pasivos ambientales.
Agua	C.6	PyC	A.4, A.6 A.7, A.8, A.10, A.11, A.12	La zona específica del proyecto, aun cuando es un área de baja pendiente, existen cauces importantes para la escorrentía superficial, llegando hasta el orden 5 en la boca del SAR. Dentro de los cauces que tendrá injerencia directamente el proyecto, tenemos la presencia de cauces federales los cuales suman un total de 29. Conforme a lo anterior, se solicitará el permiso pertinente a la CONAGUA, esto con la finalidad de dar cabal cumplimiento a las disposiciones normativas que las regulan, cabe mencionar que previo a cualquier trabajo de preparación del sitio o construcción para las obras se ingresara ante la CONAGUA. La afectación a dichos cauces se origina en la etapa de preparación y construcción por corte o bloqueo, derivado de las actividades de construcción de caminos, conformación topográfica, compactación y la construcción de la diferente infraestructura del proyecto. Esta afectación es considerada acumulativa para el SAR, ya que, este componente ha sido impactado principalmente por agricultura. Los impactos anteriormente mencionados, podrán ser minimizados mediante obras hidráulicas específicas que favorezcan la irrigación natural.
		OyM	A.14, A.16	Durante la etapa de operación y mantenimiento no existirán cambios considerables a las escorrentías superficiales ya que esto ocurre en la etapa posterior. Sin embargo, los cambios topográficos provocados por la conformación del tajo, la tepetatera y la presa de jales traerán consigo cambios en los escurrimientos, principalmente durante el periodo de lluvias. Dichos cambios son a nivel muy local y sin grandes implicaciones, por lo cual se pueden considerar de baja significancia.
	C.7	PyC	A.4, A.6 A.7, A.8, A.10, A.11	Cuando hablamos de cantidad, para el caso del presente proyecto, nos referimos a la disponibilidad del acuífero, debido a que dentro del proyecto no existen cuerpos de agua superficiales de consideración. La infiltración es el medio natural por el que se recargan los acuíferos, debido a esto, las actividades que disminuyan este proceso son consideradas negativas. Otro aspecto en tomar en cuenta es que el proyecto se encuentra sobre el acuífero Valle de Zaragoza, clave 0844, el cual se encuentra en déficit por lo cual debe estar sujeto a una extracción, explotación, uso y aprovechamiento controlados para lograr la sustentabilidad ambiental y prevenir la

Sub-factor	CA	Etapa	Actividad Impactante	Descripción del impacto
				sobreexplotación del acuífero. Debido a lo anterior, durante la preparación y construcción, inicialmente se verá mermada la capacidad de infiltración a raíz del desmonte y despalme, seguido de la compactación del terreno de las áreas y por último la cubierta de suelo natural por cimentación e instalación de infraestructura, todas estas acciones reducen la superficie permeable del terreno y por ende la infiltración natural. Este impacto puedo ser considerado grave si no se toman las medidas necesarias.
		OyM	A.16, A.22	Para la etapa de operación y mantenimiento, si bien se siguen teniendo los mismos criterios de impacto para la disponibilidad, como son la disminución de la permeabilidad del suelo por diferentes obras como la conformación de la tepetatera o la presa de jales. También debe tomarse en cuenta que durante esta etapa el proyecto tendrá un requerimiento de hasta 6,417,983 m^3 en la tercera fase. Dicha cantidad requerida puede ser cubierta sin necesidad de generar nuevos permisos de aprovechamiento de agua. Lo anterior ya está previsto desde el diseño del proyecto que contempla el uso de agua de laboreo de acuerdo a la Ley minera, artículo 19, fracción V, entre los derechos que confieren las concesiones minera: "*Aprovechar las aguas provenientes del laboreo de las minas para la exploración o explotación y beneficio de los minerales o sustancias que se obtengan y el uso doméstico del personal empleado en las mismas*"; el agua de laboreo del tajo podría suministrar aproximadamente 60 l/s (1,850,000 m^3), por lo que se espera que el sistema de desagüe del tajo satisfaga la demanda parcial del agua a lo largo de la vida útil del proyecto. También se cuenta con contratos de cesión de aprovechamientos subterráneos cercanos al área del proyecto por un volumen anual de 1,020,000 m^3. Por otro lado, se tiene el agua de contacto que asciende a un volumen anual de 1,639,800 m^3 anuales. Asimismo, se tiene una carta de intención de parte del municipio de Hidalgo del Parral para suministrar agua reciclada de la planta de tratamiento (6,500,000 m^3). Por lo que en total se tiene un volumen anual de agua disponible 11,000,000 m3 para las actividades mineras. Debido a lo anterior, se considera que el impacto a la disponibilidad considerando las acciones correctas no deberá ser de significancia alta.
	C.8	PyC	A.9, A.10, A.11, A.12	Para el caso del proyecto Cordero, al no existir cuerpos de agua superficiales, el cambio de calidad del agua se tendrá consideradas las subterráneas, que por diferentes acciones pudieran potencialmente cambiar los parámetros físico químicos de esta. Debido a lo anterior, de manera general para la etapa de preparación y construcción, el uso de maquinaria es potencialmente un factor de contaminación por posibles derrames de hidrocarburos por mal estado del equipo o fallas improvista, desde el mantenimiento y construcción de caminos, desmontes y despalmes, conformación topográfica y construcción en general. Por otra parte, durante la construcción de infraestructura se generan un gran número de residuos como pinturas, solventes, grasas, escorias de soldaduras, entre otro, que por mala disposición pueden tener contacto con suelo natural y después ser arrastrados e infiltrados a los mantos acuíferos. Es importante mencionar que el agua de contacto no saldrá del proyecto, por lo cual no se prevé una afectación directa al área de influencia o SAR.
		OyM	A.19, A.20, A.23, A.26, A.27, A.28	La afectación a la calidad del agua en la etapa de operación y mantenimiento es más en el ámbito especulativo, en escenarios donde pudieran ocurrir situaciones que pondrían en riesgo dicho componente. Este enfoque es necesario tenerlo en cuenta para poder tomar acciones o decisiones en un contexto preventivo y minimizar la probabilidad de accidentes que pudieran poner en riesgo al ambiente. Bajo este criterio, todas las actividades que contemplen el uso de maquinaria como lo es la conformación del tajo y el trasiego de materiales dentro de mina existe el riesgo de derrames al suelo natural que pudieran percolarse. Otro punto en tener en cuenta es el riesgo por almacenamiento de combustibles y sustancias peligrosas, mismas que pudieran verterse por mal estado de los tanques o sitios de almacenaje ya que el proyecto contempla el almacenaje de 8 tanques de 100 mil litros de Diesel y 100 mil litros de gasolina en sitio, así como los desechos generados por actividades de mantenimiento de equipos, maquinaria e infraestructura. Otro aspecto que pudiera tener repercusiones sobre la calidad del agua es el mal manejo de residuos sólidos urbanos, los cuales serán generados a partir de la operación de oficinas y campamentos. Este tipo de residuos puede generar focos de contaminación de suelo y agua. Este impacto puede ser significante si no se toman las medidas adecuadas.
		CyPC	A.29	Durante la etapa de cierre se desmantelará la infraestructura para posteriormente ser retirada del sitio, si esta actividad no se realiza correctamente pueden quedar residuos de manejo especial y de otros tipos en el sitio generando una fuente de contaminación y un pasivo que pudiera afectar la calidad del agua de pequeños embalses generados en el periodo de lluvias.
Atmósfera	C.9	PyC	A.3, A.4, A.6	El proyecto Cordero se encuentra en una zona con baja precipitación, por lo que presenta condiciones de aridez. Dichas condiciones

Sub-factor	CA	Etapa	Actividad Impactante	Descripción del impacto
			A.7, A.8, A.9, A.10, A.11, A.12	hacen que el SAR presente polvos suspendidos sobre todo en la temporada de estiaje y aumentado por las zonas agrícolas que se mantienen con suelo desnudo parte del año. Debido a lo anterior, durante la etapa de preparación y construcción, algunas actividades aseveran esta condición, principalmente el desmonte y despalme que genera suelos desnudos y movimiento de tierras, así como la conformación topográfica, construcción de caminos, y en general todas las actividades que conlleven el movimiento de tierras. Todas estas actividades anteriormente mencionadas son ejecutadas con distinto tipo de maquinaria pesada y de carga, que aporta contaminantes a la atmósfera por medio de la combustión interna, así como la suspensión de partículas por el tránsito por los caminos. Este tipo de impactos pueden ser difíciles de mitigar. No obstante, dentro del área de influencia del proyecto no existen comunidades importantes que pudieran verse afectadas, pero si hay pequeñas rancherías.
		OyM	A.14, A.15, A.16, A.17, A.19, A.20, A.22, A.24	Durante la etapa de operación y mantenimiento, seguirá el aumento de partículas suspendidas totales por la elaboración del tajo y el trasiego de materiales para la planta y para la conformación de la tepetatera. Por otra parte, en la planta de beneficio, en el proceso de trituración y molienda, se generan gran cantidad de polvos. Sumado al tránsito de vehículos y maquinaria y los residuos de los escapes de los mismos. Este tipo de impacto puede ser minimizado por medio de riegos y mantenimientos oportunos a los vehículos, sin embargo, no puede ser mitigado totalmente.
		CyPC	A.29, A.30	Durante la etapa de cierre se llevarán a cabo acciones de retiro de infraestructura, las cuales contemplan el uso de maquinaria, por lo cual los gases de combustión y polvos por movilidad no están exentos. Por otra parte, las actividades de conformación topográfica de tajo, tepetatera y presa de jales conllevan movimiento de tierra y material que provoca la suspensión de partículas. Este impacto es menor que en las etapas posteriores y podría considerarse de baja significancia por la ubicación del proyecto.
	C.10	PyC	A.3, A.4, A.5, A.6 A.7, A.8, A.9, A.10, A.11, A.12	Todas las actividades que conlleva esta etapa son fuente de ruido y vibraciones, principalmente por el uso de maquinaria para la conformación de caminos, desmontes, despalmes, conformación topográfica y la construcción de infraestructura en general, sin embargo, no se consideran de gran alcance y no se prevé una afectación a comunidades. Se tiene delimitado la modelación de la difusión del ruido acorde a los decibelios de las posibles actividades y fueron tomados en cuenta para la delimitación del área de influencia. Dentro de esta zona delimitada no se encuentran áreas ecológicamente sensibles que pudieran verse en riesgo por el ruido generado.
		OyM	A.14, A.15, A.16, A.17, A.19, A.22, A.24, A.25, A.28	En la etapa de operación también existen varias actividades que son fuente de ruido y vibraciones, sin embargo, la actividad de perforación y voladura para la creación del tajo se puede considerar la de mayor alcance a nivel del SAR, no obstante, este tipo de impacto se considera efímero ya que solo se presenta una vez al día y en un tiempo muy corto. Seguida de esta, la actividad de trituración propicia la propagación de fuertes ruidos. Por otra parte, las actividades que conllevan el trasiego de material también son fuente de ruido y vibraciones, pero en menor medida. Este tipo de impactos son complicados de atenuar, aun así, debido a que el proyecto no se encuentra cerca de grandes comunidades ni sitios ecológicos sensibles, se puede considerar que este impacto puede ser considerado de baja magnitud.
		CyPC	A.29, A.30	Durante la etapa de cierre se llevarán a cabo acciones de retiro de infraestructura, conformación topográfica de tajo, tepetatera y presa de jales las cuales contemplan el uso de maquinaria, por lo cual se generan ruidos y vibraciones. Este impacto es menor que en las etapas posteriores y podría considerarse de baja significancia por la ubicación del proyecto.
	C.11	OyM	A.17, A.19, A.22, A.25	El cambio de la iluminación puede ser considerado como un tipo de contaminación atmosférica, debido a que es a través de esta que se disipa la luz. Sin embargo, el impacto de esta va más enfocado a las alteraciones a especies crepusculares o nocturnas, ya que puede causar alteración a las dinámicas de las mismas. Por lo anterior, las actividades que puedan llevarse a cabo las 24 horas son consideradas en este tipo de impactos, como son la planta de beneficio, trituración, el tránsito de camiones y los talleres de mantenimiento.
Flora	C.12	PyC	A.6	La composición florística del SAR considera a 194 especies de plantas vasculares, pertenecientes a 45 familias y 134 géneros, entre las que destacan las familias Asteraceae, Poaceae, Fabaceae y Cactaceae. De todas estas especies presentes ninguna restringe su distribución al SAR, ya que sus distribuciones son amplias en la región, por lo cual, si bien existirá una afectación en el número de individuos de las poblaciones, estas no se ven en riesgo por dicha disminución. Es de considerar que todas estas especies forman parte de la vegetación clasificada como pastizal natural la cual se encuentra ampliamente distribuido en dicha región de Chihuahua.
		OyM	A.22, A.28	Para la etapa de operación y mantenimiento existirán pocos impactos a la biodiversidad de flora, sin embargo, debemos tener en cuenta

<table>
<tr><th>Sub-factor</th><th>CA</th><th>Etapa</th><th>Actividad Impactante</th><th>Descripción del impacto</th></tr>
<tr><td rowspan="4"></td><td></td><td></td><td></td><td>los impactos potenciales que pudieran presentarse a raíz de la presencia antropogénica en la zona, un problema común que impacta la diversidad es el saqueo de especies carismáticas, ya que es una práctica común el extraer plantas del medio silvestre, principalmente cactáceas, para ser usadas como ornato, aunque esto es improbable y con un impacto muy bajo debe de ser tomado en cuenta para su prevención.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">C.13</td><td>PyC</td><td>A.6</td><td>El desmonte es la principal fuente de pérdida de cobertura vegetal durante la etapa de preparación y construcción. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la superficie requerida para el proyecto es de 2,273.078 hectáreas (8% del total de SAR) de las cuales un total de 229.902 hectáreas corresponden a áreas desprovistas de vegetación, las cuales corresponden a áreas agrícolas de riego, áreas agrícolas de temporal, y caminos principales existentes.
Por otra parte, los tipos de vegetación a afectar son considerados vegetación abierta, por lo cual la cobertura no es continua. Dentro de los tipos de vegetación más representativos se encuentran: la vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural con 73.6%; seguida por vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo con 6.5% y; pastizal natural con 6.3%. Estas cifras nos ayudan a dimensionar la magnitud del impacto.</td></tr>
<tr><td>OyM</td><td>A.22</td><td>Aun cuando no es un impacto directo, la generación de polvos por el tránsito en los caminos principales de acceso son comúnmente causa de afectación a la vegetación aledaña a los mismos. Sin embargo, este no deja de ser un impacto potencial. Este tipo de afectaciones pueden ser mitigadas a corto plazo con las medidas correctas.</td></tr>
<tr><td>C.14</td><td>PyC</td><td>A.6</td><td>Dentro del área a desmontar se cuenta con 13 especies de cactáceas enlistadas en la CITES, y una en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La especie normada que se detectó en el SAR es la Coryphantha poselgeriana (Dietr.) Britt. & Rosev con el nombre común Biznaga partida, misma que está catalogada como amenazada endémica.
<table>
<tr><th>No.</th><th>Familia</th><th>Nombre científico</th><th>Nombre común</th><th>Forma biológica</th><th>Estatus (NOM-059-SEMARNAT-2010)</th><th>CITES</th><th>IVI</th></tr>
<tr><td>1</td><td rowspan="13">CACTACEAE</td><td>Coryphantha cornifera (De Candolle) Lemaire</td><td>Biznaga de cuernos</td><td>Arbusto suculento</td><td></td><td>AP II</td><td>0.50</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Coryphantha poselgeriana (Dietr.) Britt. & Rose</td><td>Biznaga partida de Poselger</td><td>Arbusto suculento</td><td>A endémica</td><td>AP II</td><td>0.52</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Coryphanta robustispina (Schott ex Engelmann) Britton & Rose</td><td>Biznaga robusta</td><td>Arbusto suculento</td><td></td><td>AP II</td><td>0.09</td></tr>
<tr><td>4</td><td>Cylindropuntia imbricata (Haw.) F.M. Knuth</td><td>Cardenche</td><td>Arbusto suculento</td><td></td><td>AP II</td><td>0.16</td></tr>
<tr><td>5</td><td>Cylindropuntia kleiniae (DC.) F.M. Kunth</td><td>Tasajo</td><td>Arbusto suculento</td><td></td><td>AP II</td><td>0.08</td></tr>
<tr><td>6</td><td>Echinocactus horizonthalonius Lemaire</td><td>Biznaga meloncillo, manca mula, manca caballo</td><td>Arbusto suculento</td><td></td><td>AP II</td><td>0.62</td></tr>
<tr><td>7</td><td>Echinocerus dasyacanthus Engelmann</td><td>Biznaga arco iris, huevos de toro</td><td>Arbusto suculento</td><td></td><td>AP II</td><td>0.03</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Echinocereus pectinatus (Scheidw.) Engelm.</td><td>Huevos de toro</td><td>Arbusto suculento</td><td></td><td>AP II</td><td>0.14</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Mammillaria heyderi Muhlenpfordt</td><td>Biznaga, chilitos</td><td>Arbusto suculento</td><td></td><td>AP II</td><td>0.21</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Opuntia engelmannii Salm-Dyck ex Engelmann</td><td>Nopal tuna morada</td><td>Arbusto suculento</td><td></td><td>AP II</td><td>1.81</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Opuntia macrocentra Engelmann</td><td>Nopal violáceo</td><td>Arbusto suculento</td><td></td><td>AP II</td><td>0.15</td></tr>
<tr><td>12</td><td>Opuntia phaeacantha Engelm.</td><td>Nopal rastrero</td><td>Arbusto suculento</td><td></td><td>AP II</td><td>0.07</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Opuntia robusta H.L. Wendl. ex Pfeiff.</td><td>Nopal tapón</td><td>Arbusto suculento</td><td></td><td>AP II</td><td>0.66</td></tr>
</table>
El rango del Índice de Valor de Importancia (IVI) para el estrato arbustivo, en el cual se encuentran las especies enlistadas va de 0.01 a 17.70, por lo cual, los valores de importancia para las especies en algún estatus de protección son relativamente bajos, los que indica que no son especies que se encuentran en muy baja densidad dentro del SAR.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>Sub-factor</th><th>CA</th><th>Etapa</th><th>Actividad Impactante</th><th>Descripción del impacto</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>Por lo anterior, podemos considerar que, aunque existan diversas especies en algún estatus de protección principalmente por la CITES, por sus valores de importancia podemos considerar que pueden ser rescatadas minimizando así la magnitud del impacto.</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>OyM</td><td>A.22, A.28</td><td>Para la etapa de operación y mantenimiento existirán pocos impactos a la biodiversidad de flora, sin embargo, debemos tener en cuenta los impactos potenciales que pudieran presentarse a raíz de la presencia antropogénica en la zona, un problema común que impacta la diversidad es el saqueo de especies carismáticas, ya que es una práctica común el extraer plantas del medio silvestre, principalmente cactáceas, para ser usadas como ornato, aunque esto es improbable y con un impacto muy bajo debe de ser tomado en cuenta para su prevención.</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Fauna</td><td>C.15</td><td>PyC</td><td>A.4, A.6, A.12</td><td>Dentro del SAR se registraron 63 especies de fauna silvestre, con un arreglo taxonómico en donde predomina la clase de las aves con 42 especies, enseguida está la clase de mamíferos con 15 especies, y los reptiles con 6 especies, por lo cual no se descarta su presencia dentro del área del proyecto, debido a la movilidad característica de la fauna.
La intervención antropogénica en la etapa de preparación y construcción es potencial de afectación directa a la fauna pudiendo mermar individuos de las poblaciones locales.
De las principales afectaciones se encuentra la actividad de desmoste y despalme donde la intervención directa a la zona puede destruir madrigueras, nidos y animales que no logren huir antes de dicha actividad. Sumado a lo anterior, el movimiento de tierras en la conformación del bordo de contención de la presa de jales también puede tener afectaciones directas sobre la fauna, sobre todo la de lento desplazamiento como reptiles y pequeños mamíferos.</td></tr>
<tr><td></td><td>OyM</td><td>A.15, A.22, A.24, A.28</td><td>La principal fuente de afectación de la fauna durante la operación es derivada del tráfico de camiones y vehículos, los cuales pueden atropellar o colisionar con fauna silvestre.</td></tr>
<tr><td>C.16</td><td>PyC</td><td>A.6</td><td>La dinámica de la fauna puede ser alterada debido a la perturbación de su hábitat, por lo tanto, ruidos y movimiento de maquinaria pueden cambiar los patrones de comportamiento de diferentes especies. Sin embargo, el desmonte se considera como la actividad que impacte mayormente este componente, debido a que el cambio en la cobertura vegetal modifica áreas de descanso, anidación, alimentación y tránsito de la fauna local ya que se considera la remoción de 2,043.176 hectáreas.</td></tr>
<tr><td></td><td>OyM</td><td>A.14</td><td>La dinámica de la fauna pude ser alterada debido a la perturbación de su hábitat, por lo tanto, ruidos y movimiento de maquinaria pueden cambiar los patrones de comportamiento de diferentes especies sobre todo de aves. Sin embargo, la voladura es una de las actividades que generan mayor alcance en cuestión de ruido y vibraciones provocando alteración de la fauna local. Es de considerar que esta actividad es fugaz y de baja periodicidad.</td></tr>
<tr><td>C.17</td><td>PyC</td><td>A.4, A.5, A.6, A.12</td><td>Las actividades que reduzcan la disponibilidad de hábitat de la especie de fauna, tal es el caso del desmonte, el cual considera 2,043.176 hectáreas, son consideradas fuentes de alteración, así como las obras que corten o interfieran con la movilidad de la fauna silvestre como es el caso del cercado perimetral del proyecto. Es de considerar que el sitio del proyecto no se encuentra sobre corredores biológicos regionales, y se ha definido que la fauna se encuentra distribuida de una manera más homogénea dentro del SAR.</td></tr>
<tr><td>C.18</td><td>PyC</td><td>A.4, A.6</td><td>En general, se detectaron cinco (5) especies consideradas en algunas de las categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2010. De la CITES, sólo se encontraron ocho (8) especies listadas en el apéndice II:
<table>
<tr><th>No.</th><th>Clase</th><th>Familia</th><th>Nombre técnico</th><th>Nombre común</th><th>NOM-059-SEMARNAT-2010</th><th>CITES</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Mamíferos</td><td>Mustelidae</td><td>Taxidea taxus berlandieri Baird</td><td>Tejón, tlacoyote</td><td>A</td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Mamíferos</td><td>Felidae</td><td>Lynx rufus (Schreber)</td><td>Gato montés</td><td></td><td>Apéndice</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>Sub-factor</th><th>CA</th><th>Etapa</th><th>Actividad Impactante</th><th>Descripción del impacto</th></tr>
<tr><td rowspan="14"></td><td rowspan="13"></td><td rowspan="12"></td><td rowspan="12"></td><td>
<table>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>II</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Mamíferos</td><td>Felidae</td><td>Puma concolor (Linnaeus)</td><td>Puma, león de la montaña</td><td></td><td>Apéndice II</td></tr>
<tr><td>4</td><td>Aves</td><td>Accipitridae</td><td>Buteo jamaicensis (J.F. Gmelin)</td><td>Gavilán cola roja</td><td></td><td>Apéndice II</td></tr>
<tr><td>5</td><td>Aves</td><td>Accipitridae</td><td>Buteo swainsoni Bonaparte</td><td>Halcón de pecho blanco, halcón chapulinero</td><td>Pr</td><td>Apéndice II</td></tr>
<tr><td>6</td><td>Aves</td><td>Falconidae</td><td>Falco sparverius sparverius Linnaeus</td><td>Cernícalo, gavilancillo</td><td></td><td>Apéndice II</td></tr>
<tr><td>7</td><td>Aves</td><td>Strigidae</td><td>Asio flammeus (Pontoppidan)</td><td>Búho de orejas cortas, short eared owl</td><td></td><td>Apéndice II</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Aves</td><td>Strigidae</td><td>Megascops kennicottii (Elliot)</td><td>Tecolotillo gritón del oeste, tecolote occidental, western screech owl</td><td></td><td>Apéndice II</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Aves</td><td>Tytonidae</td><td>Tyto alba (Scopoli)</td><td>Lechuza blanca, Lechuza de campanario, tito, barn owl</td><td></td><td>Apéndice II</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Reptiles</td><td>Kinosternidae</td><td>Kinosternon hirtipes murrayi Glass y Hartweg</td><td>Tortuga casquito del Conchos, tortuga mexicana del fango, tortuga pedorra</td><td>Pr</td><td></td></tr>
<tr><td>11</td><td>Reptiles</td><td>Viperidae</td><td>Crotalus atrox Baird y Girard</td><td>Víbora de cascabel de diamantes</td><td>Pr</td><td></td></tr>
<tr><td>12</td><td>Reptiles</td><td>Viperidae</td><td>Crotalus molossus Baird y Girard</td><td>Víbora de cascabel de cola negra</td><td>Pr</td><td></td></tr>
</table>
La afectación a individuos de fauna protegida puede ser ocasionada por muerte accidental o por destrucción de sitios de alimentación y descanso que disminuyan su capacidad de sobrevivencia durante la actividad de desmonte y despalme principalmente.
</td></tr>
<tr><td>OyM</td><td>A.22, A.28</td><td>Para la etapa de operación y mantenimiento los riesgos a la fauna disminuyen considerablemente, y en este mismo sentido la afectación a especies de fauna en algún estatus de protección. Tomando en cuenta el listado de especies dado en el punto anterior, se puede inferir que la afectación a individuos proviene tanto por muerte por colisión o atropellamiento, principalmente del grupo de los mamíferos y reptiles.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">C.19</td><td>PyC</td><td>A.10, A.11</td><td>La construcción en general puede generar residuos de manejo especial por los sobrantes de los materiales de construcción, pero también puede generar residuos sólidos urbanos derivado de los trabajadores, la incorrecta disposición de este tipo de residuos genera la aparición de fauna ajena al sitio, como moscas, ratas, gatos, perros u otros animales que su presencia puede ser nociva para el ecosistema.</td></tr>
<tr><td>OyM</td><td>A.28</td><td>Durante la etapa de operación se contará con un campamento para los empleados el cual contemplará área de comedor. Estas actividades representan una generación importante de RSU que su incorrecta disposición de este tipo de residuos genera la aparición de fauna ajena al sitio, como moscas, ratas, gatos, perros u otros animales que su presencia puede ser nociva para el ecosistema.</td></tr>
<tr><td>Paisaje</td><td>C.20</td><td>PyC</td><td>A.5, A.6,</td><td>El paisaje es modificado esencialmente por la remoción de elementos naturales o en contra parte por la adición de elementos</td></tr>
</table>

Sub-factor	CA	Etapa	Actividad Impactante	Descripción del impacto
			A.10, A.11, A.12	antropogénicos al entorno. En este sentido, la remoción de la vegetación, el cercado del área del proyecto, la construcción de la presa de jales y de la infraestructura en general, modifican el paisaje natural de la zona. Sin embargo, es importante mencionar que el sitio elegido para la ejecución del proyecto no cuenta con elementos naturales de belleza escénica que puedan ser usados como sitios de recreación, ya que no existen cuerpos de agua, zonas con vegetación abundante o estructuras geológicas atractivas. Por otra parte, dentro del SAR no se encuentran comunidades que puedan percibir el cambio de paisaje como una afectación a su entorno, ni existen caminos o carreteras importantes de comunicación que exponga a diferentes observadores al impacto. Si bien es cierto, este tipo de impactos son complicados de mitigar, pueden ser minimizados en la etapa de cierre.
		OyM	A.14, A.16, A.20	Durante la etapa de operación ya existirán el mayor impacto al paisaje causados en la etapa de preparación y construcción, por lo que las actividades que suman a esta alteración son principalmente la elaboración del tajo y la conformación de la tepetatera. Adicionalmente, los polvos generados también pueden mermar la calidad visual del área. No obstante, tomando en cuenta el punto anterior, dichos cambios no son percibidos por comunidades ni observadores ocasionales, por lo cual no se considera un impacto de gran magnitud.
Humano	C.23	CyPC	A.28	El proyecto contempla la generación de 995 empleos directos y considerando cifras de CAMIMEX, se llegaría un estimado de 3,980 empleos indirectos. Tales empleos se perderán al cierre del proyecto.
	C.24	OyM	A.13, A.17, A.18, A.20, A.22, A.23	Aunque dentro del SAR no existen comunidades, si se pueden encontrar rancherías que quedarán cercanas al proyecto. Dichas rancherías no albergan más de diez personas. Aun así, se considera el riesgo potencial debido a alguna situación extraordinaria que se presentará por el manejo y almacenamiento de combustible, cianuro, contaminación por polvos o agua. Por otra parte, el aumento del tráfico de camiones por caminos compartidos puede provocar accidentes.
	C.25	PyC	A.7, A.9, A.10, A.11	El riesgo de que el personal que ejecute las obras sufra accidentes durante los trabajos es siempre alto si no se toman las medidas adecuadas. Si bien es cierto solo se mencionan algunas de las actividades que tienen un mayor riesgo, es importante considerar cada una de ellas como potencial de riesgo.
		OyM	A.13, A.14, A.17, A.18, A.19, A.23, A.25, A.26	El riesgo de que el personal que ejecute las obras sufra accidentes durante los trabajos es siempre alto si no se toman las medidas adecuadas. Si bien es cierto solo se mencionan algunas de las actividades que tienen un mayor riesgo, es importante considerar cada una de ellas como potencial de riesgo.
		CyPC	A.29, A.30	El riesgo de que el personal que ejecute las obras sufra accidentes durante los trabajos es siempre alto si no se toman las medidas adecuadas. Si bien es cierto solo se mencionan algunas de las actividades que tienen un mayor riesgo, es importante considerar cada una de ellas como potencial de riesgo.
	C.26	OyM	A.13, A.17, A.18, A.20, A.22, A.23, A.25	El riesgo ambiental es derivado de actividades que pudieran potencialmente causar un desequilibrio ambiental en el SAR, derivado del error humano o de situaciones extraordinarias que pudiera cuásar este riesgo. Al contemplar el uso de explosivos, almacenaje de hidrocarburos en gran volumen y uso y almacenaje de cianuro, esta situación no se puede descartar.
		CyPC	A.30	Un incorrecto cierre de mina puede provocar dejar en el sitio infraestructura o condiciones topográficas que causen un riesgo al ambiente, siendo estas consideradas como un pasivo ambiental. Por otra parte, los jales mineros deben de ser evaluados para que no generen un riesgo al ambiente a largo plazo.

CA= Componente Ambiental, PyC= Preparación y Construcción, OyM= Operación y Mantenimiento, CyPC= Cierre y Post Cierre

V.3. Valoración de los impactos.

V.3.1. Indicadores de impacto y de cambio climático.

Indicadores de impacto ambiental

De acuerdo con la guía se sugiere que se considere a los indicadores como índices cuantitativos o cualitativos que permitan evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia del establecimiento de un proyecto o del desarrollo de una actividad. En este sentido, y acorde a la naturaleza del proyecto se han elegido diversos indicadores para los potenciales impactos detectados con el desarrollo del proyecto. Dichos indicadores pueden estar siendo medidos y tomados en cuenta para verificar si los impactos detectados con significancia muy baja o baja se mantengan en dichos rangos o a su vez, detectar si hay impactos que se agravan con el tiempo y deban ser reevaluados e implementar medidas adecuadas para reducirlos.

A continuación, se presenta una tabla con los indicadores propuestos por impacto detectado:

Tabla V.9 Indicadores de impacto ambiental.

SUB-FACTOR	CLAVE	COMPONENTE AMBIENTAL	INDICADOR DE IMPACTO
Suelo	C.1	Estructura geológica	Superficie de terreno (ha) que sufre un cambio en la estructura geológica
	C.2	Relieve	Superficie de terreno (ha) que sufre un cambio de relieve
	C.3	Erosión	Cantidad de suelo perdido por erosión (ton*ha*año)
	C.4	Calidad del suelo	afectación de la calidad del suelo mediante el aumento de las concentraciones de los metales usando de referencia las limites permisibles establecidos en la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, y también por la contaminación de hidrocarburos usando de referencia los límites permisibles de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.
Agua	C.6	Escorrentías superficiales	Longitud de escorrentías (m) que sufre un cambio
	C.7	Disponibilidad	Variación del Nivel friático del acuífero. Balance hídrico. Periodo de permanencia del agua superficial en los arroyos
	C.8	Calidad del agua	Análisis comparativo de la calidad del agua con relación a los valores conforme la NOM-127-SSA1-2021
Atmósfera	C.9	Calidad del aire	Análisis comparativo de las contracciones de los contaminantes conforme a las NOM-021-SSA1-2021, NOM-022-SSA1-2019, NOM-023-SSA1-2021 y con relación a las partículas suspendidas establecidas en la NOM-025-SSA1-2021.
	C.10	Ruido y vibraciones	Monitoreo de los niveles de ruido con referencia a los parámetros establecidos en la NOM--081-SEMARNAT-1994.
	C.11	Contaminación lumínica	Número de actividades nocturnas
Flora	C.12	Diversidad de flora	Número de especies de flora afectadas dentro del ecosistema o SAR
	C.13	Cobertura	Superficie de terreno (ha) desmontado
	C.14	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	Número de especies afectadas con relación a las especies protegidas y de interés biológico listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o la CITES

Fauna	C.15	Diversidad de fauna	Número de especies presentes en el Área del Proyecto susceptibles de afectación
	C.16	Dinámicas poblacionales	Variación de los índices de diversidad de fauna después de ejecutar el proyecto.
	C.17	Hábitat y corredores biológicos	Superficie de terreno (ha) desmontado
	C.18	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	Número de especies afectadas con relaciona al número de especies protegidas y de interés biológico listadas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la CITES
	C.19	Propagación de fauna nociva	Número de sitios y/o número o densidad de especies de fauna nociva detectadas en el área del proyecto.
Paisaje	C.20	Vista escénica	Superficie perceptible modificada (ha) mediante el desmonte y el establecimiento de infraestructura y obras
Humano	C.23	Empleo y actividades económicas	Número de empleos generados/perdidos con el desarrollo del proyecto
	C.24	Salud y seguridad de la población	Número incidencias causadas directamente por las actividades del proyecto por año considerando las condiciones base de la situación previa al inicio del proyecto.
	C.25	Salud y seguridad ocupacional	Número de accidentes por año
	C.26	Riesgo ambiental	Número de obras/actividades que supone un riesgo potencial alto al ambiente.

Indicador de cambio climático

La generación de gases de efecto invernadero, tal como el CO2, es inherente a las actividades económicas y humanas, por lo cual, el poder llevar un control de la cantidad de CO2 que conlleva el proyecto durante todas sus etapas y sobre todo durante la operación, es un indicador que puede ser comparado con otros proyectos de la misma índole o con el mismo durante el tiempo para generar estrategias de disminución de este gas de efecto invernadero.

La promovente realizó un Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero con el propósito de estimar las emisiones que se producirán durante la vida útil del proyecto y realizaron para todas etapas del Proyecto Cordero. Este inventario fue realizado con base en las guías del Panel Internacional de Cambio Climático (IPCC, 2016 y 2019) y de la Corporación Financiera Internacional (IFC, 2012). Los cálculos fueron realizados para las emisiones alcance 1 -emisiones directas de las instalaciones y alcance 2- emisiones indirectas asociadas con la producción externa de energía utilizada por el proyecto (GHG Inventario de emisiones).

Por lo anterior, como indicador se cuenta con un valor de línea base de Toneladas de CO2, y un estimado para cada año durante el desarrollo del Proyecto, así como su acumulado. Mediante este diagnóstico se desprenden una serie de acciones sugeridas en el documento de inventario de emisiones gases de efecto invernadero para reducir sus emisiones. Con base a ello, se plantea como una mediada de mitigación en el capítulo VI.

Dadas las sugerencias sobre las medidas de mitigación a implementar, que l principal objeto es reducir las emisiones de CO_2, entre las que se destacan uso de diésel con mezclas de biodiesel (10%), uso de energía renovable y uso de equipo de acarreo de alta tecnología con consumo eficiente de combustibles (reducción de 2 a 3% de combustible y subsecuentes emisiones comparado con motores de generación anterior). Este documento se incluye en el anexo correspondiente.

Aunque el indicador en general consiste en reducir las emisiones de Toneladas de CO2 durante la vida útil del proyecto, para ello se plantean las siguientes medidas de mitigación específicas, mimas que son detallan en el documento (GHG Inventario de emisiones)

1. Emisiones estándar de motores a Diesel no móviles. Requerir que la flota de construcción y minería cumpla con los estándares de emisiones vehiculares más estrictos disponibles

2. Inspección y mantenimiento regular de equipos diésel no viales para reducir el consumo de combustible y las emisiones de GEI asociadas.

3. Uso de combustibles, aditivos, catalizadores y oxidantes bajos en carbono comercialmente disponibles para aumentar la eficiencia de combustión de los motores diésel.

4. Uso de energía renovable para disminuir las emisiones de GEI. Se sugiere un análisis para evaluar el potencial uso de energías renovables (como la energía eólica o solar) para la generación de energía en el sitio.

5. Limitar el ralentí del vehículo y equipo mediante la implementación de un procedimiento escrito anti-ralentí para minimizar el ralentí innecesario y las emisiones asociadas.

El ralentí se refiere al funcionamiento del motor de un vehículo o equipo mientras está en punto muerto y no está moviendo. Durante el ralentí, el motor sigue funcionando para mantener los sistemas eléctricos y mecánicos del vehículo o equipo en funcionamiento, lo que puede consumir combustible y generar emisiones de gases de escape, incluidos los gases de efecto invernadero (GEI). Limitar el ralentí innecesario es una medida recomendada para reducir las emisiones de GEI asociadas con la operación de vehículos y equipos.

V.3.2. Obtención del Valor de la Importancia del impacto

Con la aplicación de la metodología para la evaluación de los impactos ambientales que serán ocasionados por el desarrollo del Proyecto, se estima su dimensión, determinando las afectaciones y modificaciones que presentarán sobre los factores y componentes ambientales mediante el análisis y valoración de atributos conforme el método de Conesa Fernández-Vitora (1995, 2010). De acuerdo a éste (http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/coah/estudios/2002/05CO2002E0017.html), el impacto que la actividad produce sobre un componente, es función de la cantidad de factor alterado (MAGNITUD del factor) y del grado de manifestación de variables tales como la intensidad de la acción, la extensión, la persistencia y la reversibilidad, que se han conjugado por medio de la IMPORTANCIA. El valor del impacto ambiental (acotado entre cero y uno), es por tanto una función de la Magnitud y de la Importancia, y se obtienen mediante la siguiente relación Conesa Fernández-Vitora (1995):

$$Vij = (Iij \times M^2ij)^{1/3}$$

Donde:

V = Valor del impacto

I = Importancia

M = Magnitud

Conesa Fernández-Vitora (1995) hacen notar que Vij, adopta el mismo signo que el del valor de importancia, esto es, si el impacto es adverso (-) o benéfico (+).

En el método para determinar la importancia de los impactos, según Conesa Fernández-Vitora (1995, 2010), se evalúan por once atributos: [i] Naturaleza del Impacto (benéfico o adverso); [ii] Intensidad del Impacto (grado de afectación del factor); [iii] Extensión del Impacto (área de influencia del impacto); [iv] Momento (plazo de la manifestación del impacto); [v] Persistencia (permanencia del efecto); [vi] Reversibilidad (reconstrucción por medios naturales); [vii] Sinergia (potenciación de la manifestación); [viii] Acumulación (incremento progresivo de impactos); [ix] Efecto (relación causa – efecto); y [x] Periodicidad (regularidad de la manifestación); y [xi] Recuperabilidad (reconstrucción por medios antropógenos).

El valor de la Importancia del impacto se obtiene a partir de la siguiente relación (Conesa Fernández-Vitora, 1995, 2010), de donde el valor de la Importancia adquiere valores entre 0.13 y 1.0:

$$\mathbf{I = \pm [3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]/100}$$

Donde:

IN = Intensidad (grado de alteración)

EX = Extensión (área de influencia del impacto)

MO = Momento (plazo de manifestación)

PE = Persistencia (permanencia del efecto)

RV = Reversibilidad (reconstrucción por medios naturales)

SI = Sinergia (potencialidad de la manifestación)

AC = Acumulación (incremento progresivo)

EF = Efecto (relación causa – efecto)

PR = Periodicidad (regularidad de la manifestación)

MC = Recuperabilidad (reconstrucción por medios humanos)

Cada uno de los atributos tiene su propia escala de asignación de valores, de acuerdo con las relaciones que se muestran en la siguiente Tabla (tomada de Conesa Fernández-Vitora, 1995, 2010).

Tabla V.10 Clasificación de valores asignados por atributo para la determinación de la importancia del impacto (tomado de Conesa Fernández Vitora, 2010).

NATURALEZA -Impacto beneficioso + -Impacto perjudicial -	**INTENSIDAD (IN)** (Grado de Destrucción) * -Baja o mínima 1 -Media 2 -Alta 4 -Muy alta 8 -Total (1) 12
EXTENSIÓN (EX) (Área de influencia) -Puntual 1 -Parcial 2 -Amplio o Extenso 4 -Total 8 -Crítico (+4)	**MOMENTO (MO)** (Plazo de manifestación) -Largo plazo 1 -Medio plazo 2 -Corto Plazo 3 -Inmediato 4 -Crítico (+4)
PERSISTENCIA (PE) (Permanencia del efecto) -Fugaz o Efímero 1 -Momentáneo 1 -Temporal o Transitorio 2 -Pertinaz o Persistente 3 -Permanente y Constante 4	**REVERSIBILIDAD (RV)** (Reconstrucción por medios naturales) -Corto Plazo 1 -Medio Plazo 2 -Largo Plazo 3 -Irreversible 4
SINERGIA (SI) (Potenciación de la manifestación) ** -Sin sinergismo o Simple 1 -Sinergismo moderado 2 -Muy sinérgico 4	**ACUMULACIÓN (AC)** (Incremento progresivo) -Simple 1 -Acumulativo 4
EFECTO (EF) (Relación causa-efecto) -Indirecto o Secundario 1 -Directo o Primario 4	**PERIOCIDAD (PR)** (Regularidad de la manifestación) -Irregular (Aperiódico y Esporádico) *** (1) 1 -Periódico o de Regularidad Intermitente 2 -Continuo 4
RECUPERABILIDAD (MC) (Reconstrucción por medios humanos) -Recuperable de manera inmediata 1 -Recuperable a corto plazo 2 -Recuperable a medio plazo 3 -Recuperable a largo plazo 4 -Mitigable, sustituible y compensable 4 -Irrecuperable 8	

A continuación, se presentan los criterios para la categorización de cada uno de los atributos considerados para la determinación de Importancia. Los criterios han sido desarrollados tomando en cuenta las áreas de interés del Proyecto y la vida útil del mismo.

Tabla V.11 Naturaleza.

Positivo	Negativo
+	-
El impacto es beneficioso para los factores ambientales o socioeconómicos	El impacto es perjudicial para los factores ambientales o socioeconómicos

Tabla V.12 Intensidad (I).

Tipo de indicadores abióticos y de paisaje	Baja o mínima	Media	Alta	Muy Alta	Total

	1	2	4	8	12
Porcentaje de cambio en relación a la condición actual	<25%	>25% y <50%	> 50% y < 75%	>75 y <100%	>100%

Tabla V.13 Extensión (Ex).

Atributo	Puntual	Parcial	Amplio o Extenso	Total	Crítico
Extensión	1	2	4	8	12
Ambiental	El impacto se manifiesta dentro del área ocupada por un solo componente del Proyecto	El impacto se manifiesta hasta en toda el Área del Proyecto (AP)	El impacto se manifiesta fuera del Área del Proyecto (AP) pero dentro del Polígono Envolvente Ambiental (PEA)	El impacto se manifiesta fuera del PEA y hasta en toda el Área de Influencia (AI)	El impacto se manifiesta fuera del Área de Influencia (AI) y hasta en todo el Sistema Ambiental Regional (SAR)
Social	No Aplica	No Aplica	El impacto se manifiesta en una o algunas de las comunidades identificadas en el Área de Influencia (AI)	El impacto se manifiesta en todas las comunidades identificadas en el Área de Influencia (AI)	El impacto se manifiesta en todas las comunidades dentro del SAR

Tabla V.14 Momento (Plazo de Manifestación) (Mo).

Largo Plazo	Medio Plazo	Corto Plazo	Inmediato	Crítico
1	2	3	4	8
El impacto se manifiesta después de 20 años de efectuada la actividad	El impacto se manifiesta entre 4 y 20 años de efectuada la actividad	El impacto se manifiesta entre 1 y 4 años de efectuada la actividad	El impacto se manifiesta en menos de 1 año de ejecutada la actividad	El impacto se manifiesta en un momento en el cual el factor ambiental es relativamente más vulnerable

Tabla V.15 Persistencia (Permanencia del Efecto) (Pe).

Permanente	Persistente	Transitorio	Momentáneo
4	3	2	1
El impacto persiste por más de 20 años de efectuada la actividad	El impacto persiste entre 4 y 20 años de efectuada la actividad	El impacto persiste entre 1 y 4 años de efectuada la actividad	El impacto persiste por menos de 1 año

Tabla V.16 Reversibilidad (Reconstrucción por medios naturales) (Rv).

Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo	Irreversible
1	2	3	4
El factor regresa a su condición de línea base naturalmente en menos de 1 año del cese de la actividad	El factor regresa su condición de línea base naturalmente entre 1 y 4 años del cese de la actividad	El factor regresa su condición de línea base naturalmente entre 4 y 20 años del cese de la actividad	El factor no regresa a su condición de línea base naturalmente en menos de 20 años del cese de la actividad

Tabla V.17 Sinergia (Potenciación de la Manifestación) (SI).

Simple	Moderado	Muy Sinérgico
1	2	4
El impacto se manifiesta sobre un solo componente ambiental	El impacto potencia un impacto sobre otro factor ambiental de manera moderada	El impacto potencia un impacto sobre otro factor ambiental de manera ostensible

Tabla V.18 Acumulación (Incremento Progresivo) (Ac).

Simple	Acumulativo
1	4
El impacto se manifiesta sobre un factor que no ha sufrido impactos de otros proyectos o actividades en el pasado	El impacto se manifiesta sobre un factor que si ha sufrido impactos de otros proyecto o actividades en el pasado

Tabla V.19 Efecto (Relación Causa-Efecto) (Ef).

Indirecto	Directo
1	4
El impacto es consecuencia de una acción sobre un factor distinto	El impacto es consecuencia de una acción sobre el factor

Tabla V.20 Periodicidad (Regularidad de la Manifestación) (Pr).

Irregular	Periódico	Continuo
1	2	4
El impacto se manifiesta como un evento aislado sin frecuencia regular	El impacto se manifiesta con una frecuencia regular	El impacto se manifiesta de manera constante

Tabla V.21 Recuperabilidad (Reconstrucción por Medios Humanos) (Mc).

Inmediata	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo	Irrecuperable
1	2	3	4	8
El factor regresa a su condición de línea base con mitigación en menos de 1 año	El factor regresa a su condición de línea base con mitigación entre 1 y 4 años	El factor regresa su condición de línea base con mitigación en entre 4 y 20 años	El factor regresa su condición de línea base con mitigación en más de 20 años	El factor no regresa a su condición de línea base con la aplicación de medidas de mitigación

Para el Proyecto, el cálculo de importancia se llevó a cabo mediante el uso de indicadores cuantitativos en cada atributo para la determinación de la intensidad de cada impacto ambiental; lo cual permitió obtener la

categoría de cada impacto en función de la valoración de su importancia, y cuya clasificación se basa en lo que se muestra en el siguiente **Cuadro**

Tabla V.22 Categorización de la Importancia de los Impactos según Conesa Fernández-Vitora (1995, 2010).

Valor de la Importancia	Símbolo	Calificación	Significado
< 0.25	**Bj**	**BAJO**	La afectación del impacto es irrelevante en comparación con los fines y objetivos del Proyecto.
0.25 = < 0.50	**Md**	**MODERADO**	La afectación del impacto no precisa prácticas correctoras o protectoras intensivas.
0.50 = < 0.75	**Sv**	**SEVERO**	La afectación del impacto exige la recuperación de las condiciones del medio a través de medidas correctivas o protectoras. El tiempo de recuperación necesario es un período prolongado.
≥ 0.75	**Cr**	**CRÍTICO**	La afectación del impacto es superior al umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales. No hay posibilidad de recuperación alguna.

V.3.1. Obtención la Magnitud del impacto.

Una vez determinada la Importancia del Impacto, se calculó el valor del impacto, el cual se relaciona con la Magnitud de cada impacto conforme a la relación descrita anteriormente, y a partir de esto, se determina su Significancia. De acuerdo con el método de Conesa Fernández-Vitora (1995, 2010), la valoración estimativa de la Magnitud se realiza definiendo la calidad ambiental del factor en las situaciones "sin" y "con" proyecto, utilizando una escala ordinal de 1 a 10 (ver **Cuadro**). Cuantitativamente, para obtener valores de calidad comparables, al extremo óptimo de calidad ambiental se le asigna el 1 y al más desfavorable el 0, quedando comprendidos entre ambos extremos los valores intermedios para definir estados de calidad del factor ambiental.

Tabla V.23 Escala ordinal y valores de Calidad Ambiental utilizados en las valoraciones estimativas de la Magnitud.

Escala Ordinal	Valores de Calidad Ambiental
0	0
1	0.1
2	0.2
3	0.3
4	0.4
5	0.5
6	0.6
7	0.7
8	0.8
9	0.9
10	1.0

Fuente: http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/coah/estudios/2002/05CO2002E0017.html#_Toc24377536).

Por Magnitud del Impacto se entiende la modificación en cantidad y calidad del componente ambiental afectado. La magnitud, se corrige por la importancia, que a su vez depende de la caracterización del efecto. El resultado es el Valor del Impacto.

V.3.2. Obtención del Valor de Impacto o Significancia.

De acuerdo con Conesa (1995), el impacto o valor real del efecto que la actividad produce sobre un componente determinado, además de la cantidad de factor alterado (MAGNITUD del factor), es función del grado de manifestación de otras variables tales como intensidad de la acción, extensión, persistencia y reversibilidad, que se han conjugado anteriormente mediante el atributo de la IMPORTANCIA. El **valor del impacto ambiental,** o valor real del efecto, es una función de estas dos características de los impactos: MAGNITUD e IMPORTANCIA, mediante la siguiente expresión:

$$Vij = (Iij \times M^2ij)^{1/3}$$

Donde:

Vij = Valor del impacto

Iij = Importancia

M = Magnitud

De esta manera se obtiene de manera cuantificada y en una escala de 0 a 1, el valor total del impacto **Vij** por cada factor, consecuencia del conjunto de las acciones o actividades sobre el factor considerado. Se hace notar que **Vij**, adopta el mismo signo que el del valor de importancia.

Una vez calculado el valor del impacto, su Significancia se determina a partir de la categoría obtenida del valor, como se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla V.24 Categorías de la significancia a partir del cálculo del valor del impacto.

Categorías de la significancia	Símbolo	Valor	Significado
Muy Baja	**MBj**	0.0 a 0.2	Son impactos considerados como compatibles, no se compromete la integridad del factor ambiental.
Baja	**Bj**	0.21 a 0.4	La recuperación inmediata del componente ambiental tras el cese de la actividad.
Media	**Md**	0.41 a 0.6	La recuperación de las condiciones iniciales requiere cierto tiempo después del cese de la actividad.
Alta	**A**	0.61 a 0.8	La recuperación de las condiciones del medio requiere la implantación de medidas eficientes de control ambiental.
Muy Alta	**MA**	0.81 a 1.0	La magnitud del impacto es superior al umbral aceptable.
	+	0.0 a 1.0	Impactos positivos

Fuente: http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/coah/estudios/2002/05CO2002E0017.html).

Algunas consideraciones que se deben de tomar en cuenta al momento de interpretar la evaluación:

1) La primera etapa de Planeación no es considerada para dicho análisis, ya que las actividades que contempla no generan un impacto físico sobre el SAR.

2) Los impactos clasificados como positivos son evaluados en la misma escala, no obstante, este tipo de impactos no son tomados en cuenta al momento de proponer medidas de mitigación.

3) El criterio de evaluación considera el **potencial** de que ocurra un impacto, siendo esto por motivos de incertidumbre, eventos extraordinarios o error humano.

Este último punto es importante tenerlo en consideración, debido a que algunos impactos tendrán valores altos, bajo esta premisa, no obstante, es importante considerarlo para reducir al mínimo la probabilidad de que estos eventos ocurran.

Con base a la metodología descrita con anterioridad, se procedió a calcular el valor del impacto por etapa y componente tomando en cuenta el valor de importancia y magnitud.

Preparación y Construcción

Tabla V.25 Matriz de valoración de impactos ambientales para la etapa de Preparación y Construcción:

SUB-FACTOR	ETAPA → / ACTIVIDAD → / ↓ COMPONENTE AMBIENTAL		Valoración de Importancia y Magnitud															Clasificación del impacto	
			No. de Interacciones	Atributo	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Valor de la Importancia	Calificación de la Importancia	Magnitud	Valor de impacto	Significancia del Impacto
Suelo	C.1	Estructura geológica	1	-	12	1	8	4	4	2	1	4	1	8	0.70	Sv	0.30	0.40	Bj
	C.2	Relieve	5	-	1	4	8	3	4	1	4	4	1	8	0.44	Md	0.20	0.26	Bj
	C.3	Erosión	5	-	2	1	4	3	3	2	4	1	4	3	0.32	Md	0.50	0.43	Md
	C.4	Calidad del suelo	9	-	1	1	4	3	3	2	4	1	1	2	0.25	Bj	0.80	0.54	Md
Agua	C.6	Escorrentías superficiales	7	-	4	1	4	4	4	4	4	1	1	4	0.40	Md	0.80	0.63	A
	C.7	Disponibilidad	6	-	1	12	2	3	3	2	4	1	4	2	0.48	Md	0.60	0.56	Md
	C.8	Calidad del agua	4	-	1	8	2	3	3	4	4	1	1	2	0.39	Md	0.30	0.33	Bj
Atmósfera	C.9	Calidad del aire	9	-	8	8	8	1	1	2	4	1	2	1	0.60	Sv	0.50	0.53	Md
	C.10	Ruido y vibraciones	10	-	12	8	8	1	1	4	1	1	2	1	0.71	Sv	0.50	0.56	Md
Flora	C.12	Diversidad de flora	1	-	1	1	8	4	4	4	4	4	1	3	0.37	Md	0.50	0.45	Md
	C.13	Cobertura	1	-	12	1	8	4	3	4	4	4	1	3	0.69	Sv	0.70	0.70	A
	C.14	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	1	-	12	1	8	4	3	4	4	4	1	3	0.69	Sv	0.40	0.48	Md
Fauna	C.15	Diversidad de fauna	3	-	1	8	3	3	2	1	1	4	1	3	0.37	Md	0.50	0.45	Md

	C.16	**Dinámicas poblacionales**	1	-	1	8	4	1	1	1	1	1	2	3	**0.33**	**Md**	**0.30**	**0.31**	**Bj**
	C.17	**Hábitat y corredores biológicos**	4	-	8	2	4	3	3	2	4	1	1	4	**0.50**	**Md**	**0.50**	**0.50**	**Md**
	C.18	**Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas**	2	-	1	8	3	3	2	1	1	4	1	3	**0.37**	**Md**	**0.50**	**0.45**	**Md**
	C.19	**Propagación de fauna nociva**	2	-	2	1	4	2	2	4	1	1	2	3	**0.27**	**Md**	**0.40**	**0.35**	**Bj**
Paisaje	**C.20**	**Vista escénica**	5	-	8	8	3	3	3	1	4	1	4	4	**0.63**	**Sv**	**0.50**	**0.54**	**Md**
Humano	**C.22**	**Demografía**	2	+	1	12	3	2	1	1	4	1	2	2	**0.43**	**Md**	**0.10**	**0.16**	**MBj**
	C.23	**Empleo y actividades económicas**	10	+	12	12	8	2	1	2	4	4	2	1	**0.84**	**Cr**	**0.80**	**0.81**	**MA**
	C.24	**Salud y seguridad de la población**	1	+	1	1	8	3	3	1	1	4	4	1	**0.30**	**Md**	**0.70**	**0.53**	**Md**
	C.25	**Salud y seguridad ocupacional**	4	-	1	1	8	4	4	1	1	4	1	2	**0.30**	**Md**	**0.80**	**0.58**	**Md**
	C.27	**Bienes y servicios**	3	+	12	8	3	4	4	1	4	4	1	4	**0.77**	**Cr**	**0.90**	**0.85**	**MA**

De acuerdo con los resultados de la tabla anterior y de la caracterización-clasificación de los impactos, se tiene que la etapa de preparación y construcción se presentan dos (2) impactos considerados con significancia "Alta", doce (12) como "Moderado" y cinco (5) en "Baja". Esto nos indica que dicha etapa trae consigo cambios moderados en el ambiente si no se consideran medidas de mitigación adecuadas.

A continuación, se describe y se discuten las causas que afectan a los componentes con significancia negativa "Alta" y "Moderadas":

Escorrentías superficiales (A). La interrupción de las escorrentías en zonas áridas ocasiona una serie de afectaciones a nivel ecosistema, debido a que mucha de la disponibilidad de agua para la vegetación se transmite por este medio, además de ser importante para la generación de pequeños cuerpos de agua (charcos) que son utilizados por la fauna en una vez que acaba la temporada de lluvias. El proyecto en la etapa de preparación y construcción requiere la modificación topográfica de una superficie de 2,273.078 hectáreas que conlleva la modificación de 42.32 kilómetros de escorrentías superficiales que se clasifican en ordenes de corriente que van de 1 a 4. Dentro de esta red hídrica se localizaron 29 cauces que son clasificados como federales. Este cambio en las escorrentías del área se considera en una intensidad alta, por modificar en gran medida la irrigación natural en una zona que depende del movimiento superficial del agua en temporada de lluvias, ya que en esta región desértica la lluvia suele tener alta variabilidad espacial y temporal.

Adicionalmente el impacto se extiende en toda el área del proyecto y se presenta casi de manera inmediata al entrar la maquinaria al sitio. Por otra parte, se considera un impacto persistente, ya que es complicado revertir a su estado original el terreno para recuperar la irrigación natural. Por lo anterior, puede ser considerado un impacto sinérgico y a su vez acumulativo a nivel SAR, ya que existen otras actividades, principalmente agrícolas, que han modificado con anterioridad este componente ambiental.

Cobertura (A). El impacto a la cobertura se considera de significancia alta debido a que se requiere retirar casi en la totalidad del área del proyecto la cobertura vegetal durante la etapa de preparación y construcción. El área del proyecto cuenta con 2,273.078 hectáreas de las cuales 2,043.176 hectáreas requieren ejecutar cambio de uso de suelo de terrenos forestales, esta superficie corresponde a vegetación secundaria de matorral y de pastizal natural, un total de 229.902 hectáreas corresponden a áreas desprovistas de vegetación. Este impacto es considerado de intensidad muy alta, debido a que se requiere en su totalidad del área desmontada. Aun cuando el desmonte se realiza de manera paulatina, este será realizado en el primer año iniciadas las actividades.

La eliminación de la cobertura vegetal genera cambios en el microclima local, provocando altas temperaturas y a su vez mayor cantidad de polvos y erosión, reducción de la infiltración y aumento de la erosión, por lo cual es considerado un impacto sinérgico. Al existir otras áreas dentro del SAR que han sido desprovistas de vegetación, principalmente agrícolas, se considera a su vez un impacto acumulativo.

Por último, podemos mencionar que la recuperación de estas áreas a condiciones similares solo es posible a muy largo plazo, durante la etapa de cierre y post cierre.

Erosión (Md). Como consecuencia del desmonte se obtiene una superficie de 2,043.176 hectáreas de suelo desnudo el cual es propenso a perderse por medio de escorrentías o viento. Sumado a lo anterior, el movimiento de tierras para la conformación topográfica genera suelos sueltos que incrementa la susceptibilidad a perderse. De manera natural, la erosión hídrica es considerada en un grado ligero para todo el SAR, sin embargo, con la ejecución del proyecto puede llegar a grados altos. No obstante, este impacto es clasificado como moderado debido a que la programación del desmonte es de manera paulatina y a su vez se llevará la actividad de despalme, la cual recupera la mayor cantidad de suelo fértil evitando que se pierda.

Adicionalmente, se ejecutarán actividades como la compactación y el sellado de áreas, que a su vez serán cubiertas por infraestructura.

Disponibilidad de agua (Md). El proyecto tiene una afectación negativa a la disponibilidad de agua del acuífero en dos sentidos. El primero, derivado de la remoción de 2,043.176 hectáreas de vegetación, se verá mermada la capacidad del SAR para infiltrar agua hacia los mantos acuíferos. Aun cuando la superficie a afectar corresponde a un 8% del total del SAR, es de considerarse que el acuífero Valle de Zaragoza, clave 0844, se encuentra en déficit. Este impacto es considerado acumulativo debido a que ya existen áreas dentro del SAR que han removido vegetación para usos agrícolas.

Calidad del aire (Md). Al reducir la cobertura vegetal, se aumenta la cantidad de suelo desnudo y con esto se motiva la dispersión de polvos a la atmósfera. Adicionalmente, el tránsito de vehículos y maquinaria en la zona provocan la suspensión de polvos y arrojan humo de los escapes que disminuyen la calidad del aire. En general se tendrán en la zona de las emisiones de CO_2 derivada de la maquinaria y equipo usado en las diferentes actividades.

Ruido y vibraciones (Md). Este tipo de impactos son inevitables al momento de ejecutar obras que conlleven el uso de maquinaria. Se determino en una significancia media a razón de que en el SAR existen pocas fuentes que provoquen ruidos o vibraciones, por lo que los elementos del ambiente, principalmente la fauna, no están acostumbrados a este tipo de alteraciones. Aun así, los ruidos durante esta etapa no son de gran magnitud y cesan al para los trabajos realizados.

Diversidad de flora (Md). Derivado del desmonte se perderán individuos de al menos 194 especies de plantas vasculares, pertenecientes a 45 familias y 134 géneros, entre las que destacan las familias Asteraceae, Poaceae, Fabaceae y Cactaceae. De todas estas especies presentes ninguna restringe su distribución al SAR, ya que sus distribuciones son amplias en la región. Si bien existirá una afectación en el número de individuos de las poblaciones, estas no se ven en riesgo por dicha disminución.

Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas de flora (Md). Dentro del área a desmontar se cuenta con trece (13) especies de cactáceas enlistadas en la CITES, y una (1) en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Es de tener en cuenta que las especies enlistadas en la CITES son consideradas en riesgo por el tráfico ilegal que estas pueden sufrir, sin embargo, no existen evidencias que sus poblaciones estén afectadas.

La especie normada que se detectó en el SAR es la *Coryphantha poselgeriana* (Dietr.) Britt. & Rosev con el nombre común Biznaga partida, misma que está catalogada como amenazada endémica, si se considera como una especie sensible por la disminución de su población. No obstante, esta especie presenta valores muy bajos de valor de importancia para el SAR (0.52), lo que nos indica su baja abundancia. Debido a lo anterior, se consideró una significancia moderada para el presente componente.

Diversidad de fauna (Md). La afectación a la diversidad de fauna se evaluó con una significancia moderada debido que, aun cuando existan 63 especies de fauna silvestre, durante la ejecución de las obras de preparación y construcción, muchas de estas especies se desplazaran hacia zonas aledañas. Sin embargo, existen otras consideradas de lento desplazamiento que pueden ser afectadas directamente durante las actividades, mermando con esto las poblaciones locales de las mismas.

Hábitat y corredores biológicos (Md). Se consideró que el área del proyecto y en general el SAR no cuenta con condiciones de corredor biológico regional de importancia, debido a que cuenta con poca vegetación, no existen cuerpos de agua importantes para la fauna, ni se tienen zonas ribereñas las cuales son usualmente utilizadas por la fauna. Por lo cual, podemos considerar que la movilidad de la fauna dentro del SAR se da más de forma aleatoria en búsqueda de alimentación y refugio. Durante la etapa de preparación se modificarán 2,043.176 hectáreas de vegetación natural, por lo cual existirá una disminución del hábitat necesarias para la fauna. Por otra parte, se realizarán actividades de cercado e instalación de diferentes tipos de infraestructuras necesarias para la operación del proyecto, que serán una barrera física para la libre movilidad de la fauna silvestre.

Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas de fauna (Md). Dentro del SAR se registraron ocho (8) especies listadas en el apéndice II de la CITES, las cuales, si bien no presentan evidencias de afectación a sus poblaciones en el país, si se consideran sensibles al tráfico ilegal de las mismas. Por su parte, de detectaron cinco (5) especies consideradas en algunas de las categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales son: tejón (*Taxidea taxus*) como Amenazada, halcón de pecho blanco (*Buteo swainsoni*), tortuga casquito (*Kinosternon hirtipes murrayi*), víbora de cascabel de diamantes (*Crotalus atrox*) y víbora de cascabel de cola negra (*Crotalus molossus*), las cuales se encuentran bajo Protección Especial (Pr). Las especies se víboras son más propensas a sufrir daños al momento de ingresar la maquinaria, por ser especies de lento desplazamiento.

Vista escénica (Md). La vista escénica es un componente que será modificado de manera intensa, debido a que durante la preparación y construcción del sitio existirán cambios considerables al entorno derivados del desmonte y la instalación de infraestructura ajena al entorno natural. No obstante, es de considerarse que el área a modificar no cuenta con características paisajísticas sobresalientes, tales como ríos, arroyos, vegetación abundante o acantilados, los cuales pueden ser usados por personas como atractivo turístico. Adicionalmente, no se cuenta con comunidades cercanas, ni existen caminos de comunicación transitados que propicien la exposición del proyecto a personas que perciban dichos cambios.

Salud y seguridad ocupacional (Md). La minería es considerada como una actividad de alto riesgo, por lo cual, el personal siempre está expuesto a accidentes o situaciones que potencialmente pudieran provocar lesiones o incluso la muerte.

Operación y Mantenimiento

Tabla V.26 Matriz de valoración de impactos ambientales para la etapa de Operación y Mantenimiento:

SUB-FACTOR	ETAPA → / ACTIVIDAD → / ↓ COMPONENTE AMBIENTAL		Valoración de Importancia y Magnitud																Clasificación del impacto	
			Intensidad	Signo	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Importancia	Naturaleza de la Importancia	Magnitud	Calificador de impacto	Clasificación de impacto
Suelo	C.1	Estructura geológica	1	-	12	1	4	4	4	2	1	4	4	8	0.69	Sv	0.50	0.56	Md
	C.2	Relieve	3	-	12	2	4	4	4	2	4	4	2	8	0.72	Sv	0.80	0.77	A
	C.3	Erosión	2	-	1	8	4	3	3	2	4	1	2	3	0.41	Md	0.30	0.33	Bj
	C.4	Calidad del suelo	7	-	2	1	8	3	3	2	4	4	1	1	0.34	Md	0.40	0.38	Bj
Agua	C.6	Escorrentías superficiales	2	-	1	1	4	4	4	2	4	1	2	4	0.3	Md	0.20	0.23	Bj
	C.7	Disponibilidad	2	-	1	2	1	3	3	1	4	1	4	3	0.27	Md	0.90	0.60	A
	C.8	Calidad del agua	6	-	1	1	3	3	3	2	4	4	1	1	0.26	Md	0.50	0.40	Md
Atmósfera	C.9	Calidad del aire	8	-	2	8	8	1	1	1	4	1	4	1	0.43	Md	0.60	0.54	Md
	C.10	Ruido y vibraciones	9	-	2	8	8	1	1	1	1	1	2	1	0.38	Md	0.50	0.46	Md
	C.11	Contaminación lumínica	4	-	1	2	8	1	1	2	1	4	2	1	0.27	Md	0.20	0.22	Bj
Flora	C.12	Diversidad de flora	2	-	1	1	3	2	1	1	1	4	1	2	0.2	Bj	0.10	0.13	MBj
	C.13	Cobertura	1	-	1	1	3	2	1	1	1	4	1	2	0.2	Bj	0.10	0.13	MBj
	C.14	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	2	-	1	1	3	2	1	1	1	4	1	2	0.2	Bj	0.20	0.20	Bj
Fauna	C.15	Diversidad de fauna	4	-	1	8	8	2	2	1	1	4	1	3	0.41	Md	0.40	0.40	Md
	C.16	Dinámicas poblacionales	1	-	1	8	4	3	2	2	1	1	4	3	0.39	Md	0.50	0.46	Md
	C.17	Hábitat y corredores biológicos	3	-	1	8	4	3	2	2	1	1	4	3	0.39	Md	0.20	0.25	Bj
	C.18	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	2	-	1	8	8	2	2	1	1	4	1	3	0.41	Md	0.30	0.33	Bj
	C.19	Propagación de fauna nociva	1	-	1	8	3	3	2	4	1	1	4	3	0.4	Md	0.50	0.46	Md
Paisaje	C.20	Vista escénica	3	-	4	8	4	4	1	1	4	4	4	4	0.54	Sv	0.40	0.44	Md
Humano	C.22	Demografía	2	+	1	12	3	3	2	2	4	4	4	2	0.51	Sv	0.30	0.36	Bj
	C.23	Empleo y actividades económicas	9	+	1	12	8	2	1	2	4	4	2	1	0.51	Sv	0.80	0.69	A
	C.24	Salud y seguridad de la población	6	-	2	8	8	1	3	4	1	4	1	4	0.48	Md	0.30	0.35	Bj
	C.25	Salud y seguridad ocupacional	8	-	1	1	8	4	4	1	1	4	1	4	0.32	Md	0.50	0.43	Md
	C.26	Riesgo ambiental	7	-	8	12	8	3	3	4	1	4	1	4	0.76	Cr	0.20	0.31	Bj
	C.27	Bienes y servicios	4	+	1	8	2	4	4	1	1	4	1	4	0.4	Md	0.50	0.46	Md

De acuerdo a los resultados de la tabla anterior, y de acuerdo a la caracterización y clasificación de los impactos, se tiene que la etapa de operación y mantenimiento se presentan solo dos (2) impactos considerados con significancia "Alta", nueve (9) con "Moderada" y ocho (8) en "Baja". Los impactos para la presente etapa se concentran las significancia Moderada y Baja para los diferentes componentes, sin embargo, aunque esto pareciera positivo, dichos impactos también deben atenderse mediante medidas que reduzcan dicha significancia.

A continuación, se presenta descripción y discusión sobre los impactos más significativos negativos para la presente etapa:

Relieve (A). Durante la etapa de operación, existen acciones que modificarán abruptamente la superficie del terreno, tales como la conformación del tajo y la tepetatera. Estas actividades generan depresiones y elevaciones poco comunes en la región donde se pretende ejecutar el proyecto. Por parte de la formación del tajo, este cuenta con una superficie de 232.713 ha y alcanzará una profundidad de aproximadamente 500 metros en su punto más bajo durante la vida útil del mismo. Aun cuando la superficie es reducida, el impacto es significativo sobre el componente ambiental. A nivel SAR no se encuentran impactos similares sobre el relieve, como otros tajos o cortes de cerros, por lo cual, este tipo de impacto no es acumulativo, pero si se considera un impacto residual, debido a que son pocas las acciones que se pueden proponer para revertir dicho impacto.

Por otra parte, para el depósito del tepetate se contempla la construcción de dos tepetateras, la Norte y la Sur.

La tepetatera Norte contempla una superficie de 230.970 y la tepetatera Sur, a su vez, contempla una superficie de 271.838 ha. La altura del banco para ambas tepetateras será de 20 metros con un ángulo de pendiente de 26.5°. Estas obras aportan condiciones irregulares al relieve, la tepetatera norte tendrá una altura final de 160 m, mientras que la sur 280m, las cuales son consideradas como un impacto residual. Sin embargo, la superficie es reducida y no existes modificaciones similares en el SAR. A sí mismo, la deposición de jales húmedos en la zona destinada como presa de jales también contempla el llenado de material de una superficie de 870.445 ha más las 125.430 ha del bordo iniciador dimensionado para almacenar 300 Mt de jales junto con el flujo entrante de diseño, y 3 m de borde libre, con lo cual, irremediablemente existirá un cambio en el relieve.

Disponibilidad de agua (A). Para la correcta operación del proyecto se tiene una demanda máxima de agua de 6,417,983 m^3 en su fase 3. Por lo cual, si no se cuenta con un plan de abastecimiento de agua adecuado, podría poner en riesgo la disponibilidad del acuífero Valle de Zaragoza, clave 0844, el cual se encuentra en déficit, por lo cual debe estar sujeto a una extracción, explotación, uso y aprovechamiento controlados para lograr la sustentabilidad ambiental y prevenir la sobreexplotación del acuífero.

Debido a esto, el impacto es valorado como significancia alta y deberá ser tomado en cuanta con todas las medidas pertinentes para que no se afecte este componente ambiental, aun cuando se cuente con una planeación "*per se*" de abastecimiento, la correcta ejecución de los mismos o planes alternos para cubrir esta necesidad deben de ser prioritarios.

Calidad del agua (Md). La calidad del agua se valora como un componente ambiental que tendrá un impacto ambiental moderado si no se aplican las medidas de mitigación pertinentes, debido a que durante la operación y mantenimiento se almacenan y se manejan gran volumen diésel, gasolinas, grasas, cianuro, entre otras sustancias altamente peligrosas que, si no cuentan con medidas necesarias para minimizar el riesgo de derrames, pueden contaminar suelo y a su vez agua por percolación.

Calidad del aire (Md). Durante la operación se seguirán generando gran cantidad de polvos, sobre todo en la temporada de estiaje, que, debido al movimiento de materiales y tránsito de vehículos, se suspenden polvos y adicionalmente se liberan contaminantes a partir de la combustión de maquinaria y equipos. El impacto al presente componente se clasificó como moderado, debido a que la ubicación del proyecto conforme al SAR se encuentra en un lugar abierto donde los polvos pueden dispersase de manera rápida por el viento y no existen comunidades cerca del proyecto.

Ruido y vibraciones (Md). Este impacto se da por el uso de maquinaria en el sitio y la planta de trituración, pero principalmente se considera la voladura como una fuente importante de ruido y vibración de gran alcance, aunque este tipo de actividad no es constante, si puede percibirse a una distancia considerable del proyecto dentro de toda el área de influencia. Este tipo de impactos, tiene repercusión en la fauna local que al percibir estas alteraciones se desplaza lo más lejos posible del sitio.

Diversidad de fauna (Md). Durante esta etapa la afectación a la fauna disminuye considerablemente. Sin embargo, se prevé que exista un número considerable de incidencias de fauna dentro de la unidad minera, la cual puede verse afectada por las actividades diarias, principalmente por atropellamiento o encuentro con el personal de mina, que por desconocimiento o miedo puedan causar daño a los organismos.

Dinámicas poblacionales de fauna (Md). La principal afectación a las dinámicas poblacionales durante la etapa de operación es derivada del aumento del tráfico vehicular, así como los ruidos fuertes provenientes de la perforación y voladura, los cuales pueden llegar a percibirse en toda el área de influencia. De las afectaciones principales se encuentran el cambio de movilidad local y cambio en los patrones reproductivos.

Propagación de fauna nociva (Md). Durante la presente etapa se contempla el manejo de área de campamento y oficinas, por lo cual se generará una cantidad importante de residuos sólidos urbanos que, si no son dispuestos correctamente, potencializan la llegada y la estancia de especies exóticas o nocivas para el ambiente, tales como perros, gatos, ratas, moscas, etc. debido a la cercanía a la ciudad de Hidalgo del Parral.

Vista escénica (Md). El mayor impacto al paisaje fue realizado durante la etapa de preparación y construcción, por lo que los cambios que ocurren sobre este durante la operación se limitan a la elaboración del tajo, la conformación de la tepetatera y el llenado de la presa de jales, con lo que se darán cambios que adicionalmente modifiquen el paisaje. De manera particular, el tajo se considera un impacto visual importante y en buena medida irreversible, por lo que es considerado un impacto residual.

Salud y seguridad ocupacional (Md). La minería es considerada como una actividad de alto riesgo, por lo cual, el personal siempre está expuesto a accidentes o situaciones que potencialmente pudieran provocar lesiones o incluso la muerte.

Cierre y post cierre

Tabla V.27 Matriz de valoración de impactos ambientales para la etapa de Cierre y Post Cierre:

SUB-FACTOR	ETAPA → / ACTIVIDAD → / ↓ COMPONENTE AMBIENTAL		Valoración de Importancia y Magnitud															Clasificación del impacto	
			No. de Interacciones	Atributo	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Valor de la Importancia	Calificación de la Importancia	Magnitud	Valor de impacto	Significancia del Impacto
Suelo	C.2	Relieve	1	+	2	2	4	4	4	2	4	4	1	2	0.35	Md	0.80	0.61	A
	C.3	Erosión	1	+	2	2	4	4	3	2	1	4	1	2	0.31	Md	0.30	0.30	Bj
	C.4	Calidad del suelo	1	-	1	1	4	3	1	1	1	1	1	3	0.2	Bj	0.20	0.20	Bj
Agua	C.6	Escorrentías superficiales	1	+	2	1	4	4	4	4	1	1	4	4	0.34	Md	0.60	0.50	Md
	C.7	Disponibilidad	1	+	1	8	4	4	3	2	1	1	1	4	0.39	Md	0.30	0.33	Bj
	C.8	Calidad del agua	1	-	1	8	4	3	2	2	1	1	1	3	0.36	Md	0.20	0.24	Bj
Atmósfera	C.9	Calidad del aire	2	-	1	8	8	1	1	1	1	4	2	1	0.38	Md	0.40	0.39	Bj
			1	+	1	8	8	4	3	1	1	1	4	4	0.45	Md	0.50	0.48	Md
	C.10	Ruido y vibraciones	2	-	1	8	8	4	3	1	1	1	4	4	0.45	Md	0.50	0.48	Md
			1	+	1	8	8	4	3	1	1	1	4	4	0.45	Md	0.90	0.71	A
Paisaje	C.20	Vista escénica	1	+	2	8	4	4	3	1	1	1	1	4	0.41	Md	0.40	0.40	Md
Humano	C.23	Empleo y actividades económicas	1	-	1	12	8	2	2	1	1	1	1	2	0.45	Md	0.50	0.48	Md
			2	+	1	12	4	2	1	1	1	4	1	4	0.45	Md	0.50	0.48	Md
	C.24	Salud y seguridad de la población	2	+	1	12	4	2	1	1	1	4	1	4	0.45	Md	0.20	0.26	Bj
	C.25	Salud y seguridad ocupacional	2	-	1	1	8	4	4	1	1	4	1	4	0.32	Md	0.80	0.59	Md
	C.26	Riesgo ambiental	1	-	4	12	2	3	3	4	1	4	4	4	0.61	Sv	0.20	0.29	Bj

Para la etapa de cierre la mayoría de los impactos se encuentran clasificados como positivos, debido a que se debe de retirar la infraestructura y la maquinaria y se seguirán generando empleos para llevar a cabo dichas actividades. No obstante, siguen existiendo impactos negativos, los cuales, aunque presenten significancias bajas o moderadas, pudieran complicarse si no se realiza bien el cierre del proyecto.

A continuación, se describen los impactos con mayor significancia negativa:

Ruido y vibraciones (Md). Durante el cierre y post cierre se tiene contemplado el desmantelamiento y retiro de infraestructura, así como la estabilización del tajo, la tepetatera y la presa de jales, por lo cual el uso de maquinaria es indispensable. A raíz de esto, se continuarán generando ruido y vibraciones que puedan tener implicación sobre el personal y el entorno, principalmente la fauna silvestre.

Empleo y actividades económicas (Md). El proyecto contempla la generación de 995 empleos directos y considerando cifras de CAMIMEX, se llegaría un estimado de 3,980 empleos indirectos. Tales empleos se perderán al cierre del proyecto.

Salud y seguridad ocupacional (Md). La minería es considerada como una actividad de alto riesgo, por lo cual, el personal siempre está expuesto a accidentes o situaciones que potencialmente pudieran provocar lesiones o incluso la muerte.

V.4. Impactos residuales

De acuerdo con el glosario de términos en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT, tenemos la siguiente definición de **Impacto ambiental residual.** Que es el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Tomando en cuenta estas definiciones podemos tomar criterios acordes a nuestra caracterización de impactos que nos ayuden a definir los impactos bajo estos conceptos.

Para poder definir que impactos cumplen con estos criterios, se tomará en cuenta las caracterizaciones realizadas con anterioridad, teniendo en cuenta que el criterio de Recuperabilidad (MC) es equivalente al concepto de residual, ya que son impactos que perduran en el tiempo más allá de la aplicación de medidas de mitigación, por lo cual son impactos que perduran en el ecosistema por tiempo indefinido. Por otra parte, los impactos Acumulativos también han sido caracterizados en las metodologías anteriores.

Tabla V.28 Recuperabilidad (Residual).

Inmediata	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo	Irrecuperable
1	2	3	4	8
El factor regresa a su condición de línea base con mitigación en menos de 1 año	El factor regresa a su condición de línea base con mitigación entre 1 y 4 años	El factor regresa su condición de línea base con mitigación en entre 4 y 20 años	El factor regresa su condición de línea base con mitigación en más de 20 años	El factor no regresa a su condición de línea base con la aplicación de medidas de mitigación

A continuación, se presenta la tabla V.28 en donde se valoran el conjunto de interacciones negativas sobre los componentes ambientales derivado de las acciones que ejercen un impacto sobre el mismo. De esta forma, podemos evaluar si dicho componente ambiental está bajo presión de un impacto residual y/o acumulativo.

Esta evaluación considera el comportamiento de los impactos a nivel SAR, y como estos pueden o no sumar una mayor alteración sobre el medio en que se desarrollan de una manera más integral.

En la siguiente tabla, la cual es una extracción de las matrices de valoración de impactos por etapa, se muestra cuales impactos se consideran residuales:

Tabla V.29 Valoración de impactos residuales.

ACTIVIDAD →			Preparación y construcción	Operación y mantenimiento	Cierre y post cierre
ACTIVIDAD → ↓ COMPONENTE AMBIENTAL		No. de Interacciones	MC	MC	MC
C.1	Estructura geológica	2	8	8	
C.2	Relieve	8	8	8	2
C.3	Erosión	7	3	3	2
C.4	Calidad del suelo	17	2	1	3
C.5	Vocación del terreno	0			
C.6	Escorrentías superficiales	9	4	4	4
C.7	Disponibilidad	8	2	3	4
C.8	Calidad del agua	11	2	1	3
C.9	Calidad del aire	19	1	1	1
C.10	Ruido y vibraciones	21	1	1	4
C.11	Contaminación lumínica	4		1	4
C.12	Diversidad de flora	3	3	2	4
C.13	Cobertura	2	3	2	
C.14	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	3	3	2	
C.15	Diversidad de fauna	8	3	3	
C.16	Dinámicas poblacionales	2	3	3	
C.17	Hábitat y corredores biológicos	7	4	3	
C.18	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	4	3	3	
C.19	Propagación de fauna nociva	3	3	3	
C.20	Vista escénica	8	4	4	
C.21	Turismo potencial	0			
C.22	Demografía	0	2	2	4
C.23	Empleo y actividades	1	1	1	

	económicas				
C.24	Salud y seguridad de la población	6	1	4	
C.25	Salud y seguridad ocupacional	14	2	4	2
C.26	Riesgo ambiental	8		4	4
C.27	Bienes y servicios	0	4	4	4

Tomando en cuenta todas las etapas del proyecto y la caracterización de los impactos sobre los distintos componentes ambientales podemos observar que los impactos residuales son constantes en las tres etapas principales, las cuales se enlistan y describen a continuación:

Cambios en la estructura geológica. Este impacto se considera residual principalmente por la conformación del tajo, el cual es una excavación de gran dimensión sobre el terreno. Este tipo de impactos puede es considerados particularmente difícil de revertir.

Modificación del relieve. A lo largo del proyecto se generarán cambios en el relieve que son necesarios para la correcta ejecución del proyecto. Sin embargo, de los cambios más notables es la conformación del tajo, la tepetatera y la presa de jales, las cuales son obras de gran magnitud y que son irreversibles.

El número de impactos acumulativo es más considerable, ya que en el SAR presenta actividades económicas como agricultura y ganadería que han generado en el pasado y en la actualidad perturbaciones sobre los distintos componentes ambientales. Debido a lo anterior, tenemos que cambios en el relieve, aumento de la erosión, degradación de suelos, cambios en las escorrentías superficiales, disminución de la infiltración, la disminución de la calidad del agua y aire, así como la pérdida de cobertura vegetal y la vulnerabilidad a la diversidad y aumento de fragmentación que ello conlleva Todos estos son impactos residuales, hay que valorar la magnitud. No obstante, también se presentan impactos acumulativos positivos, principalmente relacionados con la generación de empleos y el impulso de bienes y servicios regionales.

V.5. Impactos acumulativos

Impacto ambiental acumulativo. El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Tabla V.30 Criterio para impactos acumulativos.

Simple	Acumulativo
1	4
El impacto se manifiesta sobre un factor que no ha sufrido impactos de otros proyectos o actividades en el pasado	El impacto se manifiesta sobre un factor que si ha sufrido impactos de otros proyecto o actividades en el pasado

A continuación, se presenta la tabla donde se muestra que componentes presentan impactos considerados acumulativos, debido a que estos suman una condición negativa para el SAR, sea en menor o mayor medida.

Tabla V.31 Valoración de impactos acumulativos.

ACTIVIDAD →		Preparación y construcción	Operación y mantenimiento	Cierre y post cierre
ACTIVIDAD → ↓ COMPONENTE AMBIENTAL	No. de Interacciones negativas	AC	AC	AC

C.1	Estructura geológica	2	1	1	
C.2	Relieve	9	4	4	4
C.3	Erosión	8	4	4	3
C.4	Calidad del suelo	17	4	4	1
C.5	Vocación del terreno	0			
C.6	Escorrentías superficiales	10	4	4	4
C.7	Disponibilidad	9	4	4	3
C.8	Calidad del agua	11	4	4	2
C.9	Calidad del aire	19	4	4	1
C.10	Ruido y vibraciones	21	1	1	3
C.11	Contaminación lumínica	4		1	
C.12	Diversidad de flora	3	4	1	
C.13	Cobertura	2	4	1	
C.14	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	3	4	1	
C.15	Diversidad de fauna	7	1	1	
C.16	Dinámicas poblacionales	2	1	1	
C.17	Hábitat y corredores biológicos	4	4		
C.18	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	4	1	1	
C.19	Propagación de fauna nociva	3	1	1	
C.20	Vista escénica	9	4	4	3
C.21	Turismo potencial	0			
C.22	Demografía	4	4	4	
C.23	Empleo y actividades económicas	20	4	4	2
C.24	Salud y seguridad de la población	9	1	1	1
C.25	Salud y seguridad ocupacional	14	1	1	4
C.26	Riesgo ambiental	8		1	3
C.27	Bienes y servicios	7	4	1	

V.6. Resumen y conclusiones.

Mediante los análisis de impactos ambientales potenciales y la caracterización de los existentes, para cada uno de estos casos se presentan las siguientes tablas, en donde solo se muestran los componentes ambientales con mayores impactos, así como las como actividades ambientales más relevantes en cuanto a impactos ambientales.

Tabla V.32 Identificación de los impactos ambientales generados por las actividades existentes actualmente en el SAR.

¿Fueron considerados los impactos ambientales de otras obras o actividades que se desarrollan dentro del SAR? Sí (X) No ()								
Describir los impactos ambientales registrados en el SAR generados por las obras y/o actividades que se desarrollan actualmente								
Obras y/o actividades	Componente ambiental	Impacto ambiental	Relación de impacto					
			Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
Actividades mineras (Exploración)	Geomorfología	Modificación de la estructura geológica	Residual	Permanente	Local	Mínima	Directo	Superficie alterada
Actividades mineras (Exploración)	Flora	Pérdida de diversidad	Acumulativo	Temporal	Local	Mínimo	Directo	Número de especies de flora afectadas dentro del ecosistema o SAR

Carreteras/caminos	Suelo	Erosión	Acumulativo	Permanente	Regional	Moderada	Indirecto	Tasa de erosión
Carreteras/caminos	Agua	Alteración de escorrentías	Sinérgico	Temporal	Regional	Moderada	Indirecto	Número de cauces alterados
Carreteras/caminos	Atmósfera	Contaminación (Emisiones)	Sinérgico	Temporal	Regional	Mínima	Indirecto	Calidad del aire
Carreteras/caminos	Flora	Pérdida de cobertura	Sinérgico	Permanente	Regional	Moderada	Directo	Número de especies de flora afectadas dentro del ecosistema o SAR
Carreteras/caminos	Fauna	Fragmentación de hábitat	Acumulativo	Permanente	Regional	Moderada	Indirecto	Longitud de caminos construidos
Ganadería	Suelo	Erosión	Sinérgico	Temporal	Regional	Moderada	Indirecto	Tasa de erosión
Ganadería	Fauna	Pérdida de hábitat y aislamiento(fragmentación)	Sinérgico	Permanente	Regional	Moderada	Indirecto	Número de hectáreas afectadas
Agricultura	Agua	Alteración de escorrentías	Acumulativo	Permanente	Regional	Moderada	Indirecto	Número de cauces alterados
Agricultura	Flora	Pérdida de cobertura y diversidad	Acumulativo y sinérgico	Permanente	Regional	Moderada	Directo	Número de especies de flora afectadas dentro del ecosistema o SAR
Agricultura	Fauna	Pérdida de hábitat y Aislamiento (Fragmentación)	Acumulativo	Permanente	Regional	Moderada	Indirecto	Número de hectáreas afectadas
Asentamientos humanos (Comunidades)	Suelo	Generación de residuos	Acumulativo	Temporal	Puntual	Mínima	Indirecto	Cantidad de residuos generados
Línea de transmisión eléctrica	Suelo	Erosión	Acumulativo	Temporal	Regional	Mínima	Indirecto	Tasa de erosión
Línea de transmisión eléctrica	Flora	Pérdida de diversidad y cobertura	Acumulativo	Permanente	Regional	Mínima	Indirecto	Número de especies de flora afectadas dentro del ecosistema o SAR

En las siguientes Tablas se presentan la identificación de los impactos ambientales potenciales más significativos generados con el desarrollo del proyecto, mismas que se presentan por etapa, en este caso corresponden a las etapas de preparación y construcción del sitio y operación y mantenimiento, esto dado que en la etapa de cierre-post-cierre no se detectaron impactos ambientales significativos.

Identificación de los impactos ambientales potenciales generados por las actividades propuestas del proyecto durante la etapa de Preparación y construcción del sitio.

Tabla V.33 Identificación de los impactos ambientales potenciales generados por las actividades propuestas del proyecto durante la etapa de Preparación y construcción del sitio.

Etapa de preparación y construcción del sitio								
Obras y/o actividades	**Componente ambiental**	**Impacto ambiental**	**Relación de impacto**					
			Tipo	**Duración**	**Extensión**	**Intensidad**	**Efecto**	**Indicador**
A.3, A.4, A.6, A.7, A.8, A.12	Suelo	Perdida del suelo por erosión	Acumulativo	Permanente	Local	Mínima	Directo	Cantidad de suelo perdido por erosión (ton*ha*año)
A.4, A.6, A.7, A.8, A.10, A.11, A.12	Escorrentías superficiales	Modificación del cauce de los ríos y arroyos	Sinérgico	Temporal	Regional	Moderada	Indirecto	Longitud de escorrentías (m) que sufre un cambio
A.4, A.6, A.7, A.8, A.10, A.11	Disponibilidad de agua	Disminución de la disponibilidad del agua	Sinérgico	Temporal	Local	Mínima	Indirecto	Comparativa histórica del Nivel friático del acuífero
								Escurrimiento, evapotranspiración e infiltración del agua precipitada expresa en m^3.
								Periodo de permanencia del agua superficial en los arroyos

A.3, A.4, A.6, A.7, A.8, A.9, A.10, A.11, A.12	Calidad del aire	Alteración de la calidad del aire	Acumulativo	Temporal	Local	Moderada	Indirecto	Análisis comparativo de las contracciones de los contaminantes conforme a las NOM-021-SSA1-2021, NOM-022-SSA1-2019, NOM-023-SSA1-2021 y con relación a las partículas suspendidas establecidas en la NOM-025-SSA1-2021.
A.3, A.4, A.5, A.6, A.7, A.8, A.9, A.10, A.11, A.12	Ruido y vibraciones	Generación del ruido por el funcionamiento de la maquinaria y equipo	Significativo	Temporal	Puntual	Moderada	Directo	Monitoreo de los niveles de ruido con referencia a los parámetros establecidos en la NOM--081-SEMARNAT-1994.
A.6	Diversidad de flora	Reducción de las especies de flora por la remoción de la vegetación	Sinérgico	Temporal	Puntual	Alta	Directo	Número de especies de flora afectadas dentro del ecosistema o SAR
A.6	Cobertura	Reducción de la superficie con vegetación forestal	Acumulativo	Temporal	Local	mínima	Directo	Superficie de terreno (ha) desmontado
A.6	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	Reducción de área de la superficie de hábitat de especies normadas	Sinérgico	Temporal	Puntual	Alta	Directo	Número de especies afectadas con relación a las especies protegidas y de interés biológico listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o la CITES
A.4, A.6, A.12	Diversidad de fauna	Disminución del número de especies de fauna	Sinérgico	Temporal	Puntual	Moderado	Directo	Número de especies presentes en el Área del Proyecto susceptibles de afectación
A.4, A.5, A.6, A.12	Hábitat y corredores biológicos	Reducción e interrupción de los espacios de desplazamiento de la fauna	Acumulativo	Temporal	Regional	Moderado	Indirecto	Variación de los índices de diversidad de fauna después de ejecutar el proyecto.
A.4, A.6	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	Reducción del área y de las poblaciones de las especies en riesgo	Sinérgico	Temporal	Local	Moderado	Indirecto	Número de especies afectadas con relación a las especies protegidas y de interés biológico listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o la CITES
A.5, A.6, A.10, A.11, A.12	Vista escénica	Modificación del paisaje por el desmonte	Residual	Permanente	Local	Alta	Directo	Superficie perceptible modificada (ha) mediante el desmonte y el establecimiento de infraestructura y obras
A.7, A.9, A.10, A.11	Salud y seguridad ocupacional	Es posible que si no se toman las posibles precauciones el personal presente un riesgo alto en el desarrollo de	Sinérgico	Temporal	Local	Alta	Directo	Número de accidentes y gravedad de los mismos por año

		las actividades						

A.3=Rehabilitación de caminos de acceso, A.4=Construcción de caminos de acceso, A.5=Cercado y restricción de áreas, A.6=Desmonte y despalme, A.7=Conformación topográfica y estabilización de áreas, A.8=Compactación y cimentación de instalaciones fijas, A.9=Construcción de subestación y líneas eléctricas del proyecto, A.10=Construcción de infraestructura industrial, A.11=Construcción de infraestructura auxiliar, y A.12=Construcción de presa de jales.

Tabla V.34 Identificación de los impactos ambientales potenciales generados por las actividades propuestas del proyecto durante la etapa de Operación y mantenimiento.

Etapa Operación y mantenimiento								
Obras y/o actividades	Componente ambiental	Impacto ambiental	Relación de impacto					
			Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto	Indicador
A.14	Estructura geológica	Sufre modificaciones de la estructura interna	Residual	Permanente	Local	Alta	Directo	Superficie de terreno (ha) que sufre un cambio en la estructura geológica
A.14	Relieve	Modificación de conformación de suelo original	Residual	Permanente	Local	Moderada	Directo	Superficie de terreno (ha) que sufre un cambio de relieve
A.14, A.16, A.20	Disponibilidad de agua	Reducción de la disponibilidad de agua	Sinérgico	Temporal	Local	Moderada	Directo	Variación del Nivel friático del acuífero. Balance hídrico. Periodo de permanencia del agua superficial en los arroyos.
A.19, A.20, A.23, A.26, A.27, A.28	Calidad del agua	La calidad del agua se verá afectada por posibles contaminantes	Sinérgico	Temporal	Local	Moderado	Indirecto	Análisis comparativo de la calidad del agua con relación a los valores de la NOM-127-SSA1-2021
A.14, A.15, A.16, A.17, A.19, A.20, A.22, A.24	Calidad del aire	Emisiones de contaminantes al aire	Sinérgico	Temporal	Local	Moderado	Directo	Análisis comparativo de las contracciones de los contaminantes conforme a las NOM-021-SSA1-2021, NOM-022-SSA1-2019, NOM-023-SSA1-2021 y con relación a las partículas suspendidas establecidas en la NOM-025-SSA1-2021.
A.14, A.15, A.16, A.17, A.19, A.22, A.24, A.25, A.28	Ruido y vibraciones	Alteración los hábitos de la fauna silvestre y a la salud del personal.	Sinérgico	Temporal	Local	Moderado	Directo	Monitoreo de los niveles de ruido con referencia a los parámetros establecidos en la NOM--081-SEMARNAT-1994.
A.15, A.21, A.22, A.28	Diversidad de fauna	Reducción de la diversidad	Sinérgico	Temporal	Local	Mínima	Indirecto	Número de especies de flora afectadas dentro del ecosistema o SAR
A.14	Dinámicas poblacionales	Se interrumpen los hábitos de la fauna silvestre	Sinérgico	Temporal	Local	Mínima	Indirecto	Variación de los índices de diversidad de fauna después de ejecutar el proyecto.
A.28	Propagación de fauna nociva	Propiciar el desarrollo de plagas de fauna nociva	Sinérgico	Temporal	Puntual	Mínima	Directo	Número de sitios y/o número o densidad de especies de fauna nociva detectadas en el área del proyecto.
A.14, A.16, A.20	Vista escénica	Alteración por la remoción de la cobertura del suelo	Residual	Permanente	Local	Moderada	Directo	Superficie perceptible modificada (ha) mediante el desmonte y el establecimiento de infraestructura y obras
A.13, A.23, A.18, A.22A.17, A.20	Salud y seguridad de la población	La población se expone a riesgos potenciales por el manejo de sustancias peligrosas	Significativa	Temporal	Local	Alta	Indirecto	Número incidencias causadas directamente por las actividades del proyecto por año considerando las condiciones base de la situación previa al inicio del proyecto.
A.13, A.14, A.17, A.18, A.19, A.23, A.25, A.26	Salud y seguridad ocupacional	Exposición del personal a riesgos que implican las actividades mineras.	Significativo	Temporal	Local	Alta	Directo	Número de accidentes por año

A.13, A.17, A.18, A.20, A.22, A.23, A.25	Riesgo ambiental	Los componentes ambientales y la población se exponen a riesgos potenciales por el manejo de sustancias peligrosas	Significativo	Temporal	Local	Alta	Directo	Número de obras/actividades que supone un riesgo potencial alto al ambiente.

A.13=Almacenamiento de explosivos, A.14=Perforación y Voladura (Tajo), A.15=Trasiego de material dentro de mina, A.16=Manejo de material estéril y conformación de tepetatera, A.17=Trituración y molienda, A.18=Uso de cianuro, A.19=Beneficio en planta, A.20=Disposición de jales en la presa, A.21=Transmisión de energía eléctrica, A.22=Entrada y salida de vehículos pesados a mina, A.23=Almacenamiento y manejo de hidrocarburos y sustancias químicas, A.24=Mantenimiento de caminos de acceso y acarreo, A.25=Mantenimiento de maquinaria, vehículos y equipos, A.26=Mantenimiento de infraestructura, A.27=Operación administrativa, y A.28=Alojamiento y servicios al personal (campamento).

Conclusiones generales

La valoración de impactos ambientales realizada, como parte del primer acercamiento al conocimiento del impacto, a raíz de la matriz de interacciones, la cual involucró 27 componentes ambientales y 31 actividades durante las diferentes etapas del proyecto, se obtuvo un total de **221** interacciones potenciales, donde 175 son consideradas negativas y 46 positivas. La etapa de planeación no fue considerada, debido a que no existen impactos sobre el sitio derivada de la misma. En cuanto a la etapa de preparación y construcción se obtuvieron 80 interacciones negativas y 17 positivas, donde las actividades que mayor número de interacciones negativas provocan es el desmonte y despalme con 14, seguido de la construcción de la presa de jales y caminos de acceso con 10 cada una respectivamente. A su vez, la etapa de operación y mantenimiento arrojó 85 interacciones negativas y 18 positivas, similar a la etapa anterior, sin embargo, durante esta etapa, las actividades que encabezan las interacciones negativas son la entrada y salida de vehículos a mina con 12, seguida de la perforación y voladura con 9. En cuanto al cierre y post cierre, se obtuvieron 10 negativas y 11 positivas, debido a que durante esta etapa cesan las actividades y la mayoría se concentran en acciones positivas. Visto desde la perspectiva de interacciones negativas por sub factor ambiental, la atmósfera encabeza la lista, con 44 interacciones, seguida del suelo con 34, el sub factor humano con 29, agua con 28, la fauna con 24 y la flora y el paisaje con 8 ambas. Esta primera valoración, es solo una radiografía rápida derivada de las acciones que contempla el proyecto y el medio natural en el cual se pretende desarrollar, no obstante, no representa la importancia y la magnitud de dichas interacciones, es por lo anterior, que este tipo de metodologías son reforzadas con otras, como la matriz descriptiva y matriz de Leopold, que nos dan una idea más clara y detallada con caracterizaciones y valoraciones cualitativas y cuantitativas que nos ayudan a la toma de decisiones de manera más certera al momento de atender dichos impactos.

Una vez detectadas las posibles interacciones entre las distintas actividades y los componentes ambientales, se realizó un análisis descriptivo tomando en cuenta las condiciones actuales de cada componente ambiental dentro del SAR y de las particularidades de cada actividad en las distintas etapas del proyecto para poder detectar el grado de importancia de dichas interacciones y a raíz de este entendimiento especifico valorar posteriormente.

La valoración a través de la matriz de Leopold se realizó por etapa del proyecto, esto debido a que, al ser un proyecto de larga vida útil, y siendo las actividades muy específicas para cada etapa, resulta pertinente este tipo de modificación a la metodología, con motivo de identificar de manera más precisa los impactos. La matriz de Leopold nos ayuda a la caracterización más específica de cada impacto, contemplando aspectos como intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad y recuperabilidad. A raíz del análisis tenemos que para la etapa de preparación y construcción de encontraron 5 componentes ambientales que presentan una significancia de impacto "Baja" de impacto, seguida de 12 componentes con impacto "Moderada" y 2 presentan impacto "Alta", siendo la modificación a escorrentías superficiales y la cobertura vegetal, estas dos últimas, debido a la intensidad de modificación a la cual van a estar expuestas. Como podemos apreciar, la mayoría de los impactos se concentra en los

moderados, debido a que, si existe una modificación considerable sobre el medio natural, pero sin poner en riesgo el funcionamiento dentro del SAR. Por su cuenta, a partir de la etapa de operación y mantenimiento, la cual es la de mayor duración en la vida útil del proyecto, se evaluaron 2 componentes ambientales con significancia "Muy baja", seguido de 9 componentes con impacto de significancia "Baja" y 9 con significancia "Moderada", y al igual que la etapa anterior, se encontraron 2 componentes que presentan impactos de significancia "Alta", correspondiente a la modificación del relieve y el riesgo de la disponibilidad de agua del acuífero. El primero, a raíz de la conformación del tajo, tepetateras y presa de jales, los cuales, aun siendo impactos puntuales, representan cambios profundos en la orografía de lugar. Por su parte, la disponibilidad de agua en el acuífero fue considerado un impacto alto por la situación actual del acuífero Valle de Zaragoza, clave 0844, el cual está clasificado en déficit por CONAGUA, y considerando el consumo de agua requerido por el proyecto durante todas las etapas puede considerar un riesgo si no se toman las medidas adecuadas. Sumado a lo anterior, es importante mencionar que el proyecto contempla dentro de su planeación la obtención de agua por medios que no pongan en riesgo la disponibilidad del acuífero, sin embargo, estas acciones son caracterizadas y evaluadas en el capítulo posterior (VI), no obstante, es importante considerar y puntualizar este potencial impacto, para tomarlo con la mayor consideración posible y se efectúen las medidas planteadas de la manera más responsable y en la medida de lo posible, se contemplen mecanismos que aseguren que no se va a comprometer este componente ambiental a lo largo de la vida útil del proyecto.

Al momento del cierre y post cierre del proyecto, a partir de la valoración realizada, se tiene que 4 componentes ambientales presentan significancia "Baja" y 2 "Moderada", siendo ausentes impactos de significancia más altas. Lo anterior, es debido a que en esta etapa se concentran en mayor medida, acciones positivas o de bajo impacto, por estar más inclinadas a la restauración del sitio.

Como podemos observar, el proyecto de manera global si traerá consigo impactos en el SAR, sin embargo, en su mayoría no comprometen a los diferentes componentes ambientales, al ser impactos clasificados como moderados, que, si bien es cierto, siguen siendo afectaciones negativas, pueden prevenir, minimizar, mitigar o compensar dichos impactos por medio de acciones concretas (medidas de mitigación) que acompañen al proyecto y aseguren el cumplimiento de la legislación ambiental y el correcto desempeño ambiental, dirigiendo el proyecto al compromiso ambiental y social de la región.

Sin embargo, existirán impactos que son considerados como residuales debido a su naturaleza difícil de mitigar, ya que persistirán después de concluido el proyecto, estos impactos son el cambio en la estructura geológica provocada por el tajo principalmente, y la modificación del relieve, por el mismo motivo, pero sumando el cambio por la conformación de las tepetateras y el llenado de la presa de jales. Estos impactos, aun siendo persistentes, no se considera que sean un detonador de riesgo en materia ambiental para el SAR, ya que tomando medidas adecuadas de estabilizaciones fisicoquímicas de los mismos, no potencializan otros impactos, o, en otras palabras, no generan sinergias de riesgo, por lo cual se consideran un pasivo ambiental de bajo riesgo.

Por último, el proyecto Cordero representa un efecto detonador en la economía local y regional, al pasar de una exploración sistemática a reservas probadas para la explotación del mineral, lo cual implica beneficios directos en las comunidades rurales inmediatas, municipios de Hidalgo del Parral y Valle de Zaragoza.

CAPÍTULO VI

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

Proyectocordero
Minera Titán

Julio 2023

Great Place To Work. Certified NOV 2022 - NOV 2023 México

ESR Empresa Socialmente Responsable

MUJERES WiM MÉXICO

CONTENIDO

VI. ESTRATEGÍAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. 1

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental. 2
VI.1.1 Descripción de las medidas propuestas. 2
VI.1.2 Eficiencia de las medidas de prevención, mitigación y compensación 18
VI.2 Programa de vigilancia ambiental 29
VI.2.3 Objetivos 29
VI.2.4 Metas y alcances 29
VI.2.5 Responsable de la ejecución del programa 29
VI.2.6 Programa de calendarización 29
VI.2.7 Programas y/o medidas de cumplimiento al PVA. 29
VI.2.7.1 Programa de monitoreo ambiental 31
VI.2.7.2 Programa de mantenimiento 34
VI.2.7.3 Programa de certificación y capacitación 36
VI.2.7.4 Programa de prevención 39
VI.2.7.5 Programas de compromiso socioambiental 44
VI.2.7.6 Programa de mitigación del cambio climático 48
VI.2.7.7 Programa de mitigación de partículas suspendidas 50
VI.2.7.8 Programa de conservación de fauna silvestre 53
VI.2.7.9 Programa de conservación de flora silvestre 56
VI.2.7.10 Programa de cierre para restauración de áreas impactadas 59
VI.2.7.11 Programa integral de manejo de agua 61
VI.2.7.12 Programa de conservación de suelo 64
VI.2.7.13 Programa de manejo integral de residuos 66
VI.2.7.14 Programa de integral de reforestación 71
VI.2.7.15 Programa de conservación 73
VI.3 Seguimiento y control (monitoreo) 76
VI.3.1 Información necesaria para fijación de montos para fianza 85
VI.4 Conclusiones 87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VI.1 Impactos por sub factor, componentes ambientales e indicador de impacto. 3
Tabla VI.2. Listado total de Medidas de mitigación, prevención y compensación propuestas. 4
Tabla VI.3. Listado de medidas por componente afectado. 7
Tabla VI.4 Valoración de las medidas de mitigación por componente de la etapa de Preparación y Construcción. 18
Tabla VI.5 Revaloración de significancia de los impactos con medidas propuestas para la etapa de Preparación y Construcción. 18
Tabla VI.6 Valoración de las medidas de mitigación por componente de la etapa de Operación y Mantenimiento. 21
Tabla VI.7 Revaloración de significancia de los impactos con medidas propuestas para la etapa de Operación y Mantenimiento. 22
Tabla VI.8 Valoración de las medidas de mitigación por componente de la etapa de Cierre y Post cierre. 25
Tabla VI.9 Revaloración de significancia de los impactos con medidas propuestas para la etapa de Cierre y Post cierre. 26
Tabla 10. Medidas de mitigación agrupadas por programas. 29
Tabla 11. Localidades del municipio de Hidalgo del Parral. 48
Tabla 12. Listado de especies en algún estatus de protección. 57
Tabla VI.13 parámetros de las medidas ambientales propuestos para su la ejecución y seguimiento. 76
Tabla 14. Listado de costos por medida establecida para el PVA. 85

INDICE DE GRAFICAS

Gráfica VI.1 Valoración del impacto ambiental con y sin medidas (etapa de Preparación y Construcción). . 20
Gráfica VI.2 Número de impactos por Significancia sin y con medidas para la etapa de Preparación y Construcción. 21
Gráfica VI.3 Valoración del impacto ambiental con y sin medidas (etapa de Operación y Mantenimiento). 23
Gráfica VI.4 Número de impactos por Significancia sin y con medidas para la etapa de Operación y Mantenimiento. 24
Gráfica VI.5 Valoración del impacto ambiental con y sin medidas (etapa de Cierre y Post cierre)..... 26
Gráfica VI.6 Número de impactos por Significancia sin y con medidas para la etapa de Cierre y Post-cierre. 27
Gráfica VI.7 Impactos positivos por componente derivado de las medidas en la etapa de Cierre y Post cierre. 28
Gráfica 8. Profundidad del Tajo vs nivel freático estático, y volumen acumulado. 41

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

Al llevar a cabo la Evaluación de Impacto Ambiental, se estiman los efectos negativos que el desarrollo de un proyecto puede tener en el medio ambiente. Con base en esta estimación, se deben evitar o reducir al mínimo posible los impactos ambientales identificados mediante la aplicación de medidas preventivas, de mitigación y otras necesarias, de acuerdo con el Artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). La prevención de los impactos ambientales es la prioridad, con el objetivo de minimizar la afectación, dando preferencia a evitar el impacto en lugar de reducirlo o compensarlo.

Con relación a lo anterior, una vez que se han clasificado y evaluado los impactos, en el presente capítulo se describen las medidas preventivas, de mitigación y/o compensaciones asociadas directamente a la atención de cada uno de los impactos identificados. Estas medidas se integran en un Plan de Vigilancia Ambiental.

Le implementación de estas medidas atienden los impactos ambientales identificados y evaluados en el capítulo V que implica para el desarrollo del proyecto "**Cordero**". Las propuestas y/o medidas están orientadas hacia las actividad causantes o impactantes, a fin de garantizar la prevención, mitigación y/o compensación de los impactos generados, de acuerdo con el tipo de mediadas que se implementaran son de prevención, mitigación y compensación.

Los conceptos relacionados de los tipos de medidas de acuerdo con las definiciones planteadas en el Reglamento en Materia de Impacto Ambiental de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiente, REIA, (SEMARNAT, 2014) son:

- **Medida de prevención (MP):** Conjunto de acciones que se aplican previo al desarrollo de actividades del proyecto para evitar la generación de posibles efectos que propicien el deterioro del ambiente.
- **Medida de mitigación (MM):** Conjunto de acciones que se ejecutan durante y posterior al desarrollo de las actividades del proyecto para atenuar los impactos y restablecer las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que haya sido causada por la realización del proyecto.
- **Medida de compensación (MC):** Conjunto de acciones que permiten restituir los efectos de los impactos que no pueden ser prevenidos y/o mitigados, su finalidad es la de restablecer las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación; o bien, la magnitud de estas acciones o medidas, será equivalente al de la acción que ocasionó el deterioro del ambiente.

En este apartado se presentan las medidas preventivas (MP), de mitigación (MM) y compensación (MC) recomendadas para el desarrollo en general de todas las obras consideradas dentro del proyecto en todas sus etapas.

La presentación de las medidas de prevención y mitigación corresponden a la serie de acciones precisas que deben realizarse temporal o permanentemente, con el fin de atenuar, minimizar o en dado caso eliminar los efectos adversos causados por las acciones del proyecto. A esto se refiere los impactos negativos identificados y evaluados con anticipación. Al igual estas medidas también tienen por objetivo dar a conocer los aspectos positivos que se generen a raíz del proyecto, las cuales deben de cumplir con las siguientes características:

- Minimizar la generación de residuos asegurándonos de que estos sean eliminados correctamente;
- Manejo adecuado de residuos mineros y materiales de descapote para asegurar la protección del ambiente.
- Implementar las medidas necesarias para conservar los recursos naturales como el suelo, agua, flora, fauna, etc.
- Implementar las medidas necesarias para reducir las emisiones en el aire, el agua y el suelo, minimizando el impacto.

- Implementar las medidas necesarias para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero con el objetivo de controlar el cambio climático.
- Integrar la conservación de la biodiversidad y uso de la tierra tomando en cuenta todas las fases de producción.
- Rehabilitar los sitios para asegurar la estabilidad del ecosistema a largo plazo, en coordinación con las comunidades aledañas de manera oportuna.

Estas medidas planteadas serán llevadas a cabo durante y después del desarrollo de las actividades del proyecto, dende se contemplan las siguientes etapas:

- Preparación/Construcción del sitio.
- Operación y mantenimiento.
- Cierre y Post-cierre.

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.

VI.1.1 Descripción de las medidas propuestas.

En este apartado se presenta la estrategia que implementa las medidas de prevención, mitigación y/o compensación, así como su seguimiento con la finalidad de minimizar y/o compensar los impactos ambientales adversos generados por la ejecución del proyecto "Cordero" para las etapas de Preparación - Construcción del sitio, Operación-Mantenimiento y Cierre - Post-cierre del sitio.

Las medidas propuestas responden a los impactos ambientales adversos de mayor significancia identificados en la valoración de impactos evaluados en el Capítulo V. En dicha valoración se identifican los componentes ambientales con mayores impactos ambientales por la ejecución de las actividades del proyecto.

En la siguiente Tabla se presentan los resultados de la valoración de impactos realizado en el capítulo V, aunque en esta tabla se muestra el componente ambiental afectado con su valor impacto categorizada en significancia, se especifica que previamente fue valorado la influencia de una o varias actividades sobre un mismo componente.

Por medio del nivel de significa, fue posible identificar los factores ambientales que presentaron un mayor impacto, misma que este dado por la influencia de las diversas actividades del proyecto (para mayor detalle la metodología de la valoración se describe en el capítulo V), esto permite que las propuestas de las medidas de mitigación sean dirigidas con mayor enfoque hacia los componentes más afectados sin perder de vista los demás componentes.

Con fines de identificar los impactos más significativos de cada una de las etapas que comprende el proyecto, se presenta la tabla correspondiente a la valoración final de los impactos ambientales categorizados por nivel de significancia, donde de manera general se encontró que en las etapas que se presentan más impactos sobre los componentes son para la etapa de preparación y construcción del sitio, seguida por la etapa de operación y mantenimiento, mientas que para la etapa de cierre fueron pocos los componentes afectados y los que se presentan son de baja significancia en su gran mayoría.

Tabla VI.1 Impactos por sub factor, componentes ambientales e indicador de impacto.

SUB-FACTOR	ETAPA →		PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	CIERRE Y POST CIERRE	Indicador de Impacto
	ACTIVIDAD		Significancia del Impacto	Significancia del Impacto	Significancia del Impacto	
	COMPONENTE AMBIENTAL					
Suelo	C.1	Estructura geológica	**Bj**	**Md**		Superficie de terreno (ha) que sufre un cambio en la estructura geológica
	C.2	Relieve	**Bj**	**A**		Superficie de terreno (ha) que sufre un cambio de relieve
	C.3	Erosión	**Md**	**Bj**		Cantidad de suelo perdido por erosión (ton*ha*año)
	C.4	Calidad del suelo	**Bj**	**Bj**	**Bj**	Afectación de la calidad del suelo mediante el aumento de las concentraciones de los metales usando de referencia a los límites permisibles establecidos en la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, y también por la contaminación de hidrocarburos usando de referencia los límites permisibles de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.
Agua	C.6	Escorrentías superficiales	**A**	**Bj**		Longitud de escorrentías (m) que sufre un cambio
	C.7	Disponibilidad	**Md**	**A**		Variación del Nivel freático del acuífero. Balance hídrico. Periodo de permanencia del agua superficial en los arroyos
	C.8	Calidad del agua	**Bj**	**Md**	**Bj**	Análisis comparativo de la calidad del agua con relación a los valores conforme la NOM-127-SSA1-2021
Atmósfera	C.9	Calidad del aire	**Md**	**Md**	**Bj**	Análisis comparativo de las contracciones de los contaminantes conforme a las NOM-021-SSA1-2021, NOM-022-SSA1-2019, NOM-023-SSA1-2021 y con relación a las partículas suspendidas establecidas en la NOM-025-SSA1-2021.
	C.10	Ruido y vibraciones	**Md**	**Md**	**Md**	Monitoreo de los niveles de ruido con referencia a los parámetros establecidos en la NOM--081-SEMARNAT-1994.
	C.11	Contaminación lumínica		**Bj**		Número de actividades nocturnas
Flora	C.12	Diversidad de flora	**Md**	**MBj**		Número de especies de flora afectadas dentro del ecosistema o SAR
	C.13	Cobertura	**A**	**MBj**		Superficie de terreno (ha) desmontado
	C.14	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	**Md**	**Bj**		Número de especies afectadas con relación a las especies protegidas y de interés biológico listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o la CITES
Fauna	C.15	Diversidad de fauna	**Md**	**Md**		Número de especies presentes en el Área del Proyecto susceptibles de afectación
	C.16	Dinámicas poblacionales	**Bj**	**Md**		Variación de los índices de diversidad de fauna después de ejecutar el proyecto.
	C.17	Hábitat y corredores biológicos	**Md**	Bj		Superficie de terreno (ha) desmontado
	C.18	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	**Md**	**Bj**		Número de especies afectadas con relaciona al número de especies protegidas y de interés biológico listadas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la CITES

	C.19	Propagación de fauna nociva	**Bj**	**Md**		Número de sitios y/o número o densidad de especies de fauna nociva detectadas en el área del proyecto.
Paisaje	C.20	Vista escénica	**Md**	**Md**		Superficie perceptible modificada (ha) mediante el desmonte y el establecimiento de infraestructura y obras
Humano	C.23	Empleo y actividades económicas			**Md**	Número de empleos generados/perdidos con el desarrollo del proyecto
	C.24	Salud y seguridad de la población		**Bj**		Número incidencias causadas directamente por las actividades del proyecto por año considerando las condiciones base de la situación previa al inicio del proyecto.
	C.25	Salud y seguridad ocupacional	**Md**	**Md**	**Md**	Número de accidentes por año
	C.26	Riesgo ambiental		**Bj**	**Bj**	Número de obras/actividades que supone un riesgo potencial alto al ambiente.

MBj=Muy baja, **Bj**=Baja, **Md**=Media, **A**=Alta, **MA**=Muy alta

Como describió en párrafos anterior, la significancia de los impactos se comporta de manera muy heterogénea, lo cual indica que el proyecto no presenta inclinación total hacia un escenario negativo o positivo. Lo anterior es debido a que, si bien es cierto, el proyecto es de gran escala, la zona ayuda a que muchos impactos no sean de gran magnitud debido al contexto ambiental, económico y social en el que se propone.

En la siguiente tabla se presentan las medidas propuestas que permitirán atender los impactos para los diferentes componentes ambientales afectados. En general se tienen planteados un total de 58 medidas de diferentes tipos. Cabe mencionar que algunas de las medidas propuestas ya están contempladas en los procesos o protocolos de las actividades del proyecto, para el resto se analizó su viabilidad considerando los costos y los aspectos técnicos.

Tabla VI.2. Listado total de Medidas de mitigación, prevención y compensación propuestas.

ID	Descripción de la medida	Tipo de medida	Etapa del proyecto		
			Preparación y construcción	Operación y mantenimiento	Cierre y post cierre
M.1	Estabilización física de tepetatera y presa de jales	MM	X	X	X
M.2	Acopio de material vegetal y suelo fértil derivado del desmonte y despalme	MC	X		
M.3	Almacenamiento temporal y disposición final de residuos peligrosos apegado a la normatividad	MM	X	X	X
M.4	Aplicación de riegos periódicos en los frentes de obra y caminos adicionando en algunos casos el uso de supresores de polvo	MM	X	X	X
M.5	Capacitación ambiental al personal	MP	X	X	X
M.6	Certificación laboral del personal y capacitaciones constantes	MP	X	X	X
M.7	Construcción de obras hidráulicas menores (canaletas o zanjas) y mayores (drenajes pluviales) a fin de minimizar la alteración de escorrentías	MC	X	X	X
M.8	Delimitación precisa de las áreas de desmonte	MP	X		
M.9	Cercado del proyecto	MP	X		

M.10	Ejecutar un plan de desmonte y despalme de manera direccionada y/o paulatina en función de los avances del proyecto o de las obras	MP	X		
M.11	Ejecutar monitoreos anuales de biodiversidad de flora y fauna en el SAR.	MM	X	X	X
M.12	Uso de Equipo de Protección Personal (EPP)	MP	X	X	X
M.13	Implementar políticas ambientales de conservación y protección de cumplimiento obligatorio para el personal y proveedores	MM	X	X	X
M.14	Adquirir volumen de agua de concesiones ya autorizadas dentro del acuífero	MC	X	X	X
M.15	Construcción y operación de dos plantas tratadoras de aguas residuales en la unidad minera	MM		X	
M.16	Instalación de ahuyentadores sonoros en presa jales	MM		X	
M.17	Instalación de bebederos para fauna	MM	X	X	X
M.18	Plan de manejo integral de residuos (residuos peligrosos, residuos de manejo especial y sólidos urbanos)	MM	X	X	X
M.19	Construcción y operación de un relleno sanitario de acuerdo a la normatividad	MM		X	
M.20	Instalación de letreros alusivos de límite de velocidad en caminos internos del proyecto y accesos principales	MP	X	X	X
M.21	Instalación de señalamientos para la protección de la fauna	MP	X	X	X
M.22	Instalaciones sanitarias móviles y fijas	MM	X	X	X
M.23	Aprovechamiento eficiente del agua de laboreo	MM		X	
M.24	Monitoreo de calidad del agua superficial y subterránea del SAR	MP	X	X	X
M.25	Monitoreo de calidad del agua de la presa de jales	MP		X	
M.26	Monitoreo de PST, PM 10, PM2.5, COx, NOx, SOx, mercurio y plomo con base en la normatividad vigente	MP	X	X	X
M.27	Monitoreo de ruido y vibraciones para dar cumplimiento a los límites máximos permisibles de emisión de los mismos conforme a la normatividad vigente	MP	X	X	X
M.28	Contar con equipo antiderrames en frentes de obra	MM	X	X	X
M.29	Implementar obras de conservación de agua y suelo	MC	X	X	
M.30	Programa de mantenimiento y verificación de maquinaria, equipos, vehículos ligeros y pesados usados en el proyecto	MM	X	X	X
M.31	Programa de reforestación	MC			X
M.32	Programa de rescate y reubicación de flora silvestre	MM	X	X	
M.33	Programa de rescate, reubicación y ahuyentamiento de fauna silvestre	MM	X	X	X
M.34	Implementación de plan de manejo de residuos mineros con base en la NOM-157-SEMARNAT-2009.	MM		X	X
M.35	Recirculación del agua de presa de jales a planta a través de un sistema de recuperación de bomba flotante.	MM		X	
M.36	Reincorporación de suelo orgánico a las áreas destinadas a restauración	MC			X

M.37	Establecer políticas dirigidas a proveedores e involucrados sobre un adecuado manejo y disposición de final de residuos peligrosos	MM	X	X	X
M.38	Verificación, dictaminación y mantenimiento de tanques estacionarios e instalaciones de gas Lp.	MP		X	
M.39	Conformación del tajo de acuerdo a un plan de minado que contempla medidas de protección y seguridad con base en un estudio de estabilidad.	MM	X	X	
M.40	Supervisión ambiental externa que valide realización de obras y estudios, además de revisión y validación de informes semestrales y/o anuales	MP	X	X	X
M.41	Implementar un manejo adecuado de jales conforme a lo establecido en la NOM-141-SEMARNAT-2003.	MM	X	X	X
M.42	Construcción y operación de vivero para reproducción y mantenimiento de especies nativas	MM	X	X	X
M.43	Diseño de jardines nativos considerando el entorno natural	MC	X	X	
M.44	Construcción y operación del almacén de combustibles apegado a la normatividad	MM	X	X	
M.45	Programa de prevención de accidentes y ejecución de simulacros de emergencia	MP	X	X	X
M.46	Geomembrana en el área de recuperación de presa de jales	MM		X	
M.47	Programa de prevención contra incendios forestales	MP	X	X	X
M.48	Programa de energías renovables y ahorro de consumo	MM	X	X	
M.49	Implementar programa de concientización ambiental a las comunidades aledañas	MC	X	X	X
M.50	Programa de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero	MC	X	X	X
M.51	Programa de rescate y reubicación de Biznaga Partida (*Coryphatha poselgeriana*)	MM	X	X	
M.52	Reutilización de las aguas residuales de la ciudad de Parral para minimizar el impacto al acuífero	MM		X	
M.53	Implementación de un área de conservación	MC		X	X
M.54	Reuniones informativas con miembros de las comunidades y autoridades municipales acerca de los avances del proyecto	MP	X	X	X
M.55	Elaboración de catálogo de especies de flora y fauna en el SAR	MP	X	X	X
M.56	Implementación de planta de composta para el tratamiento de residuos orgánicos	MM	X	X	X
M.57	Integración de comités comunitarios para el seguimiento y comunicación permanente del proyecto	MP	X	X	X
M.58	Uso, manejo y almacenamiento de sustancias químicas con base en las normas de STPS correspondientes.	MP		X	
MM = Medida de mitigación, **MP** = Medida de prevención, **MC** = Medida de compensación					

Las medidas anteriormente enlistadas en la Tabla VI.2 pueden responder a uno o varios impactos derivados de la ejecución del proyecto, por lo cual, se realizó la relación de cada uno con respecto a la medida que facilite el seguimiento y evaluación durante la ejecución. A continuación, se muestra la Tabla VI.3 donde se puede observar que medidas responden directamente a los impactos detectados.

Tabla VI.3. Listado de medidas por componente afectado.

Etapa del proyecto	Obras y/o actividades del proyecto	Componente ambiental	Impacto ambiental	ID	Tipo de medida	Descripción de la medida	Indicador			
							Objetivo	Periodicidad	Método de calculo	Fuente de información
Todas las etapas	Tepetatera y presa de jales	Estructura geológica y topografía	Conformación irregular en el terreno	M.1	MC	Estabilización física de tepetatera y presa de jales	Asegurar una estabilización adecuada para evitar deslizamientos y/o rodado de material (en tepetatera) durante las actividades del proyecto.	Acción específica para la etapa (no periódica)	(m^3 de suelo conformado/ m3 de suelo propuesto a conformar) * 100	Reportes, evidencia fotográfica y verificación en sitio
PyC	Desmonte y desplame	Suelo	Cantidad de suelo	M.2	MC	Acopio de material vegetal y suelo fértil derivado del desmonte y despalme	Resguardar la capa fértil orgánica, producto de la extracción del material (despalme), realizando una mezcla con el material de desecho producto del desmonte (ramas e individuos no maderables), esta mezcla deberá tener un proceso de composteo para su aprovechamiento en actividades de restauración y conservación de suelo posteriores.	Acción específica de la etapa (no periódica)	(m3 de suelo recuperado / total de m3 estimados a recuperar) * 100	Reportes y evidencia fotográfica
Todas las etapas	Uso de maquinaria en general, construcción y mantenimiento	Suelo y agua	Contaminación de suelo y agua por residuos peligrosos	M.3	MM	Almacenamiento temporal y disposición final de residuos peligrosos apegado a la normatividad	Almacenar temporalmente los residuos peligrosos de manera segura evitando que se tenga algún contacto con el suelo y agua, por lo que la construcción del almacén de residuos peligrosos (RP) se apegará a la normatividad correspondiente.	Continuo durante la vida útil del proyecto	(RP almacenados temporalmente / RP generados) *100 (RP dispuestos / RP generados) * 100	Bitácoras, evidencia fotográfica y reportes
Todas las etapas	Trasiego de material dentro de mina, entrada y salida de vehículos pesados a mina y trituración	Atmósfera	Aumento de partículas sólidas totales	M.4	MM	Aplicación de riegos periódicos en los frentes de obra y caminos adicionando en algunos casos el uso de supresores de polvo	Reducir los niveles de emisiones de partículas suspendidas a la atmósfera generadas por el movimiento constante de vehículos de obra y maquinaria.	Diario durante época de estiaje	(Riegos realizados / total de riegos propuestos) * 100	Bitácoras, evidencia fotográfica y reportes
Todas las etapas	Todas	Todos	Malas prácticas que pongan en	M.5	MP		Concientizar al personal de la unidad para el desarrollo de	Semestral	(Capacitaciones impartidas /	Bitácoras, evidencia

			riesgo el ambiente.			Capacitación ambiental al personal	sus prácticas en armonía con el entorno natural y el respeto a los seres vivos, de la importancia del uso de buenas prácticas ambientales.		Capacitaciones propuestas) * 100 (# de asistentes / # total del personal en la empresa) * 100	fotográfica y reportes
Todas las etapas	Todas	Todos	Riesgo laboral y ambiental	M.6	MP	Certificación laboral del personal y capacitaciones constantes	Fortalecer la capacidad, tanto individual como colectiva, de aportar conocimientos, habilidades y actitudes, para el mejor desempeño laboral y para el logro de los objetivos del proyecto.	Anual	(Capacitaciones impartidas / Capacitaciones propuestas) * 100 (# de asistentes / # total del personal en la empresa) * 100	Bitácoras, evidencia fotográfica y reportes
PyC	Desmonte y desplame, conformación topográfica y estabilización de áreas y construcción de infraestructura	Agua	Modificación de las escorrentías naturales	M.7	MC	Construcción de obras hidráulicas menores (canaletas o zanjas) y mayores (drenajes pluviales) a fin de minimizar la alteración de escorrentías	Construcción, protección y mantenimiento de obras hidráulicas menores (canaletas o zanjas) y mayores (drenajes pluviales), permitiendo mantener el patrón de escurrimiento natural del área de influencia.	Acción específica (no periódica)	(# de obras realizadas / # de obras planeadas) * 100	Bitácoras, evidencia fotográfica y reportes
PyC	Desmonte y despalme	Flora	Desmontes no autorizados	M.8	MP	Delimitación precisa de las áreas de desmonte	Preservar la integridad de las zonas aledañas y fuera de los polígonos autorizados para cambio de uso de suelo.	Acción específica (no periódica)	(Superficie delimitada en hectáreas / Total de superficie autorizada en hectáreas) * 100	Bitácoras, evidencia fotográfica, verificación en sitio y reportes
PyC	Construcción de áreas industriales y presa de jales	Fauna	Riesgo de lesiones o muerte de fauna al acceder a áreas operativas	M.9	MP	Cercado del proyecto	· Preservar la seguridad de las operaciones del proyecto, al personal y evitar el ingreso de fauna silvestre a las áreas de la unidad, con el fin de evitar algún accidente.	Acción específica (no periódica)	(Longitud total cercada (m) / longitud total propuesta a cercar (m)) * 100	Bitácoras, evidencia fotográfica y verificación en sitio
PyC	Desmonte y despalme	flora, fauna y suelo	Pérdida de biodiversidad y aumento de la erosión	M.10	MP	Ejecutar un plan de desmonte y despalme de manera direccionada o paulatina en función de los avances del proyecto o de las obras	Realizar los desmontes y despalmes por secciones, a manera que se vaya requiriendo en las áreas, con el fin de evitar que el suelo quede descubierto y se genere erosión.	Periódico	(Desmontes realizados (ha) / Superficie autorizada (ha)) * 100	Bitácoras, evidencia fotográfica, verificación en sitio y reportes

Todas las etapas	Todas	Flora y fauna	Reducción de las poblaciones locales	M.11	MM	Ejecutar monitoreos anuales de biodiversidad de flora y fauna en el SAR.	Conocer las especies florísticas y faunísticas que se encuentran dentro del SAR, evaluar las dinámicas poblacionales de la fauna cada año, así como el monitoreo de la flora y su cambio por estación, al igual que monitorear las dinámicas poblacionales de flora y fauna.	Anual	(# de monitoreos realizados / monitoreos totales propuestos) * 100	Reportes y evidencia fotográfica
Todas las etapas	Todas	Humano	Accidentes e incidentes	M.12	MP	Uso de Equipo de Protección Personal (EPP)	· Ofrecer al personal su seguridad, por medio del uso de equipo de protección personal durante la ejecución de las diversas actividades del proyecto.	Continuo durante la vida útil del proyecto	(Número de personal con EPP / Número de personal total en la empresa) * 100	Bitácoras, reportes y evidencia fotográfica
Todas las etapas	Todas	Todos	Malas prácticas que pongan en riesgo el ambiente.	M.13	MM	Implementar políticas ambientales de conservación y protección de cumplimiento obligatorio para el personal y proveedores	Dar a conocer al personal las acciones ambientales que se implementarán en la empresa para minimizar la afectación el medio natural, y a su vez establecer que son de carácter de cumplimiento obligatorio.	Semestral	(Número de personas con platicas / número de personal total en la empresa) * 100 (Número de platicas impartidas / número de platicas propuestas) * 100	Bitácoras, reportes y evidencia fotográfica
Planeación	Todas	Agua	Disminución de la disponibilidad regional del agua	M.14	MC	Adquirir volumen de agua de concesiones ya autorizadas dentro del acuífero	Adquirir volumen de agua ya concesionado y autorizado dentro del acuífero.	Acción específica durante la etapa (no periódica)	(Número de concesiones adquiridas/ número de concesiones planteadas a adquirir) * 100	Informes
OyM	Todas	Agua y suelo	Disminución de la disponibilidad regional y contaminación del agua y suelo	M.15	MM	Construcción y operación de una planta tratadora de aguas residuales de la unidad minera	Construir y operar una planta tratadora de aguas residuales en la unidad minera, minimizando los niveles de contaminado del agua.	Continuo durante la etapa	Agua residual tratada (m3) / agua residual generada (m3) * 100	Reportes e informes
OyM	Disposición de jales en la presa	Fauna	Riesgo de lesiones o muerte de fauna al acceder a áreas operativas	M.16	MM	Instalación de ahuyentadores sonoros en presa jales	Se pretende que con ayuda de los ahuyentadores sonoros no se tenga ninguna incidencia de fauna en la presa de jales	Continuo durante la etapa	(Número de ahuyentadores instalados / número de ahuyentadores propuestos) *100	Informes, evidencia fotográfica y verificación en sitio

Todas las etapas	Cercado y restricción de áreas	Fauna	Reducción de áreas de descanso y alimentación	M.17	MM	Instalación de bebederos para fauna	Promover la continuidad y óptimo desarrollo de las diferentes especies de fauna silvestre, en áreas aledañas a la zona de desarrollo del proyecto, evitando el deterioro de las poblaciones naturales de vida silvestre, asegurando su permanencia en las áreas que serán objeto de la aplicación de este plan	Continuo durante la vida útil del proyecto	(Número de bebederos instalados / total de bebederos propuestos) * 100	Informes, evidencia fotográfica y verificación en sitio
Todas las etapas	Todas	Agua, suelo, flora y fauna	Contaminación de agua y suelo asi como la degradación de la calidad de hábitat para flora y fauna	M.18	MM	Plan de manejo integral de residuos (residuos peligrosos, residuos de manejo especial y sólidos urbanos)	Disminuir la posibilidad de contaminación del suelo, agua, paisaje, aire y generación de fauna nociva por la mala disposición de los residuos, a través de programas de manejo integral de residuos, realizando buenas prácticas y gestión.	Continuo durante la vida útil del proyecto	(RSU recolectados / RSU generados) * 100 (Residuos de manejo especial en disposición final / Residuos de manejo especial generados) * 100 (Total de RP a disposición final / Residuos peligrosos generados) * 100	Informes, evidencia fotográfica y verificación en sitio
OyM	Todas	Agua, suelo, flora y fauna	Contaminación de agua y suelo asi como la degradación de la calidad de hábitat para flora y fauna	M.19	MM	Construcción y operación de un relleno sanitario de acuerdo a la normatividad	Disminuir la degradación del suelo, contaminación de fuentes de agua y de la atmósfera, a partir de la construcción y operación de un relleno sanitario	Continuo durante la vida útil del proyecto	Cantidad de residuos sólidos urbanos tratados / Cantidad de residuos sólidos urbanos generados) * 100	Informes, evidencia fotográfica y verificación en sitio
Todas las etapas	Todas	Aire, fauna y humano	Generación de polvos, riesgo de atropellamiento de fauna y accidentes del personal	M.20	MP	Instalación de letreros alusivos de límite de velocidad en caminos internos del proyecto y accesos principales	Establecer límites de velocidad dentro de los caminos de acarreo y acceso de la unidad minera e implementar señaléticas.	Continuo durante la vida útil del proyecto	(Número de letreros a colorar / Numero de letreros propuestos) * 100	Reporte, evidencia fotográfica y verificación en sitio
Todas las etapas	Todas	Fauna	Reducción de las poblaciones locales de fauna silvestre	M.21	MP	Instalación de señalamientos para la protección de la fauna.	Colocar letreros y/o señalamientos dentro y fuera de la unidad minera, en donde se plasme indicativos sobre el cuidado y protección de la fauna.	Acción específica para la etapa	(Número de letreros colocados / Número de letreros propuestos * 100	Reporte, evidencia fotográfica y verificación en sitio

Todas las etapas	Todas	Agua, suelo y atmosfera	Contaminación de agua, suelo y aire	M.22	MM	Instalaciones sanitarias móviles y fijas	Evitar la contaminación del entorno, por defecación al aire libre	Continuo durante la vida útil del proyecto	(# de áreas de trabajo con baños disponibles / # de áreas de trabajo totales) * 100	Reporte, evidencia fotográfica y verificación en sitio
OyM	Todas	Agua	Disminución de la disponibilidad regional	M.23	MM	Aprovechamiento eficiente del agua de laboreo	Aprovechamiento del agua de laboreo generada en el área de tajo, misma que será almacenada y distribuida para su utilidad en el proceso productivo.	Diario	(m3 de agua utilizada / m3 de agua de laboreo bombeada) * 100	Informes, evidencia fotográfica y verificación en sitio
Todas las etapas	Todas	Agua	Contaminación de agua	M.24	MP	Monitoreo de calidad del agua superficial y subterránea del SAR	Realizar monitoreos de aguas superficiales y subterráneas con el fin de evaluar y vigilar su calidad, y si se encuentran dentro de los parámetros normales basándose en la normatividad aplicable, los monitoreos se realizarán en aguas que se ubiquen dentro del proyecto y/o en el sistema ambiental regional que pudieran ser afectados por las obras y actividades del promovente.	Anual	(# de Muestreos realizados / Total de muestreos propuestos) * 100	Informes, evidencia fotográfica y verificación en sitio
OyM	Disposición de jales en la presa	Agua, suelo y fauna	Generación de cuerpo de agua con niveles altos de contaminación por una inadecuada detoxificación	M.25	MP	Monitoreo de calidad del agua de la presa de jales	Realizar monitoreos, seguimientos y control de la calidad de agua en la presa de jales determinando su calidad, y realizar la comparativa de los parámetros obtenidos con los establecidos por la normatividad aplicable.	Semestral	(# de Muestreos realizados / Total de muestreos propuestos) * 100	Informes, evidencia fotográfica y verificación en sitio
Todas las etapas	Trasiego de material dentro de mina, entrada y salida de vehículos pesados a mina y trituración	Atmósfera	Aumento de PST, PM 10, PM2.5, COx, NOx, SOx, mercurio y plomo	M.26	MP	Monitoreo de PST, PM 10, PM2.5, COx, NOx, SOx, mercurio y plomo con base en la normatividad vigente	Realizar monitoreos, seguimientos y control de PST, PM 10, PM2.5, COx, NOx, SOx, mercurio y plomo con la finalidad de determinar la calidad del aire dentro de la unidad y también en áreas aledañas, en base a la normatividad aplicable.	Anual	(# de Muestreos realizados / Total de muestreos propuestos) * 100	Informes, evidencia fotográfica y verificación en sitio
Todas las etapas	Todas	Atmósfera, fauna, humano	Contaminación por ruido ambiental, cambio en la dinámica poblacional de las especies y	M.27	MP	Monitoreo de ruido y vibraciones para dar cumplimiento a los límites máximos permisibles de emisión de los	Dimensionar los niveles de ruido y vibraciones emitidos por maquinaria, vehículos (ligeros y pesados) y equipos, y realizar los análisis comparativos de dichos valores con los limites	Mensual	(Monitoreos realizados/ # de monitoreos anuales programados	Reportes y evidencia fotográfica

			afectación al personal			mismos conforme a la normatividad vigente.	permisibles establecidos por la normatividad aplicable.			
Todas las etapas	Todas	Agua y suelo	Riesgo de derrames de contaminantes a suelo natural	M.28	MM	Contar con equipo antiderrames en frentes de obra	Evitar incidentes durante la operación y mantenimiento que generen derrames y puedan contaminar el suelo, por medio del equipo antiderrames.	Continuo durante la vida útil del proyecto	(# de equipos antiderrames utilizados / # de equipos antiderrames en stock) * 100	Reportes y evidencia fotográfica
PyC, OyM	Todas	Agua y suelo	Pérdida de infiltración y aumento de la erosión	M.29	MC	Implementar obras de conservación de agua y suelo	Retención del suelo, disminuir la erosión provocada por el cambio de uso de suelo, favorecer la infiltración, todo esto por medio de las obras (acciones) que se implementarán.	Continuo durante la vida útil del proyecto	(# de obras de conservación realizadas / Total de obras de conservación propuesta) * 100	Reportes y evidencia fotográfica
Todas las etapas	Todas	Agua, suelo, atmósfera y humano	Riesgo de fugas y derrames en los vehículos y maquinaria que lleguen a contaminar agua y suelo, así como aumento de partículas arrojadas por los escapes de los mismos.	M.30	MM	Programa de mantenimiento y verificación de maquinaria, equipos, vehículos ligeros y pesados usados en el proyecto	Tener el control y registro de la maquinaria, equipos, vehículos ligeros y pesados, con la finalidad de asegurar el buen funcionamiento de los mismos y evitar posibles incidentes que involucren derrames de hidrocarburos.	Mensual	(# mantenimientos preventivos realizados / # mantenimientos programados) * 100	Reportes, bitácora, verificación en sitio y evidencia fotográfica
CyPC	Desmonte y despalme	Flora	Pérdida de cobertura vegetal y diversidad de especies	M.31	MC	Programa de reforestación	Ejecutar un programa de reforestación con especies nativas, respetando la estructura original, seleccionando los sitios más adecuados en función de sus características topográficas, estado de conservación del suelo y considerando la tenencia de la tierra. Contribuir con la recuperación de vegetación nativa en el SAR incluyendo aquellas superficies abandonadas empleadas en las actividades del proyecto; al mismo tiempo se compensa la reducción de hábitat de flora y fauna y los impactos negativos en la	Periódica	(Superficie reforestada / superficie total a reforestar) * 100	Bitácora, informe, verificación en sitio y evidencia fotográfica

							hidrología, suelo y calidad paisajística del cambio de uso de suelo.			
PyC, OyM	Desmonte y despalme	Flora	Pérdida de especies de importancia ecológica y bajo algún estatus de protección	M.32	MM	Programa de rescate y reubicación de flora silvestre	El programa de rescate, se ejecuta para minimizar el impacto sobre la flora nativa, sin ser limitativo a las especies listadas en alguna categoría de protección, sin embargo, se considera como prioridad la especies que se encuentren dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, o en su caso por su biología.	Acción específica (no periódica)	(# de individuos rescatados / # de individuos propuestos a rescatar) * 100	Bitácora, informe, verificación en sitio y evidencia fotográfica
Todas las etapas	Todas	Fauna	Pérdida de ejemplares de fauna silvestre	M.33	MM	Programa de rescate, reubicación y ahuyentamiento de fauna silvestre	Conservación de especies de fauna silvestre con especial atención a las reportadas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, mediante manejo de bajo impacto, que implica acciones de desplazamiento o ahuyentamiento, y como última medida el rescate y reubicación de algunos especímenes de lento desplazamiento. En su mayoría, se efectúa en áreas donde se realizará un desmonte de vegetación, pero es posible encontrarlas en áreas donde se realizan diversas actividades por lo que siempre implica el rescate o ahuyentamiento de la fauna silvestre, en caso de avistamiento.	Continuo durante la vida útil del proyecto	(# de individuos observados / # de individuos ahuyentados) * 100 (# de individuos observados / # de individuos rescatados y reubicados) *100	Bitácora, Informe y evidencia fotográfica
OyM, CyPC	Disposición de jales en la presa de jales y manejo de	Agua y suelo	Contaminación de suelo y agua por drenaje ácido o	M.34	MM	Implementación de plan de manejo de residuos mineros con base en la	Definir y aplicar las medidas necesarias que asegure el manejo integral de los residuos mineros generados en el proyecto, durante su periodo	Continuo durante la vida útil del proyecto	(Total de residuos valorizados / total de residuos generados) * 100	Bitácora, Informe y evidencia fotográfica

	material estéril y conformación de tepetatera		lixiviación natural			NOM-157-SEMARNAT-2009.	de producción, con el fin de lograr su prevención, minimización y valorización.		(Total de residuos reciclados / total de residuos generados) * 100	
OyM	Todas	Agua	Disminución de la disponibilidad regional	M.35	MM	Recirculación del agua de presa de jales a planta a través de un sistema de recuperación de bomba flotante.	Realizar un manejo sustentable del recurso hídrico proveniente de la presa de jales para su aprovechamiento en planta para su uso de procesamiento a través de un sistema de recuperación con bomba flotante.	Continuo durante la etapa	(Metros cúbicos de agua reutilizados / Metros cúbicos de agua recuperados) * 100	Reportes y evidencia fotográfica
CyPC	Desmonte y despalme	Suelo	Aumento de la tasa de erosión	M.36	MC	Reincorporación de suelo orgánico a las áreas destinadas a restauración	Reincorporación de la capa de suelo orgánico producto del despalme, realizando una mezcla con el material de desecho producto del desmonte (ramas e individuos no maderables).	Acción específica durante la etapa (no periódica)	(Metros cúbicos de suelo orgánico reincorporados / metros cúbicos de suelo orgánico recuperados) * 100	Reportes, evidencia fotográfica y verificación en sitio
Todas las etapas	Todas	Todos	Malas prácticas que pongan en riesgo el ambiente.	M.37	MM	Establecer políticas dirigidas a proveedores e involucrados sobre un adecuado manejo y disposición de final de residuos peligrosos	Concientizar al personal externo que brinde servicios a la empresa ejecutora acerca de la correcta disposición final y manejo de residuos peligrosos.	Diario	(# de empleados que se les impartió platicas / # total de empleados de la empresa) * 100 (# empleados externos que se les impartió platicas / # total de empleados externos de la empresa) * 100	Informes, bitácoras y evidencia fotográfica
OyM	Almacenamiento y manejo de hidrocarburos	Suelo, agua, atmósfera y humano	Derrames de hidrocarburos y riesgo de explosión	M.38	MP	Verificación, dictaminación y mantenimiento de tanques estacionarios e instalaciones de gas Lp.	La verificación y mantenimiento de tanques mejorando su eficiencia, así como a instalaciones de gas Lp, brindando seguridad en su uso y operación.	Anual	(Número de verificaciones y mantenimientos realizados / Número de verificaciones y mantenimientos programados) * 100	Informes, bitácoras y evidencia fotográfica
PyC, OyM	Perforación y Voladura (Tajo)	Estructura geológica	Cambios en la estructura geológica	M.39	MM	Conformación del tajo de acuerdo a un plan de minado que contempla medidas de protección y seguridad con	Realizar una estabilización del tajo con las mejores prácticas para una mayor seguridad y protección, por medio de un plan de minado.	Continuo durante la etapa	(m3 de superficie conformada / m3 de superficie a conformar propuestos) *100	Informes, evidencia fotográfica y verificación en sitio

						base en un estudio de estabilidad.				
Todas las etapas	Todas	Todos	Impactos ambientales generales del proyecto	M.40	MP	Supervisión ambiental externa que valide realización de obras y estudios, además de revisión y validación de informes semestrales y/o anuales	Efectuar la supervisión ambiental externa del proyecto brindando el asesoramiento y permitiendo esclarecer temas, realizar revisiones de permisos, autorizaciones, seguimientos a informes, etc.	Mensual	(Número de supervisiones externas realizadas / Número de supervisiones externas programadas al año) * 100	Informes, evidencia fotográfica y verificación en sitio
Todas las etapas	Disposición de jales en la presa	Agua y suelo	Contaminación de agua y suelo	M.41	MM	Implementar un manejo adecuado de jales conforme a lo establecido en la NOM-141-SEMARNAT-2003.	Establecer una buena gestión de los jales conforme lo establecido en la NOM-141-SEMARNAT-2003, debido a que por si composición y oxidación, presenta características toxicas, representando un riesgo para el equilibrio ecológico.	Continuo durante la vida útil del proyecto	(# especificaciones y lineamientos atendidos / # de especificaciones y lineamientos totales) * 100	Informes, reportes, evidencia fotográfica
Todas las etapas	Desmonte y despalme	Flora	Pérdida de cobertura vegetal y diversidad de especies	M.42	MM	Construcción y operación de vivero para reproducción y mantenimiento de especies nativas	La conservación y producción de especies nativas de la región del proyecto, con el fin de promover la diversidad de la flora en la región.	Acción específica durante la etapa (no periódica)	(# de individuos reproducidos / # de individuos reproducidos propuestas) * 100	Informes, reportes, evidencia fotográfica
PyC, OyM	Construcción de infraestructura	Flora	Pérdida de especies nativas de flora	M.43	MC	Diseño de jardines nativos considerando el entorno natural	Contar con un sitio para conservación con especies nativas, el cual tenga características del entorno natural, y esta porción de área beneficie a la flora y fauna que se encuentre cercana.	Continuo durante la vida útil del proyecto	(m2 de superficie diseñada de jardín / m2 de superficie total del jardín propuesta) * 100	Reportes, evidencia fotográfica y verificación en sitio
PyC, OyM	Almacenamiento y manejo de hidrocarburos	Suelo, agua, atmósfera y humano	Derrames de hidrocarburos y riesgo de explosión	M.44	MM	Construcción y operación del almacén de combustibles apegado a la normatividad	Establecer las especificaciones, parámetros y requisitos técnicos de seguridad industrial, seguridad operativa, y protección ambiental que se deben cumplir en el diseño, construcción, operación y mantenimiento de estaciones de servicio para	Continuo durante la vida útil del proyecto	(Número de indicadores cumplidos / total de indicadores cumplidos) * 100	Reporte, evidencia fotográfica y verificación en sitio

							almacenamiento y expendio de diésel y gasolinas.			
Todas las etapas	Todas	Todos	Malas prácticas que pongan en riesgo el ambiente y al personal	M.45	MP	Programa de prevención de accidentes y ejecución de simulacros de emergencia	Contribuir a la disminución de accidentes del personal de la unidad minera, mediante la aplicación de un programa de prevención de accidentes y ejecución de simulacros de emergencia.	Continuo durante la vida útil del proyecto	(# de accidentes / total de accidentes (año anterior)) *	Reporte, bitácora y evidencia fotográfica
OyM	Disposición de jales en la presa	Agua	Disminución de la disponibilidad regional	M.46	MM	Geomembrana en el área de recuperación de presa de jales	Cubrir las superficies requeridas de la presa de jales con geomembrana para reducir el potencial de filtración, evitando afectar al suelo y agua.	Mensual	(Superficie recubierta con geomembrana / Superficie propuesta) * 100.	Reportes, Bitácoras, evidencia fotográfica y verificación en sitio
Todas las etapas	Todas	Todos	Aumento en el riesgo de incendios forestales	M.47	MP	Programa de prevención contra incendios forestales	Tener conocimiento sobre las prácticas y medidas que se requiere para la prevención de incendios forestales, como realizar capacitaciones, simulacros, talleres, entre otras, a fin de contar con personal capacitado para evitar y/o enfrentar alguna situación de emergencia.	Continuo durante la vida útil del proyecto	(Conatos y/o incendios atendidos / incendios y/o conatos de incendio presentados) * 100	Reporte, evidencia fotográfica y verificación en sitio
PyC, OyM	Todas	Cambio climático	Uso de combustibles fósiles	M.48	MM	Programa de energías renovables y ahorro de consumo	Aumentar la capacidad instalada y la generación de electricidad a partir de fuentes renovables de energía.	Continuo durante la vida útil del proyecto	(# tecnologías eficientes implementadas / total de sistemas de energía propuestos) * 100	Informe, reportes, evidencia fotográfica y verificación en sitio
Todas las etapas	Todas	Todos	Malas prácticas que pongan en riesgo el ambiente	M.49	MC	Implementar programa de concientización ambiental a las comunidades aledañas	Se busca implementar acciones de concientización y difusión ambiental dirigidas a las comunidades cercanas al proyecto acerca de las actividades que la promovente realiza o está llevando a cabo en las diferentes etapas del proyecto.	Anual	(Cursos impartidos / Cursos propuestos) * 100 (Asistencia obtenida en los cursos impartidos / asistencia esperada en los cursos propuestos) * 100	Reporte, bitácora y evidencia fotográfica

Todas las etapas	Uso de maquinaria en general	Atmósfera	Aumento de partículas suspendidas totales	M.50	MC	Programa de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero	Llevar un control de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que genera el proyecto durante todas sus etapas y sobre todo durante la operación, para crear estrategias de reducción de gases de efecto invernadero.	Continuo durante la vida útil del proyecto	(Número de acciones realizadas/ número de acciones propuestas) * 100	Informes, y evidencia fotográfica
PyC, OyM	Desmonte y desplame	Flora	Pérdida de especies protegidas	M.51	MM	Programa de rescate y reubicación de Biznaga Partida (*Coryphatha poselgeriana*)	El programa de rescate, se ejecuta para minimizar el impacto sobre la flora nativa, sin ser limitativo a las especies listadas en alguna categoría de protección, sin embargo, se considera como prioridad la especies que se encuentren dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, o en su caso por su biología.	Acción específica durante la etapa (no periódica)	(# de individuos rescatados / # de individuos propuestos a rescatar) * 100	Bitácora, informe, verificación en sitio y evidencia fotográfica
OyM	Todas	Agua y suelo	Disminución de la disponibilidad regional y contaminación del agua y suelo	M.52	MM	Reutilización de las aguas negra de la ciudad de Hidalgo del Parral para minimizar el impacto al acuífero	Otra acción social, se pretende reusar las aguas negras generadas en la ciudad de Hidalgo del Parral, para ello se plantea ampliar la PTAR municipal de Hidalgo del Parral donde el agua tratada será enviada a la unidad minera mediante la construcción de un acueducto.	Continuo durante la etapa	Agua residual tratada (m3) / agua residual propuesta a tratar (m3) * 100	Reportes e informes
OyM, CyPC	Operación de la mina en general	Flora y fauna	Pérdida de vegetación por la instalación del proyecto, al igual que vista escénica	M.53	MC	Implementación de un área de conservación	Promover acciones de conservación de los recursos naturales (agua y suelo), permitiendo la infiltración de agua, retención de azolves por obras como, presas filtrantes de piedra acomodada y gaviones, así como la restauración de suelos degradados naturalmente, permitiendo en conjunto el incremento en la productividad del ecosistema.	Continuo durante la etapa	(Superficie conservada / Superficie total propuesta) * 100	Reportes, evidencia fotográfica y verificación en sitio
Todas las etapas	Todas	Todos	Desinformación del proyecto a las comunidades	M.54	MP	Reuniones informativas con miembros de las comunidades y autoridades municipales acerca de los	Llevar a cabo reuniones informativas con miembros de las comunidades y autoridades municipales en las diferentes etapas del proyecto, donde se difundirán las acciones que se llevarán a cabo tanto en actividades operativas como la	Continuo durante la vida útil del proyecto	(Número de reuniones impartidas / Número de reuniones propuestas a impartir) * 100	Reporte, bitácora y evidencia fotográfica

						avances del proyecto	aplicación de las medidas ambientales.			
Todas las etapas	Todas	Flora y fauna	Falta de información de las especies que se encuentran dentro del SAR	M.55	MP	Elaboración de catálogo de especies de flora y fauna en el SAR	Crear un catálogo de flora y fauna con el fin de que el personal, y la población de la región conozca y tenga información acerca de las especies que habitan en la región.	Acción específica durante la etapa (no periódica)	(Número de catálogos realizados / Número de catálogos propuestos) * 100	Catálogo realizado
Todas las etapas	Todas	Agua y suelo	Contaminación de agua y suelo por generación de residuos orgánicos	M.56	MM	Implementación de planta de composta para el tratamiento de residuos orgánicos	Con la composta se busca enriquecer el suelo con nutrientes, volviendo su composición más fértil, y con esto ayudar a las diferentes acciones que se implementarán para la conservación del suelo, para reforestaciones, entre otras.	Continuo durante la vida útil del proyecto	(Cantidad de residuos tratados / Cantidad de residuos generados) *100	Reporte, bitácora y evidencia fotográfica
Todas las etapas	Todas	Humano	Poca participación de las comunidades en el proyecto	M.57	MP	Integración de comités comunitarios para el seguimiento y comunicación permanente del proyecto	Se pretende impulsar la formación de comités comunitarios con la finalidad crear relaciones colaborativas para el desarrollo de actividades sociales económicas y ambientales, así como para crear y mantener buenas relaciones entre la promovente y la comunidad con la información, de manera que permita mediar y recibir inquietudes de los habitantes de las comunidades cercanas.	Continuo durante la vida útil del proyecto	(Número de comités ecológicos activos / Número de comités ecológicos totales) * 100	Reporte, bitácora y evidencia fotográfica
OyM	Operación de la mina en general	Agua, Atmósfera Suelo y Humano	Accidentes e incidentes	M.58	MP	Uso, manejo y almacenamiento de sustancias químicas con base en las normas de STPS correspondientes.	Mantenerse dentro de la normatividad vigente para el uso, manejo y almacenamiento de sustancias químicas.	Continuo durante la vida útil del proyecto	(Cantidad de sustancias químicas utilizadas / Cantidad de sustancias químicas en stock) *100	Informes, evidencia fotográfica y verificación en sitio

VI.1.2 Eficiencia de las medidas de prevención, mitigación y compensación

Las medidas propuestas para atenuar los impactos reales y potenciales derivados de la ejecución del proyecto pueden ser valoradas con la misma metodología y criterios que los impactos ambientales, pero de forma positiva, debido a que dichas medidas son actividades que se desarrollaran a lo largo de la vida útil del proyecto y a la par que las actividades de producción.

La valoración de las medidas propuestas permitirá evaluar cuantitativamente su efectividad, teniendo en cuenta que el objetivo de estas es prevenir, mitigar y compensar los impactos provocados por el proyecto, de esta manera es viable generar un análisis de efectividad para medir el grado de atenuación de las medidas propuestas con la finalidad de visualizar un escenario con medidas de mitigación.

Etapa de Preparación y Construcción

En esta etapa se concentran el mayor número de impactos negativos con significancia "Moderada" y "Baja", sin embargo, también se cuenta con dos impactos de significancia "Alta" correspondientes a la modificación de las escorrentías y la pérdida de cobertura vegetal, debido a que es en donde existe una intervención directa en el sitio y se modifica el medio natural. Debido a lo anterior, se propusieron las medidas adecuadas y necesarias para atenuar dichos impactos, las cuales fueron presentadas y descritas con anterioridad en este capítulo.

En la siguiente Tabla se presenta la valoración resultante en sentido positivo para cada componente derivada de las medidas propuestas.

Tabla VI.4 Valoración de las medidas de mitigación por componente de la etapa de Preparación y Construcción.

SUB-FACTOR	ETAPA → / ACTIVIDAD → / ↓ COMPONENTE AMBIENTAL		Valoración de Importancia y Magnitud															Valor de impacto positivo parcial
			No. de Medid	Atribu	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Valor de la	Magnit ud		
Suelo	C.1	Estructura geológica	1	+	1	1	8	4	4	2	1	1	1	3	0.29	0.20		0.23
	C.2	Relieve	2	+	1	1	8	4	4	1	1	1	2	3	0.29	0.20		0.23
	C.3	Erosión	8	+	2	8	8	3	3	4	4	1	4	3	0.52	0.10		0.17
	C.4	Calidad del suelo	9	+	4	8	8	3	3	4	1	1	4	2	0.54	0.10		0.18
Agua	C.6	Escorrentías superficiales	2	+	1	2	8	4	2	2	1	4	4	2	0.34	0.10		0.15
	C.7	Disponibilidad	4	+	8	12	2	4	4	2	1	4	4	4	0.73	0.30		0.40
	C.8	Calidad del agua	11	+	4	8	8	4	4	4	1	1	4	2	0.56	0.20		0.28
Atmósfera	C.9	Calidad del aire	10	+	4	8	4	1	2	1	1	1	4	3	0.45	0.30		0.34
	C.10	Ruido y vibraciones	3	+	1	2	4	4	3	1	1	1	2	1	0.24	0.10		0.13
Flora	C.12	Diversidad de flora	10	+	4	8	8	3	4	4	1	4	4	3	0.59	0.20		0.29
	C.13	Cobertura	5	+	4	8	8	3	4	4	1	4	4	3	0.59	0.10		0.18
	C.14	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	10	+	8	2	8	4	4	1	1	4	1	1	0.52	0.30		0.36
Fauna	C.15	Diversidad de fauna	13	+	8	12	8	3	1	1	1	4	4	2	0.72	0.30		0.40
	C.16	Dinámicas poblacionales	5	+	2	12	8	4	4	2	1	4	4	1	0.58	0.20		0.29
	C.17	Hábitat y corredores biológicos	8	+	2	12	2	4	3	1	1	1	4	4	0.50	0.10		0.17
	C.18	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	12	+	8	2	8	4	4	1	1	4	1	1	0.52	0.30		0.36
	C.19	Propagación de fauna nociva	4	+	8	2	8	4	4	2	1	4	4	1	0.56	0.10		0.18
Paisaje	C.20	Vista escénica	4	+	8	8	4	4	1	2	1	1	2	2	0.57	0.10		0.18
Humano	C.25	Salud y seguridad ocupacional	8	+	8	2	8	4	4	1	1	4	4	1	0.55	0.50		0.52

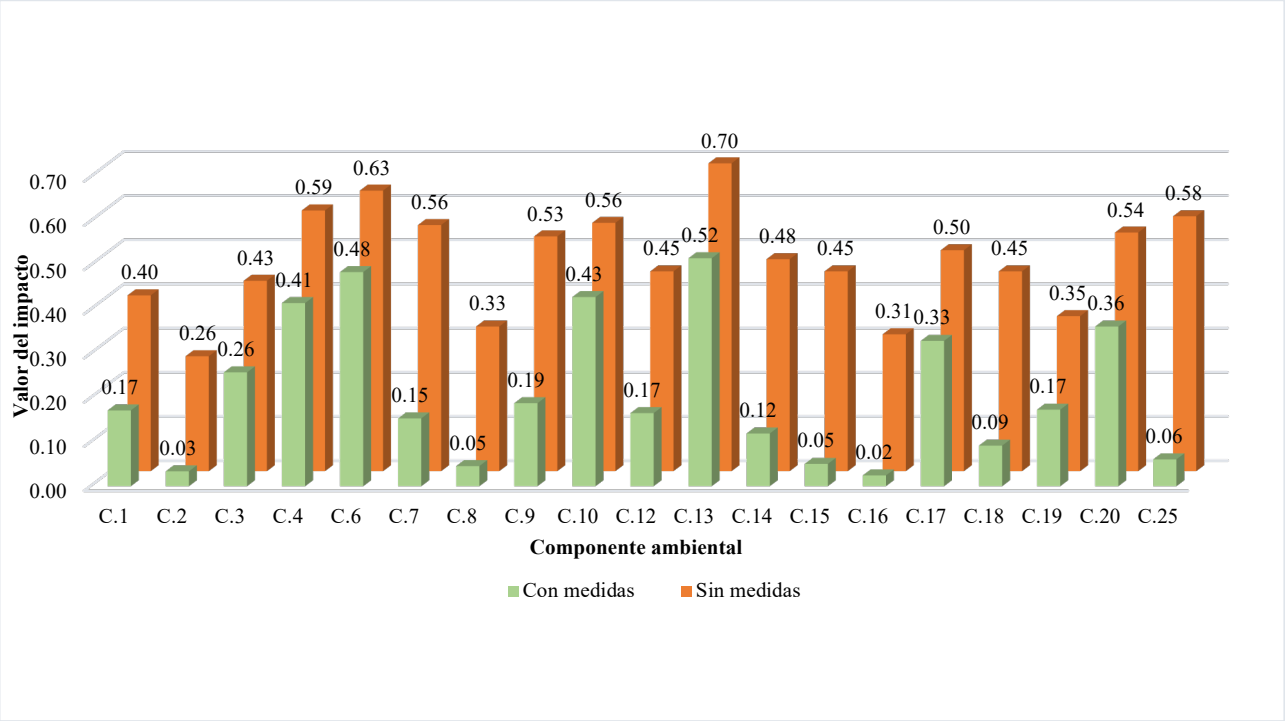
En la siguiente tabla, podemos observar cómo se reducen los valores de impacto parcial negativo del proyecto al restar el valor parcial positivo de las medidas al valor parcial de impacto negativo, por lo cual, existe una reducción de la significancia por componente para la presente etapa como podemos observar a continuación:

Tabla VI.5 Revaloración de significancia de los impactos con medidas propuestas para la etapa de Preparación y Construcción.

Componente ambiental	Clasificación del impacto positivo de las medidas	Clasificación del impacto negativo del proyecto sin medidas		Clasificación del impacto con proyecto y medidas	
	Valor de impacto positivo parcial	Valor de impacto negativo parcial	Significancia del Impacto	Valor de impacto parcial con medidas	Significancia final del Impacto
Estructura geológica	0.23	0.40	Bj	0.17	MBj
Relieve	0.23	0.26	Bj	0.03	MBj
Erosión	0.17	0.43	Md	0.26	Bj
Calidad del suelo	0.18	0.59	Md	0.41	Md
Escorrentías superficiales	0.15	0.63	A	0.48	Md
Disponibilidad	0.40	0.56	Md	0.15	MBj
Calidad del agua	0.28	0.33	Bj	0.05	MBj
Calidad del aire	0.34	0.53	Md	0.19	MBj
Ruido y vibraciones	0.13	0.56	Md	0.43	Md
Diversidad de flora	0.29	0.45	Md	0.17	MBj
Cobertura	0.18	0.70	A	0.52	Md
Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	0.36	0.48	Md	0.12	MBj
Diversidad de fauna	0.40	0.45	Md	0.05	MBj
Dinámicas poblacionales	0.29	0.31	Bj	0.02	MBj
Hábitat y corredores biológicos	0.17	0.50	Md	0.33	Bj
Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	0.36	0.45	Md	0.09	MBj
Propagación de fauna nociva	0.18	0.35	Bj	0.17	MBj
Vista escénica	0.18	0.54	Md	0.36	Bj
Salud y seguridad ocupacional	0.52	0.58	Md	0.06	MBj

MA=Muy alto, A=Alto, Md=Moderado, Bj=Bajo y MBj=Muy bajo.

Los valores positivos obtenidos por componente nos ayudan a visualizar la reducción del impacto parcial negativo, como podemos observar en la gráfica VI.1 en donde se visualiza la reducción del valor del impacto a raíz de la aplicación de las medidas propuestas. En dicha gráfica se muestra el impacto que sufre cada uno de los componentes ambientales (barras color naranja) y la reducción del impacto mediante la aplicación de las medidas de mitigación (barras color verdes).

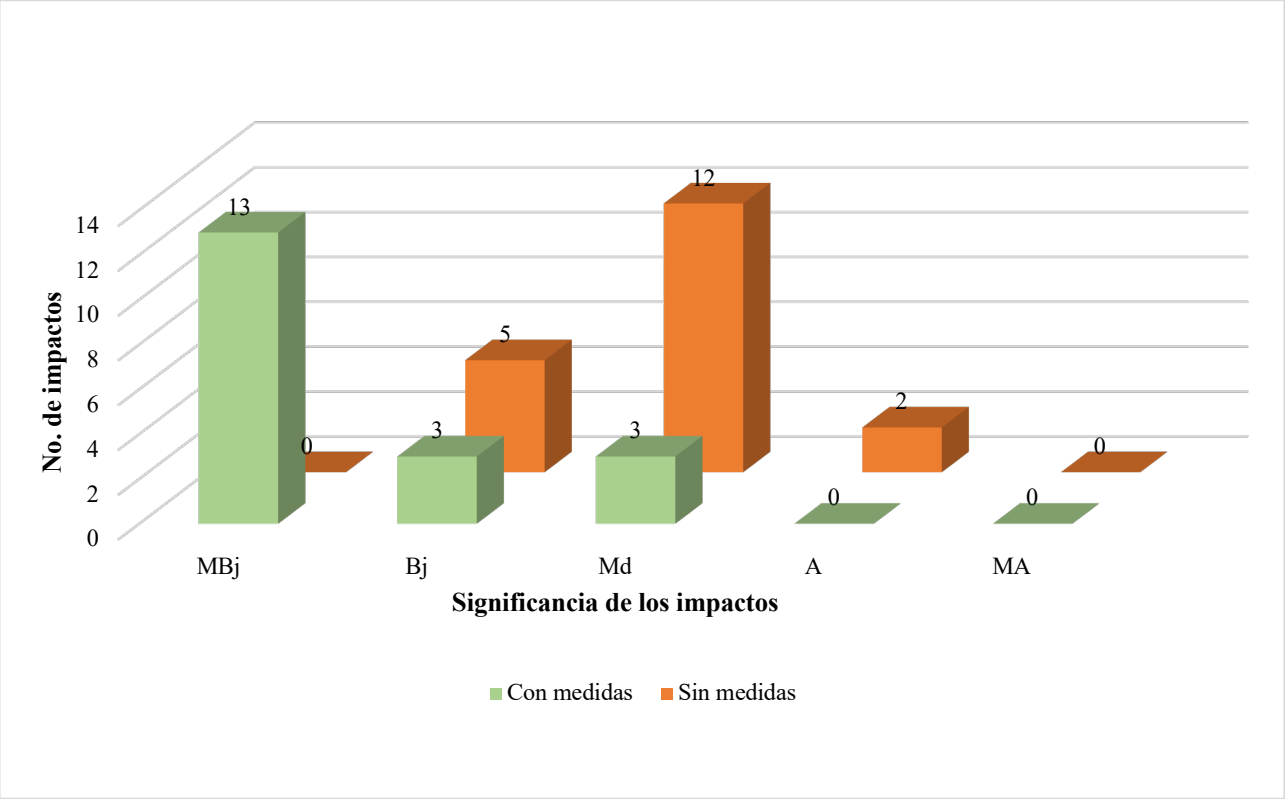


Gráfica VI.1 Valoración del impacto ambiental con y sin medidas (etapa de Preparación y Construcción).

De manera general, para todos los componentes, el impacto es atenuado en diferente magnitud, el cual es el propósito principal de las medidas de mitigación propuestas. En particular, se puede mencionar que los componentes con mayor reducción de impacto son: disponibilidad de agua (C.7), calidad del agua (C.8), diversidad de flora y fauna (C.12 y C.15) así como las especies en alguna categoría de protección de flora y fauna (C.14 y C.18) y la salud ocupacional (C.25). En el caso contrario, los componentes con poca mitigación fueron las escorrentías superficiales (C.6), ruido y vibraciones (C.10), cobertura vegetal (C.13) y vista escénica (C.20) debido a la naturaleza del impacto de difícil mitigación.

En el caso de los primeros, y particularmente en el caso del relieve, es posible que se deba que durante la primera etapa de ejecución de actividades físicas en el terreno no implique grandes cambios, por lo que con las medidas se contrarrestan de manera más exitosa dicho componente. Para el caso de los componentes que no redujeron tan notablemente el impacto parcial, tal es el caso de la vista escénica y el ruido, son difíciles de tener medidas que contrarresten dichos impactos dado que es parte inherente del proyecto.

Como se observó en la tabla VI.5, con la aplicación de las medidas propuestas la significancia del impacto por componente se reduce drásticamente, desapareciendo las significancias clasificadas como "Alta" y migrando la mayoría a significancia "Baja" o "Muy baja", como podemos apreciar en la siguiente gráfica:



Gráfica VI.2 Número de impactos por Significancia sin y con medidas para la etapa de Preparación y Construcción.

Operación y Mantenimiento

Esta etapa es la de mayor duración durante la vida útil del proyecto, por lo cual, se desprenden numerosos impactos tangibles y potenciales, tanto por las actividades que conlleva esta etapa como por los materiales que son requeridos durante la operación. Debido a lo anterior, se propusieron las medidas adecuadas y necesarias para atenuar dichos impactos, las cuales fueron presentadas y descritas con anterioridad en este capítulo. A continuación, se presenta evidencia cuantitativa de la efectividad de dichas medidas para la etapa en cuestión.

Tabla VI.6 Valoración de las medidas de mitigación por componente de la etapa de Operación y Mantenimiento.

	ACTIVIDAD → / ↓ COMPONENTE AMBIENTAL		No. de Medidas	Atributo	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Valor de la	Magnitud	Valor de impacto positivo parcial
Suelo	C.1	Estructura geológica	2	+	1	1	8	4	4	2	1	1	1	3	0.29	0.10	0.14
	C.2	Relieve	5	+	1	1	8	4	4	1	1	1	2	3	0.29	0.20	0.23
	C.3	Erosión	6	+	2	8	3	3	3	2	1	1	4	3	0.42	0.20	0.26
	C.4	Calidad del suelo	15	+	8	8	8	4	1	3	1	1	4	1	0.63	0.20	0.29
Agua	C.6	Escorrentías superficiales	2	+	1	2	8	4	2	2	1	4	4	2	0.34	0.10	0.15
	C.7	Disponibilidad	7	+	8	12	2	4	3	1	1	4	4	4	0.71	0.50	0.56
	C.8	Calidad del agua	19	+	4	8	8	4	4	4	1	1	4	2	0.56	0.30	0.37
Atmósfera	C.9	Calidad del aire	15	+	1	8	8	1	1	2	1	1	2	2	0.37	0.30	0.32
	C.10	Ruido y vibraciones	3	+	1	2	4	4	3	1	1	1	2	1	0.24	0.10	0.13
	C.11	Contaminación lumínica	1	+	1	2	4	4	3	1	1	1	2	1	0.24	0.10	0.13
Flora	C.12	Diversidad de flora	11	+	2	12	3	4	4	4	1	1	2	4	0.53	0.05	0.11
	C.13	Cobertura	6	+	1	4	2	3	4	4	4	4	1	4	0.37	0.05	0.10

	C.14	**Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas**	10	+	8	8	8	4	4	1	1	4	4	1	**0.67**	**0.10**	**0.19**
Fauna	**C.15**	**Diversidad de fauna**	13	+	8	12	8	4	4	1	1	4	4	1	**0.75**	**0.10**	**0.20**
	C.16	**Dinámicas poblacionales**	5	+	1	12	2	4	3	1	1	1	2	3	**0.44**	**0.10**	**0.16**
	C.17	**Hábitat y corredores biológicos**	8	+	2	12	2	4	3	1	1	1	4	4	**0.50**	**0.10**	**0.17**
	C.18	**Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas**	12	+	8	12	8	4	4	1	1	4	4	1	**0.75**	**0.10**	**0.20**
	C.19	**Propagación de fauna nociva**	4	+	8	8	8	4	4	4	1	4	4	1	**0.70**	**0.30**	**0.40**
Paisaje	**C.20**	**Vista escénica**	5	+	8	8	4	4	1	2	1	1	2	2	**0.57**	**0.05**	**0.11**
Humano	**C.24**	**Salud y seguridad de la población**	4	+	12	12	8	4	3	1	1	1	4	2	**0.84**	**0.20**	**0.32**
	C.25	**Salud y seguridad ocupacional**	12	+	8	2	8	4	4	1	1	4	4	1	**0.55**	**0.30**	**0.37**
	C.26	**Riesgo ambiental**	16	+	12	12	8	4	4	4	1	1	4	1	**0.87**	**0.50**	**0.70**

En la siguiente tabla, podemos observar cómo se reducen los valores de impacto parcial del proyecto, al restar el valor parcial positivo de las medidas al valor parcial de impacto negativo, por lo cual, existe una reducción de la significancia por componente para esta etapa de operación y mantenimiento como podemos observar en el las casilla final de la tabla que corresponde a la clasificación del impacto con proyecto y medidas.

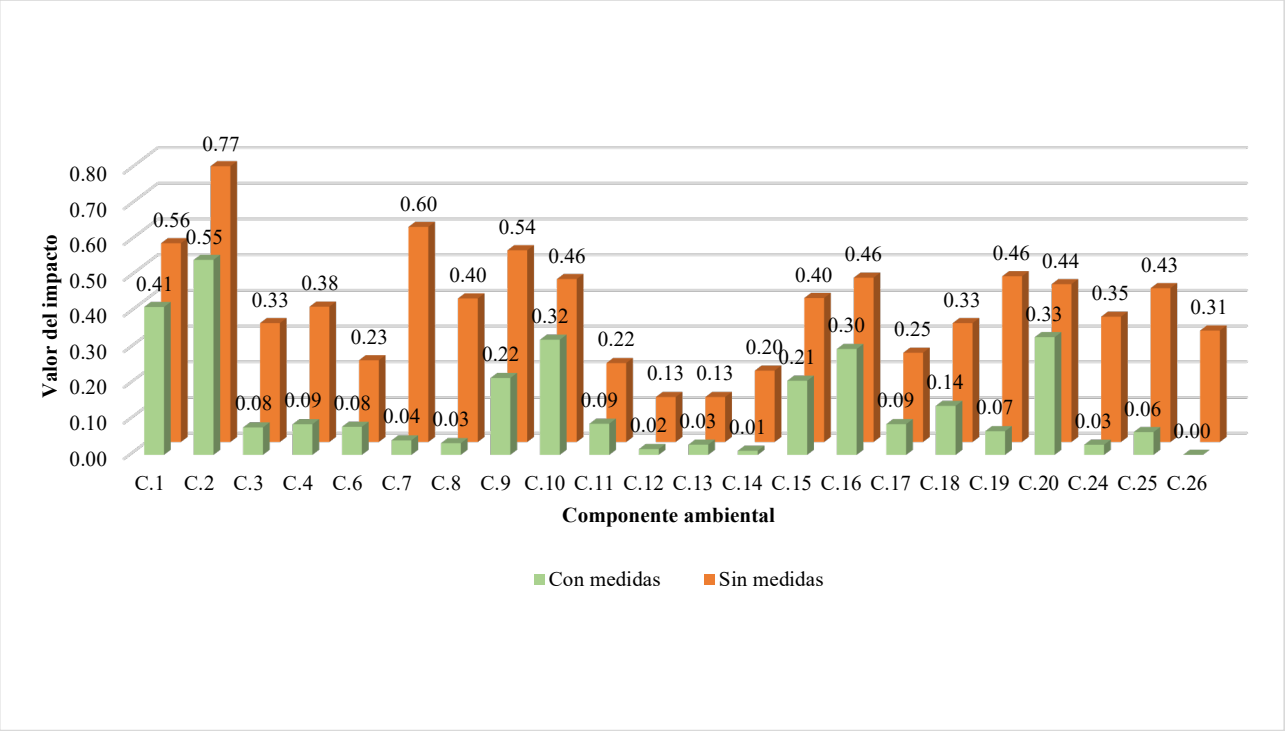
Tabla VI.7 Revaloración de significancia de los impactos con medidas propuestas para la etapa de Operación y Mantenimiento.

Componente ambiental	**Clasificación del impacto positivo de las medidas**	**Clasificación del impacto negativo del proyecto sin medidas**		**Clasificación del impacto con proyecto y medidas**	
	Valor de impacto positivo parcial	**Valor de impacto negativo parcial**	**Significancia del Impacto**	**Valor de impacto positivo parcial**	**Valor de impacto negativo parcial**
Estructura geológica	0.14	0.56	Md	0.41	Md
Relieve	0.23	0.77	A	0.55	Md
Erosión	0.26	0.33	Bj	0.08	MBj
Calidad del suelo	0.29	0.38	Bj	0.09	MBj
Escorrentías superficiales	0.15	0.23	Bj	0.08	MBj
Disponibilidad	0.56	0.60	A	0.04	MBj
Calidad del agua	0.37	0.40	Md	0.03	MBj
Calidad del aire	0.32	0.54	Md	0.22	Bj
Ruido y vibraciones	0.13	0.46	Md	0.32	Bj
Contaminación lumínica	0.13	0.22	Bj	0.09	MBj
Diversidad de flora	0.11	0.13	MBj	0.02	MBj
Cobertura	0.10	0.13	MBj	0.03	MBj
Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	0.19	0.20	Bj	0.01	MBj
Diversidad de fauna	0.20	0.40	Md	0.21	Bj
Dinámicas poblacionales	0.16	0.46	Md	0.30	Bj
Hábitat y corredores biológicos	0.17	0.25	Bj	0.09	MBj

Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	0.20	0.33	Bj	0.14	MBj
Propagación de fauna nociva	0.40	0.46	Md	0.07	MBj
Vista escénica	0.11	0.44	Md	0.33	Bj
Salud y seguridad de la población	0.32	0.35	Bj	0.03	MBj
Salud y seguridad ocupacional	0.37	0.43	Md	0.06	MBj
Riesgo ambiental	0.70	0.31	Bj	-0.39	MBj

MA=Muy alto, A=Alto, Md=Moderado, Bj=Bajo y MBj=Muy bajo.

Los valores positivos obtenidos por componente nos ayudan a visualizar el grado de la reducción del impacto parcial negativo por componente, como podemos observar en la siguiente gráfica, donde se visualizar la reducción del valor del impacto a raíz de la aplicación de las medidas propuestas:



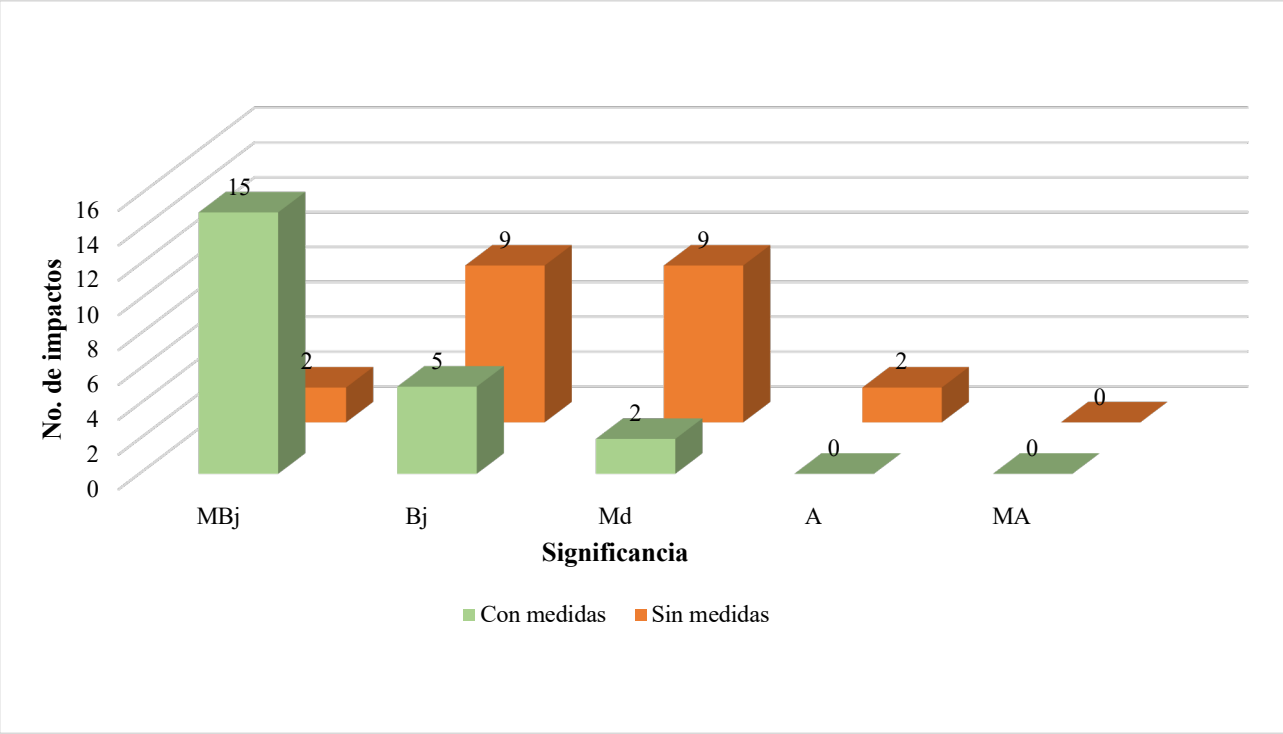
Gráfica VI.3 Valoración del impacto ambiental con y sin medidas (etapa de Operación y Mantenimiento).

En la gráfica anterior podemos apreciar como de manera general todos los componentes presentan una atenuación del impacto negativo; mostrando una reducción considerable en los componentes erosión (C.3), calidad del suelo (C.4), disponibilidad de agua (C.7), calidad del agua (C.8), salud y seguridad ocupacional (C.25) y riesgo ambiental (C.26).

Como se puede observar, los impactos producidos en la presente etapa sobre los distintos componentes no serán mitigados en su totalidad con la aplicación de las medidas propuestas, sin embargo, a raíz de la reducción del valor de impacto negativo, podemos apreciar (Tabla VI.7) que la significancia de impacto para cada

componente se reducirá a niveles importantes que se convierta en niveles de riesgosos bajos para el ambiente en general.

En la siguiente gráfica, podemos observar cómo se reducen los valores de significancia por componente para la presente etapa con la aplicación de las medidas propuestas, en donde los impactos con medidas de mitigación se concentran en significancia "Baja" y "Muy baja".



Gráfica VI.4 Número de impactos por Significancia sin y con medidas para la etapa de Operación y Mantenimiento.

Cierre y post cierre

La etapa de cierre y post cierre considera actividades que son en su mayoría de ámbito positivo, por lo cual se presentan dos escenarios factibles. A continuación, se presenta evidencia cuantitativa de la efectividad de dichas medidas para la etapa en cuestión.

Tabla VI.8 Valoración de las medidas de mitigación por componente de la etapa de Cierre y Post cierre.

SUB-FACTOR	ETAPA → / ACTIVIDAD → / ↓ COMPONENTE AMBIENTAL		Valoración de Importancia y Magnitud														
			No. de Medidas	Atributo	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Valor de la Import.	Magnitud	Valor de impacto parcial
Suelo	C.1	Estructura geológica	1	+	1	1	8	4	4	2	1	1	1	3	0.29	0.1	0.14
	C.2	Relieve	2	+	1	1	8	4	4	1	1	1	2	3	0.29	0.20	0.23
	C.3	Erosión	4	+	2	8	8	3	3	4	4	1	4	3	0.52	0.20	0.28
	C.4	Calidad del suelo	13	+	8	8	8	4	1	3	1	1	4	1	0.63	0.10	0.18
Agua	C.6	Escorrentías superficiales	2	+	1	2	8	4	2	2	1	4	4	2	0.34	0.10	0.15
	C.7	Disponibilidad	4	+	8	12	2	4	3	1	1	4	4	4	0.71	0.20	0.31
	C.8	Calidad del agua	11	+	4	8	8	4	4	4	1	1	4	2	0.56	0.10	0.18
Atmósfera	C.9	Calidad del aire	10	+	1	8	8	1	1	2	1	1	2	2	0.37	0.20	0.25
	C.10	Ruido y vibraciones	2	+	1	2	4	4	3	1	1	1	2	1	0.24	0.10	0.13
Flora	C.12	Diversidad de flora	9	+	2	12	3	4	4	4	1	1	2	4	0.53	0.50	0.51
	C.13	Cobertura	5	+	1	4	2	3	4	4	4	4	1	4	0.37	0.30	0.32
	C.14	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	8	+	2	12	3	4	4	4	1	1	2	4	0.53	0.20	0.28
Fauna	C.15	Diversidad de fauna	10	+	8	12	8	4	4	1	1	4	4	1	0.75	0.50	0.57
	C.16	Dinámicas poblacionales	5	+	1	12	2	4	3	1	1	1	2	3	0.44	0.10	0.16
	C.17	Hábitat y corredores biológicos	8	+	1	4	2	3	4	4	4	4	1	4	0.37	0.20	0.25
	C.18	Especies protegidas, interés biológico y especies endémicas	11	+	8	12	8	4	4	1	1	4	4	1	0.75	0.30	0.41
	C.19	Propagación de fauna nociva	3	+	8	8	8	4	4	4	1	4	4	1	0.70	0.60	0.63
Paisaje	C.20	Vista escénica	3	+	8	8	4	4	1	2	1	1	2	2	0.57	0.20	0.28
Humano	C.23	Empleo y actividades económicas	3	+	1	12	4	2	1	1	1	4	1	4	0.45	0.20	0.26
	C.24	Salud y seguridad de la población	2	+	12	12	8	4	3	1	1	1	4	2	0.84	0.60	0.67
	C.25	Salud y seguridad ocupacional	8	+	8	2	8	4	4	1	1	4	4	1	0.55	0.60	0.58
	C.26	Riesgo ambiental	9	+	12	12	8	4	4	4	1	1	4	1	0.87	0.40	0.52

Para el caso de la etapa Cierre y post cierre, en general, fueron pocos los componentes afectados debido a que a esa etapa la mayoría de las actividades están relacionados con el proceso de cierre y en su gran mayoría son benéficas debido a que se trata de la remediación del sitio.

Con base a lo anterior, los impactos negativos fueron sobre cinco componentes ambientales, por tal motivo, las medidas planteadas que se llevaran a cabo contrarrestan la afectación residual del proyecto de manera global entendiendo que es el proceso de remediación.

En la siguiente Tabla, podemos observar cómo se reducen los valores de impacto parcial del proyecto al restar el valor parcial positivo generada por las medidas al valor parcial de impacto negativo, por lo cual, existe una reducción de la significancia del impacto por componente para la presente etapa como podemos observar a continuación:

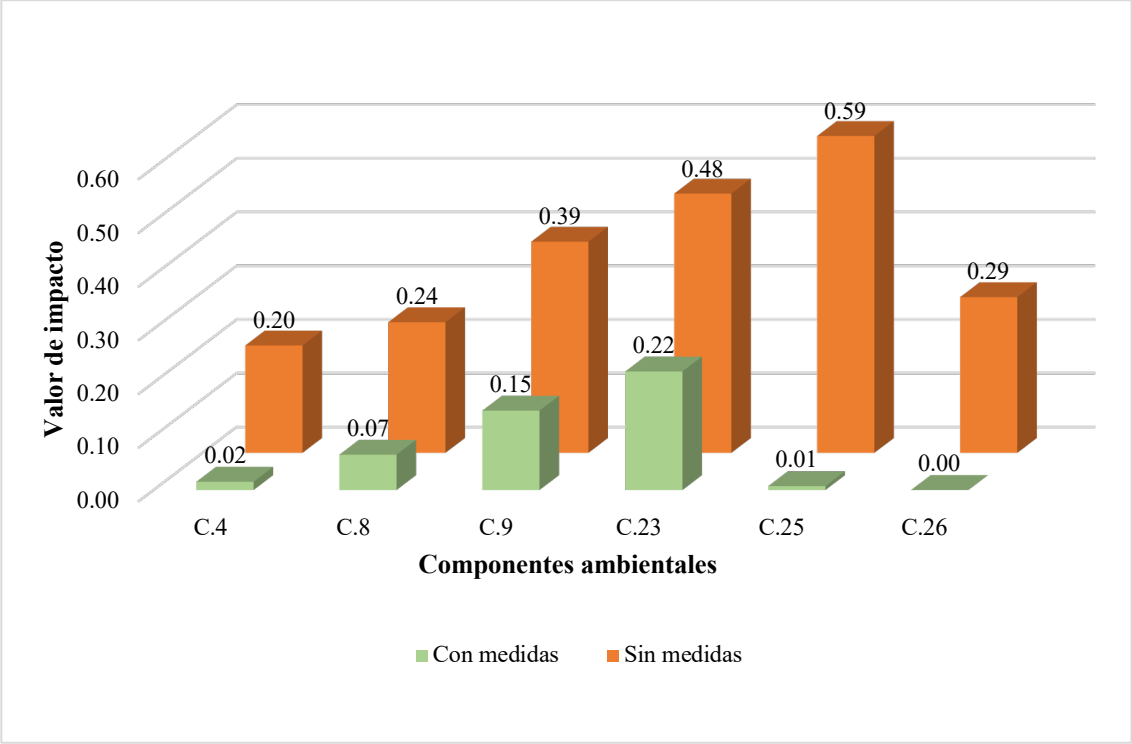
Tabla VI.9 Revaloración de significancia de los impactos con medidas propuestas para la etapa de Cierre y Post cierre.

Componentes ambientales	Clasificación del impacto positivo de las medidas	Clasificación del impacto negativo del proyecto sin medidas		Clasificación del impacto con proyecto y medidas	
	Valor de impacto positivo parcial	Valor de impacto negativo parcial	Significancia del Impacto	Valor de impacto positivo parcial	Valor de impacto negativo parcial
Calidad del suelo	0.18	0.20	Bj	0.02	MBj
Calidad del agua	0.18	0.24	Bj	0.07	MBj
Calidad del aire	0.25	0.39	Bj	0.15	MBj
Empleo y actividades económicas	0.26	0.48	Md	0.22	Bj
Salud y seguridad ocupacional	0.58	0.59	Md	0.01	MBj
Riesgo ambiental	0.52	0.29	Bj	0.00	MBj

MA=Muy alto, A=Alto, Md=Moderado, Bj=Bajo y MBj=Muy bajo.

Como podemos observar en la tabla anterior, con la aplicación de las medidas propuestas la significancia del impacto por componente se reduce drásticamente, desapareciendo las significancias clasificadas como "Moderado" migrando la mayoría a significancia "Muy bajo".

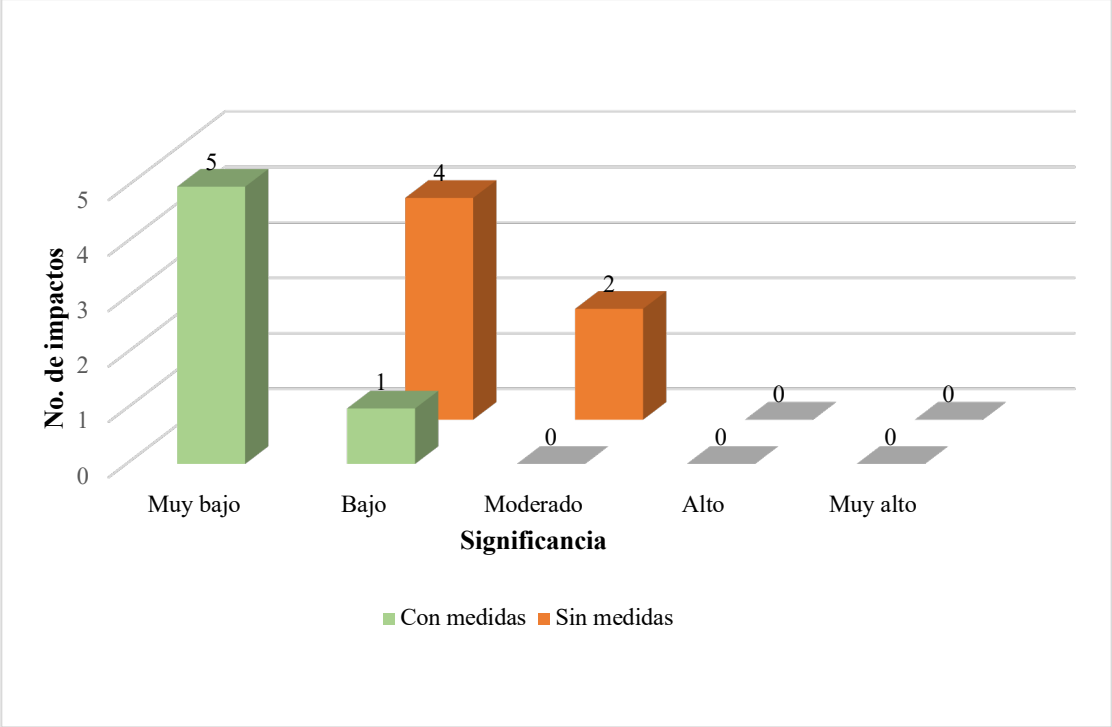
A continuación, se realiza un comparativo para esta etapa, solamente considerando los componentes que presentaron impactos negativos con la finalidad de identificar la reducción de dicho impacto. Los valores positivos obtenidos por componente nos ayudan a visualizar la reducción del impacto parcial negativo, como podemos observar en la siguiente gráfica, donde se visualiza la reducción del valor del impacto a raíz de la aplicación de las medidas propuestas:



Gráfica VI.5 Valoración del impacto ambiental con y sin medidas (etapa de Cierre y Post cierre)

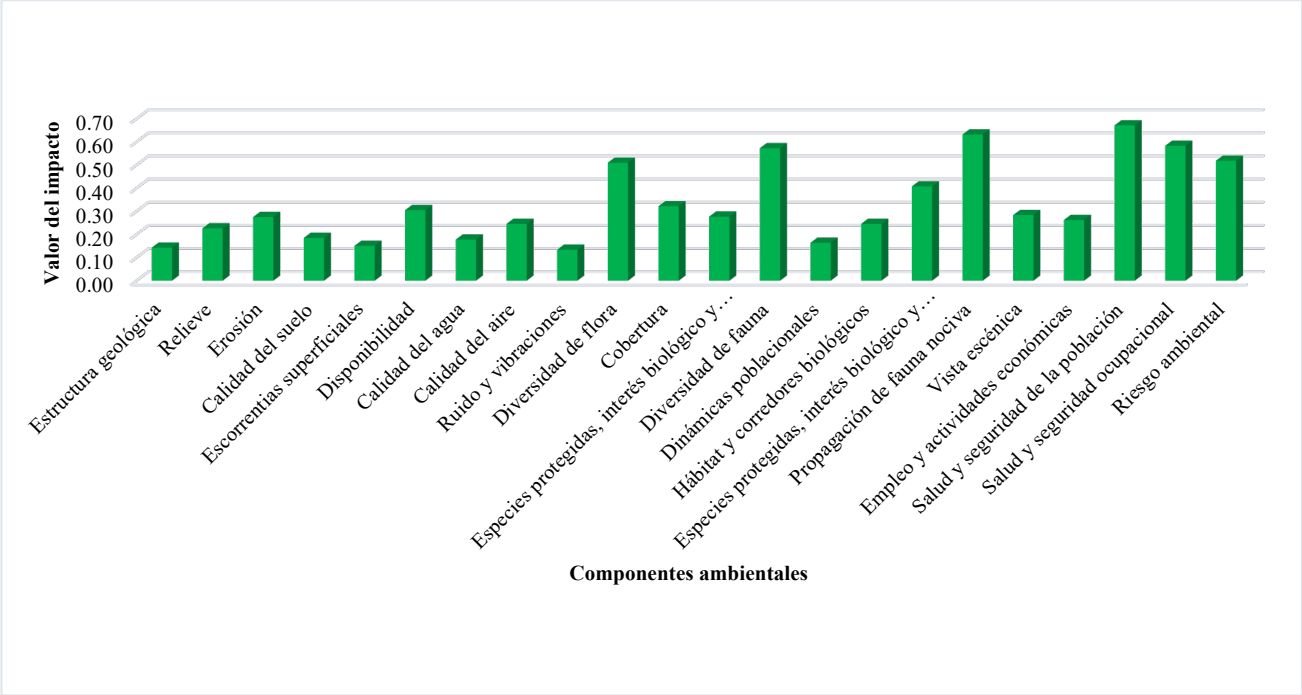
A raíz de la reducción del valor de impacto negativo, la evaluación de significancia de impacto para cada componente se reducirá a niveles poco riesgosos para el ambiente en general.

En la siguiente tabla, podemos observar cómo se reducen los valores de significancia por componente para la presente etapa con la aplicación de las medidas propuestas:



Gráfica VI.6 Número de impactos por Significancia sin y con medidas para la etapa de Cierre y Post-cierre.

En las gráficas anteriores podemos ver como las medidas contrarrestan el valor de impacto y la significancia. No obstante, en esta etapa las medidas implementadas no solo atenúan impactos, también ejercen un impacto positivo "per-se" sobre los componentes ambientales. El valor de dicho impacto positivo lo podemos ver en la siguiente gráfica:



Gráfica VI.7 Impactos positivos por componente derivado de las medidas en la etapa de Cierre y Post cierre.

Como podemos ver, las medidas propuestas a lo largo de la vida útil del proyecto cumplen con el objetivo de atenuar la significancia de los impactos del proyecto. Por lo anterior, podemos concluir que dichas medidas son adecuadas y pertinentes para ejecutar el proyecto de manera responsable y sustentable con el ambiente.

VI.2 Programa de vigilancia ambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), tiene como objetivo acciones de seguimiento y vigilancia ambiental para asegurar la correcta aplicación de planes, programas y acciones que garanticen el cumplimiento de las medidas propuestas, la efectividad ambiental de las mismas, el seguimiento a la prevención, mitigación o compensación de los impactos ambientales evaluados y a la identificación de interacciones potenciales entre el proyecto y el ambiente.

VI.2.3 Objetivos

Los objetivos del PVA son; prevenir, mitigar, reducir, compensar, restaurar, rehabilitar, y eliminar progresivamente, en plazos racionales, los impactos ambientales negativos que son generados por el proyecto minero, aplicando acciones encaminadas a la preservación, conservación y mejoramiento del Sistema Ambiental Regional (SAR) con técnicas y metodologías eficaces en favor del ecosistema, de modo que pueda obtenerse un equilibrio ecológico.

VI.2.4 Metas y alcances

Metas. Cumplir con todos los programas y/o medidas establecidas en tiempo y forma, según las actividades propuestas con la finalidad de mitigar o minimizar los impactos que son generados por el proyecto, ejecutando las actividades que nos ayuden a prevenir, controlar, atenuar, corregir o compensar los impactos ambientales identificados en las diferentes autorizaciones.

Alcance. Toda superficie que pueda verse alterada por los impactos pronosticados dentro de los diferentes resolutivos, así como de los no previstos, donde efectúan las medidas específicas, así como los programas necesarios en todo momento, desde el inicio de las actividades hasta el fin de las mismas.

VI.2.5 Responsable de la ejecución del programa

El personal de medio ambiente es el encargado de ejecutar las medidas y programas específicos dentro de proyecto.

VI.2.6 Programa de calendarización

Se realizará una programación semanal, bimestral, trimestral, semestral, anual, entre otros, además de que dependerá del avance de las obras que se realicen. Cada uno de los programas y/o medidas establece su calendarización propia para medir tiempos de ejecución.

VI.2.7 Programas y/o medidas de cumplimiento al PVA.

El Programa de Vigilancia Ambiental del proyecto está conformado por *Programas ambientales* (los cuales conjuntan dos o más medidas ambientales implementadas bajo un protocolo específico, con la finalidad de facilitar su aplicación y seguimiento, como se muestra a continuación:

Tabla 10. Medidas de mitigación agrupadas por programas.

Programas y medidas adicionales	ID	Descripción de la medida
Programa de monitoreo ambiental	M.11	Ejecutar monitoreos anuales de biodiversidad de flora y fauna en el SAR.
	M.24	Monitoreo de calidad del agua superficial y subterránea del SAR
	M.25	Monitoreo de calidad del agua de la presa de jales
	M.26	Monitoreo de PST, PM 10, PM2.5, COx, NOx, SOx, mercurio y plomo con base en la normatividad vigente
	M.27	Monitoreo de ruido y vibraciones para dar cumplimiento a los límites máximos permisibles de emisión de los mismos conforme a la normatividad vigente.
Programa de mantenimiento	M.30	Programa de mantenimiento y verificación de maquinaria, equipos, vehículos ligeros y pesados usados en el proyecto

	M.38	Verificación, dictaminación y mantenimiento de tanques estacionarios e instalaciones de gas Lp.
Programa de certificación y capacitación	M.5	Capacitación ambiental al personal
	M.6	Certificación laboral del personal y capacitaciones constantes
	M.13	Implementar políticas ambientales de conservación y protección de cumplimiento obligatorio para el personal y proveedores
Programa de prevención	M.9	Cercado del proyecto
	M.12	Uso de Equipo de Protección Personal (EPP)
	M.28	Contar con equipo antiderrames en frentes de obra
	M.39	Conformación del tajo de acuerdo a un plan de minado que contempla medidas de protección y seguridad con base en un estudio de estabilidad.
	M.40	Supervisión ambiental externa que valide realización de obras y estudios, además de revisión y validación de informes semestrales y/o anuales
	M.45	Programa de prevención de accidentes y ejecución de simulacros de emergencia
	M.44	Construcción y operación del almacén de combustibles apegado a la normatividad
	M.47	Programa de prevención contra incendios forestales
	M.58	Uso, manejo y almacenamiento de sustancias químicas con base en las normas de STPS correspondientes.
Programa de compromiso socioambiental	M.49	Implementar programa de concientización ambiental a las comunidades aledañas
	M.52	Reutilización de las aguas negra de la ciudad de Hidalgo del Parral para minimizar el impacto al acuífero
	M.54	Reuniones informativas con miembros de las comunidades y autoridades municipales acerca de los avances del proyecto
	M.57	Integración de comités comunitarios para el seguimiento y comunicación permanente del proyecto
Programa de mitigación del cambio climático	M.48	Programa de energías renovables y ahorro de consumo
	M.50	Programa de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero
Programa de mitigación de partículas suspendidas	M.4	Aplicación de riegos periódicos en los frentes de obra y caminos adicionando en algunos casos el uso de supresores de polvo
	M.20	Instalación de letreros alusivos de límite de velocidad en caminos internos del proyecto y accesos principales
Programa de conservación de fauna silvestre	M.16	Instalación de ahuyentadores sonoros en presa jales
	M.17	Instalación de bebederos para fauna
	M.21	Instalación de señalamientos para la protección de la fauna.
	M.33	Programa de rescate, reubicación y ahuyentamiento de fauna silvestre
	M.55	Elaboración de catálogo de especies de flora y fauna en el SAR
Programa de conservación de flora silvestre	M.8	Delimitación precisa de las áreas de desmonte
	M.10	Ejecutar un plan de desmonte y despalme de manera direccionada y/o paulatina en función de los avances del proyecto o de las obras
	M.32	Programa de rescate y reubicación de flora silvestre
	M.43	Diseño de jardines nativos considerando el entorno natural
	M.51	Programa de rescate y reubicación de Biznaga Partida (*Coryphatha poselgeriana*)
	M.55	Elaboración de catálogo de especies de flora y fauna en el SAR
	M.1	Estabilización física de tepetatera y presa de jales

Programa de cierre para restauración de áreas impactadas	M.36	Reincorporación de suelo orgánico a las áreas destinadas a restauración
Programa integral de manejo de agua	M.7	Construcción de obras hidráulicas menores (canaletas o zanjas) y mayores (drenajes pluviales) a fin de minimizar la alteración de escorrentías
	M.14	Adquirir volumen de agua de concesiones ya autorizadas dentro del acuífero
	M.15	Construcción y operación de una planta tratadora de aguas residuales de la unidad minera
	M.23	Aprovechamiento eficiente del agua de laboreo
	M.35	Recirculación del agua de presa de jales a planta a través de un sistema de recuperación de bomba flotante.
Programa de conservación de suelo	M.2	Acopio de material vegetal y suelo fértil derivado del desmonte y despalme
	M.29	Implementar obras de conservación de agua y suelo
	M.56	Implementación de planta de composta para el tratamiento de residuos orgánicos
Programa de manejo integral de residuos	M.3	Almacenamiento temporal y disposición final de residuos peligrosos apegado a la normatividad
	M.18	Plan de manejo integral de residuos (residuos peligrosos, residuos de manejo especial y sólidos urbanos)
	M.19	Construcción y operación de un relleno sanitario de acuerdo a la normatividad
	M.22	Instalaciones sanitarias móviles y fijas
	M.34	Implementación de plan de manejo de residuos mineros con base en la NOM-157-SEMARNAT-2009.
	M.37	Establecer políticas dirigidas a proveedores e involucrados sobre un adecuado manejo y disposición de final de residuos peligrosos
	M.41	Implementar un manejo adecuado de jales conforme a lo establecido en la NOM-141-SEMARNAT-2003.
	M.46	Geomembrana en el área de recuperación de presa de jales
Programa integral de reforestación	M.31	Programa de reforestación
	M.42	Construcción y operación de vivero para reproducción y mantenimiento de especies nativas
Programa de conservación	M.53	Implementación de un área de conservación

VI.2.7.1 Programa de monitoreo ambiental

Objetivo:

Los programas de monitoreo ambiental tienen como objetivo el control y seguimiento de uno o varios factores ambientales (agua, suelo, aire), de los cuales ayuda a mejorar la condición, permitiendo su preservación y en su caso a conservar en buen estado la región donde se encuentra el proyecto, por medio de prácticas, medidas, muestreos, monitoreos, etc., todo en conjunto hasta lograr buenos resultados.

Objetivos particulares:

- **Medida 11 (M.11):** Conocer las especies florísticas y faunísticas que se encuentran dentro del SAR, evaluar las dinámicas poblacionales de la fauna cada año, así como el monitoreo de la flora y su cambio por estación, al igual que monitorear las dinámicas poblacionales de flora y fauna.

- **Medida 24 (M.24):** Realizar monitoreos de aguas superficiales y subterráneas con el fin de evaluar y vigilar su calidad, y si se encuentran dentro de los parámetros normales basándose en la normatividad aplicable, los monitoreos se realizarán en aguas que se ubiquen dentro del proyecto y/o en el sistema ambiental regional que pudieran ser afectados por las obras y actividades del promovente.

- **Medida 25 (M.25):** Realizar monitoreos, seguimientos y control de la calidad de agua en la presa de jales determinando su calidad, y realizar la comparativa de los parámetros obtenidos con los establecidos por la normatividad aplicable.

- **Medida 26 (M.26):** Realizar monitoreos, seguimientos y control de PST, PM 10, PM2.5, COx, NOx, SOx, mercurio y plomo con la finalidad de determinar la calidad del aire dentro de la unidad y también en áreas aledañas, en base a la normatividad aplicable.

- **Medida 27 (M.27):** Dimensionar los niveles de ruido y vibraciones emitidos por maquinaria, vehículos (ligeros y pesados) y equipos, y realizar los análisis comparativos de dichos valores con los limites permisibles establecidos por la normatividad aplicable.

Metas:
Monitorear el seguimiento y efectividad de los programas, en donde con ayuda de la implementación del monitoreo ambiental se minimicen los impactos ocasionados por el proyecto, esto reflejado en los valores obtenidos contra los límites máximos permisibles establecidos por la normatividad aplicable.

Responsables del desarrollo del programa, los cuales deberán ser especialistas en el tema:
Departamento de medio ambiente, y empresa externa.

Metodología:

- M.11 Ejecutar monitoreos anuales de biodiversidad de flora y fauna en el SAR.

Desarrollar un monitoreo de biodiversidad el cual contemple las 4 estaciones del año, a fin de conocer las especies que se establecen, este programa deberá de ser ejecutado cada año y contar con elementos suficientes que indique si el proyecto y actividades mineras están afectando las especies.

Para el caso de fauna se establecerán 20 sitios de observación al año, con revisiones de 1 hora ya sea con binoculares o directamente, recorriendo la superficie para detectar indicios y rastros (huellas, heces, osamentas, pieles, etc.) de diferentes especies y documentar los datos en formatos específicos.

Mientras que para flora se analizaran los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo, para el caso de árboles y arbustos sitios circulares de 500 m² c/u, mientras que para hierbas cuadrantes de 1 m², c/u. Los sitios, para análisis de árboles y arbustos a realizar, ocuparán una **intensidad de muestreo de 0.6%,** en relación a la superficie del área de interés total, (este porcentaje de superficie, correspondería a 60 sitios de 500 m²).

- M.24 Monitoreo de calidad del agua superficial y subterránea del SAR.

Se realizará un análisis del SAR, a fin de establecer los puntos de monitoreo que brindaran mejor información respecto a cómo es la calidad del agua, los pozos de monitoreo tendrán un registro de identificación, sus coordenadas de localización, diámetro y profundidad total y bitácoras con todos los datos que se obtienen de estos. Para el caso de escurrimientos superficiales, se considerará el registro de identificación y sus coordenadas

de localización, los cuales serán monitoreados continuamente. Se propone que los monitoreos se realicen anualmente y determinar si los parámetros obtenidos se encuentran apegados a la normatividad aplicable.

- M.25 Monitoreo de calidad del agua de la presa de jales.

El diseño de presa de jales (870.445 ha) ubicada al noroeste del proyecto, considera la construcción de 6 pozos de monitoreo de aguas subterráneas, de los cuales 3 de ellos serán aguas arriba y 3 aguas abajo del bordo iniciador, para dar cumplimiento a la NOM-141-SEMARNAT-2003 (Numeral 5.8.1.1), con la finalidad de evaluar la caracterización física y química del agua subterránea. Se propone que los monitoreos se realicen cada 6 meses.

- M.26 Monitoreo de PST, PM 10, PM2.5, COx, NOx, SOx, mercurio y plomo con base en la normatividad vigente.

Se realizarán monitoreos de partículas suspendidas totales dentro de las áreas del proyecto, con el fin de vigilar los parámetros, se contratará a una empresa externa para la realización del mismo, y es aquí donde ellos como expertos sugerirán los lugares específicos para su monitoreo. Se propone que los monitoreos se realicen anualmente.

- M.27 Monitoreo de ruido y vibraciones para dar cumplimiento a los límites máximos permisibles de emisión de los mismos conforme a la normatividad vigente.

Se realizarán monitoreos de ruido y vibraciones conforme a lo estipulado en la normatividad, donde se seguirán los lineamientos como en el caso de los límites máximos permisibles. Se contratará a una empresa externa especializada para realizar los monitoreos, y estos, propondrán los lugares específicos para las mediciones correspondientes. Se propone que los monitoreos se realicen mensualmente.

Medidas específicas que se emplearán para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales:

Todos los programas propuestos como medidas de mitigación se revisarán, y se darán seguimiento para su efectividad, y además cada tiempo se podrán realizar modificaciones para las mejoras de los programas.

Indicadores de realización: Mide la aplicación y ejecución efectiva de las medidas propuestas
Numero de monitoreos realizados y monitoreos totales propuestos.

Indicador de eficacia: Mide los resultados obtenidos por la aplicación de la medida propuesta correspondiente.

En la siguiente tabla se muestran los indicadores de cumplimiento por medida de mitigación:

ID	Descripción de la medida	Indicador de cumplimiento
M.11	Ejecutar monitoreos anuales de biodiversidad de flora y fauna en el SAR.	(# de monitoreos realizados / monitoreos totales propuestos) * 100
M.24	Monitoreo de calidad del agua superficial y subterránea del SAR	(# de Muestreos realizados / Total de muestreos propuestos) * 100
M.25	Monitoreo de calidad del agua de la presa de jales	(# de Muestreos realizados / Total de muestreos propuestos) * 100
M.26	Monitoreo de PST, PM 10, PM2.5, COx, NOx, SOx, mercurio y plomo con base en la normatividad vigente	(# de Muestreos realizados / Total de muestreos propuestos) * 100

M.27	Monitoreo de ruido y vibraciones para dar cumplimiento a los límites máximos permisibles de emisión de los mismos conforme a la normatividad vigente.	(Monitoreos realizados/ # de monitoreos anuales programados

Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados.

- **Análisis** –Evaluar si la aplicación de las medidas alcanzó la meta propuesta.
- **Procesamiento** –Histograma
- **Interpretación de resultados** – Identificar si los programas propuestos son viables.

Calendario de comprobación: Frecuencia con que se revisará la buena aplicación de la medida.

PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL														
Medida		Meses												Durante la vida útil
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
ID	Descripción de la medida													
M.11	Ejecutar monitoreos anuales de biodiversidad de flora y fauna en el SAR.	Por estación del año												
M.24	Monitoreo de calidad del agua superficial y subterránea del SAR.													
M.25	Monitoreo de calidad del agua de la presa de jales.													
M.26	Monitoreo de PST, PM 10, PM2.5, COx, NOx, SOx, mercurio y plomo con base en la normatividad vigente.													
M.27	Monitoreo de ruido y vibraciones para dar cumplimiento a los límites máximos permisibles de emisión de los mismos conforme a la normatividad vigente.													

Punto de comprobación: Donde se verificará (lugar y específicamente sobre que componente ambiental).

Se realizarán las mediciones en los mismos sitios para tener punto de comparación, además que con reportes y evidencia fotográfica. Los monitoreos de biodiversidad se podrán verificar anualmente, con los resultados estadísticos que se realicen. Los componentes ambientales son: flora, fauna, aire, agua, y suelo.

Medidas de urgente aplicación: En caso de que no se alcancen los objetivos y metas, establecidas con base en los indicadores definidos por la propia promovente (indicadores de realización y de eficacia).

En caso de que con los monitoreos realizados estos rebasen los niveles máximos conforme dicte las normatividades aplicables, se propondrán nuevas medidas más específicas que coadyuven a las mejoras de la calidad del medio ambiente, y así evitar al máximo los impactos generados al medio ambiente por la ejecución del proyecto.

VI.2.7.2 Programa de mantenimiento

Objetivo:

Realizar mantenimientos y verificación de equipos e instalaciones, con el fin de prever y anticipar posibles fallas y tiempos muertos de los equipos, incrementando la vida útil y el ahorro por reposición de equipos e instalaciones.

Objetivos particulares:

- **Medida 30 (M.30):** Tener el control y registro de la maquinaria, equipos, vehículos ligeros y pesados, con la finalidad de asegurar el buen funcionamiento de los mismos y evitar posibles incidentes que involucren derrames de hidrocarburos.

- **Medida 38 (M.38):** La verificación y mantenimiento de tanques mejorando su eficiencia, así como a instalaciones de gas Lp, brindando seguridad en su uso y operación.

Metas:
Contar con la seguridad de su uso y eficiencia en equipos, vehículos ligeros y pesados, instalaciones de gas Lp y tanques estacionarios, y a su vez minimizar la posibilidad de algún accidente.

Responsables del desarrollo del programa, los cuales deberán ser especialistas en el tema:
Departamento de medio ambiente y seguridad, personal encargado en el área de mantenimiento.

Metodología:

- M.30 Programa de mantenimiento y verificación de maquinaria, equipos, vehículos ligeros y pesados usados en el proyecto.

La maquinaria, equipos, vehículos ligeros y pesados serán verificados de acuerdo a sus especificaciones de mantenimiento en cuanto a tiempos, posteriormente se procederá al mantenimiento del mismo el cual será registrado en una bitácora para su seguimiento. El taller de mantenimiento se propone al suroeste del área del proyecto, el cual cuenta con una superficie de 10.253 ha y se encontrará enseguida del cono de molienda, además contará con área de lavado de camiones junto al taller en la plataforma de camiones.

- M.38 Verificación, dictaminación y mantenimiento de tanques estacionarios e instalaciones de gas Lp.

Se contará con inventario del número y ubicación de tanque estacionario e instalaciones de gas Lp en el proyecto, el personal de mantenimiento será capacitado en el mantenimiento y verificación de los mismos, posteriormente realizarán inspecciones mensuales, y en alguna otra fecha en casos extraordinarios.

Medidas específicas que se emplearán para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales:
Se realizarán inspecciones visuales, a fin de realizar un reporte de las condiciones del equipo, maquinaria, vehículos (ligeros y pesados), tanques estacionarios e instalaciones de gas Lp, previniendo fallas o imperfectos, además de sus servicios programados durante la operación de los mismos. El personal contará con el equipo de protección personal (EEP) correspondiente al realizar los mantenimientos.

Indicadores de realización: Mide la aplicación y ejecución efectiva de las medidas propuestas
Número de mantenimientos realizados.

Indicador de eficacia: Mide los resultados obtenidos por la aplicación de la medida propuesta correspondiente.

En la siguiente tabla se muestran los indicadores de cumplimiento por medida de mitigación:

ID	Descripción de la medida	Indicador de cumplimiento
M.30	Programa de mantenimiento y verificación de maquinaria, equipos, vehículos ligeros y pesados usados en el proyecto	(# mantenimientos preventivos realizados / # mantenimientos programados) * 100
M.38	Verificación, dictaminación y mantenimiento de tanques estacionarios e instalaciones de gas Lp.	(Número de verificaciones y mantenimientos realizados / Número de verificaciones y mantenimientos programados) * 100

Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados.

- **Análisis** –Evaluar si la aplicación de las medidas alcanzó la meta propuesta.
- **Procesamiento** –Histograma
- **Interpretación de resultados** – Identificar si se logró o no la meta propuesta.

Calendario de comprobación: Frecuencia con que se revisará la buena aplicación de la medida.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO														
Medida		Meses												Durante la vida útil
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
ID	Descripción de la medida													
M.30	Programa de mantenimiento y verificación de maquinaria, equipos, vehículos ligeros y pesados usados en el proyecto													
M.38	Verificación, dictaminación y mantenimiento de tanques estacionarios e instalaciones de gas Lp.													

Punto de comprobación: Donde se verificará (lugar y específicamente sobre que componente ambiental).
Los análisis de resultados serán realizados por el personal capacitado que lleve a cabo las medidas, además se realizarán en la ubicación de los tanques estacionarios e instalaciones de gas Lp, y en el taller de mantenimiento para equipos, maquinaria y vehículos. Los componentes ambientales son calidad de suelo, calidad de agua, calidad del aire, ruido y vibraciones, salud y seguridad ocupacional, y riesgo ambiental.

Medidas de urgente aplicación: En caso de que no se alcancen los objetivos y metas, establecidas con base en los indicadores definidos por la propia promovente (indicadores de realización y de eficacia).
En caso de que algún derrame de los equipos, maquinaria o vehículos que se llegará a presentar, así como la explosión de un tanque o ruptura de alguna tubería de gas, se tomarían las acciones pertinentes para remediar el sitio, además de dar aviso a las autoridades correspondientes y realizar el reporte.

En caso de encontrar deficiencias en el funcionamiento de equipos, maquinaria, vehículos (ligeros y pesados), instalaciones de gas Lp y tanques estacionarios, se optará por la búsqueda y aplicación de nuevas metodologías y/o como último recurso el cambio de equipo o instalaciones.

VI.2.7.3 Programa de certificación y capacitación

Objetivo:
Identificar, analizar y cuantificar los beneficios en los estándares de competencias laborales a través de la capacitación y certificación del personal, cualificando en diversos sectores productivos, a fin de garantizar un incremento en la productividad del empleado y proyecto minero.

Objetivos particulares:

- **Medida 5 (M.5):** Concientizar al personal de la unidad para el desarrollo de sus prácticas en armonía con el entorno natural y el respeto a los seres vivos, de la importancia del uso de buenas prácticas ambientales.

- **Medida 6 (M.6):** Fortalecer la capacidad, tanto individual como colectiva, de aportar conocimientos, habilidades y actitudes, para el mejor desempeño laboral y para el logro de los objetivos del proyecto.

- **Medida 13 (M.13):** Dar a conocer al personal las acciones ambientales que se implementarán en la empresa para minimizar la afectación el medio natural, y a su vez establecer que son de carácter de cumplimiento obligatorio.

Metas:
Transmitir nuevos saberes, el desarrollo de nuevas destrezas y aprendizaje en el manejo de nuevas herramientas, brindar capacitaciones al menos 2 veces al año y tener más del 85% de asistencia, y contar con personal certificado para realizar sus actividades con seguridad.

Responsables del desarrollo del programa, los cuales deberán ser especialistas en el tema:
Departamento de recursos humanos, en colaboración con el resto de departamentos de la unidad minera.

Metodología:

- M.5 Capacitación ambiental al personal

La capacitación constará de talleres didácticos, presentaciones, lecturas, de forma que el personal reconozca y comprenda la importancia de temas ambientales, así como concientizar sobre temas como: residuos sólidos urbanos, residuos peligrosos, flora y fauna silvestre, conservación del ecosistema, entre otros., cada una de las capacitaciones realizadas serán de carácter obligatorio para el personal de trabajo, y se realizará registros de asistencia. Se contará con un aula de capacitación en el interior del campamento el cual se encuentra al suroeste del área de influencia, en caso de que la capacitación deba ser realizada en el exterior, será impartida mediante todas las medidas de seguridad correspondientes. Se busca cubrir a todo el personal, por lo que se considera que el proyecto llegará a un total de 995 empleos directos y considerando cifras de CAMIMEX, se llegaría a un estimado de 3,980 empleos indirectos.

- M.6 Certificación laboral del personal y capacitaciones constantes

Al desarrollar las capacitaciones y certificaciones, se contará con estrategia general y planes detallados de cada sesión, con base a una metodología que garantice mayor efectividad, se tomará en cuenta los departamentos que existen en la unidad minera, a fin de realizar las capacitaciones con mayor personalización al personal, dichas capacitaciones serán de carácter obligatorio. Se contará con un aula de capacitación en el interior del campamento el cual se encuentra al suroeste del área de influencia, en caso de que la capacitación y/o certificación deba ser realizada en el exterior, será impartida mediante todas las medidas de seguridad correspondientes. Se busca cubrir a todo el personal, por lo que se considera que el proyecto llegará a un total de 995 empleos directos y considerando cifras de CAMIMEX, se llegaría a un estimado de 3,980 empleos indirectos.

- M.13 Implementar políticas ambientales de conservación y protección de cumplimiento obligatorio para el personal y proveedores

Se estipularán políticas ambientales en base a un análisis realizado por el departamento de medio ambiente, dichas políticas deberán atender los puntos de mayor relevancia en cuanto a protección y conservación. Las políticas ambientales deberán ir de la mano con las actividades diarias que realiza el personal y proveedores, serán dadas a conocer por medio de pláticas, cursos, talleres, etc., a su vez se utilizarán herramientas documentales (folletos, trípticos, entre otros) para mayor difusión. Se busca cubrir a todo el personal, por lo que se considera que el proyecto llegará a un total de 995 empleos directos y considerando cifras de CAMIMEX, se llegaría a un estimado de 3,980 empleos indirectos.

Medidas específicas que se emplearán para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales:
Impartición de cursos, talles y pláticas, registro por medio de bitácoras de asistencia, entrega de diplomas y/o certificaciones según sea el caso.

Indicadores de realización: Mide la aplicación y ejecución efectiva de las medidas propuestas
Número de capacitaciones realizadas, Número de cursos y/o pláticas impartidas.

Indicador de eficacia: Mide los resultados obtenidos por la aplicación de la medida propuesta correspondiente.

En la siguiente tabla se muestran los indicadores de cumplimiento por medida de mitigación:

ID	Descripción de la medida	Indicador de cumplimiento
M.5	Capacitación ambiental al personal	(Capacitaciones impartidas / Capacitaciones propuestas) * 100
		(# de asistentes / # total del personal en la empresa) * 100
M.6	Certificación laboral del personal y capacitaciones constantes	(Capacitaciones impartidas / Capacitaciones propuestas) * 100
		(# de asistentes / # total del personal en la empresa) * 100
M.13	Implementar políticas ambientales de conservación y protección de cumplimiento obligatorio para el personal y proveedores	(Número de personas con platicas / número de personal total en la empresa) * 100
		(Número de pláticas impartidas / número de pláticas propuestas) * 100

Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados.

- **Análisis** –Capacitaciones certificadas al personal de la unidad minera e implementar políticas ambientales que sean cumplidas en las actividades diarias.
- **Procesamiento** –Histograma
- **Interpretación de resultados** – Evaluar el seguimiento y efectividad de las capacitaciones y certificaciones, seguimiento en la responsabilidad de cumplir las políticas ambientales.

Calendario de comprobación: Frecuencia con que se revisará la buena aplicación de la medida.

PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN Y CAPACITACIÓN														
Medida		Meses												Durante la vida útil
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
ID	Descripción de la medida													
M.5	Capacitación ambiental al personal													
M.6	Certificación laboral del personal y capacitaciones constantes													
M.13	Implementar políticas ambientales de conservación y protección de cumplimiento obligatorio para el personal y proveedores													

Punto de comprobación: Donde se verificará (lugar y específicamente sobre que componente ambiental).

Las capacitaciones y certificaciones se llevarán a cabo dentro de la unidad minera, en el aula de capacitación en el interior del campamento el cual se encuentra al suroeste del área de influencia, y las políticas ambientales serán aplicables para la unidad minera. El componente ambiental es suelo, agua, aire, flora, fauna, seguridad ocupacional y riesgo ambiental.

Medidas de urgente aplicación: En caso de que no se alcancen los objetivos y metas, establecidas con base en los indicadores definidos por la propia promovente (indicadores de realización y de eficacia).

En base al porcentaje de personal capacitado se determinará si es necesario realizar capacitaciones más constantes, e involucrar al personal que por diversas situaciones no pudieron asistir para cubrir la mayor cantidad posible. Sin embargo, para el establecimiento de políticas ambientales, en caso de no cumplimento después de ser informados de las mismas, se propondrá una dinámica diferente en la cual se tome como obligación, y en caso de incumplimiento se aplicará alguna sanción.

VI.2.7.4 Programa de prevención

Objetivo:
Minimizar la probabilidad de incidentes o accidentes que pudieran poner en riesgo al personal y/o al medioambiente durante la ejecución del proyecto minero.

Objetivos particulares:

- **Medida 9 (M.9):** Preservar la seguridad de las operaciones del proyecto, al personal y evitar el ingreso de fauna silvestre a las áreas de la unidad, con el fin de evitar algún accidente.

- **Medida 12 (M.12):** Ofrecer al personal su seguridad, por medio del uso de equipo de protección personal durante la ejecución de las diversas actividades del proyecto.

- **Medida 28 (M.28):** Evitar incidentes durante la operación y mantenimiento que generen derrames y puedan contaminar el suelo, por medio del equipo antiderrames.

- **Medida 39 (M.39):** Realizar una estabilización del tajo con las mejores prácticas para una mayor seguridad y protección, por medio de un plan de minado.

- **Medida 40 (M.40):** Efectuar la supervisión ambiental externa del proyecto brindando el asesoramiento y permitiendo esclarecer temas, realizar revisiones de permisos, autorizaciones, seguimientos a informes, etc.

- **Medida 44 (M.44):** Establecer las especificaciones, parámetros y requisitos técnicos de seguridad industrial, seguridad operativa, y protección ambiental que se deben cumplir en el diseño, construcción, operación y mantenimiento de estaciones de servicio para almacenamiento y expendio de diésel y gasolinas.

- **Medida 45 (M.45):** Contribuir a la disminución de accidentes del personal de la unidad minera, mediante la aplicación de un programa de prevención de accidentes y ejecución de simulacros de emergencia.

- **Medida 47 (M.47):** Tener conocimiento sobre las prácticas y medidas que se requiere para la prevención de incendios forestales, como realizar capacitaciones, simulacros, talleres, entre otras, a fin de contar con personal capacitado para evitar y/o enfrentar alguna situación de emergencia.

- **Medida 58 (M.58):** Mantenerse dentro de la normatividad vigente para el uso, manejo y almacenamiento de sustancias químicas.

Metas:
Estas metas están compuestas por todas las medidas planteadas y que son para contribuir a un entorno prevenido de accidentes, se proporcionará un cercado alrededor del proyecto, este será un cerco ganadero de cinco hilos,

para evitar el ingreso de personal no capacitado a las áreas y evitar accidentes con fauna mayor, todo el personal que labore para la empresa, así como contratistas deberá usar el equipo de protección personal (EPP) adecuado, y en buen estado para el desarrollo de las actividades, así mismo el contener el 100% de los residuos peligrosos generados y que pudieran tener contacto con el suelo, establecer medidas o trabajos en tajo que brinden seguridad al trabajador utilizando mejores metodologías de estabilidad, cumplir con los requerimientos que tenga el departamento de medio ambiente y abordar los seguimientos sobre los temas legales ambientales, monitoreos, auditorias, etc. Regular las actividades altamente riesgosas, describir las medidas y acciones de prevención contra los riesgos analizados, contar con un almacén que cumpla con todos los requisitos técnicos de seguridad establecidos en la normatividad, lograr cero incidencias o conatos de incendio y cumplir con los requerimientos establecidos en la normatividad regulatoria en cuanto al uso, manejo y almacenamiento de sustancias químicas.

Responsables del desarrollo del programa, los cuales deberán ser especialistas en el tema:
Departamento de medio ambiente, departamento de seguridad, brigada contra incendios, personal del área de mantenimiento y de operación.

Metodología:

- M.9 Cercado de presa de jales y áreas industriales.

Antes del inicio de cualquier actividad y en conjunto con la construcción de las áreas, se delimitará con un cerco ganadero perimetral de cinco hilos el área del proyecto. Estas obras se desarrollarán en zonas como campamentos, almacenes de residuos, almacenes de explosivos, algunas pilas de recuperación de agua, con la finalidad de evitar que la fauna silvestre interaccione con estas áreas.

- M.12 Uso de Equipo de Protección Personal (EPP).

Todo empleado nuevo se le proporcionará el EPP adecuado a sus actividades y áreas donde se desarrolle, y para el personal con EPP dañado o no cumpla sus funciones, se realizarán el reemplazo por equipo nuevo.

- M.28 Contar con equipo antiderrames en frentes de obra.

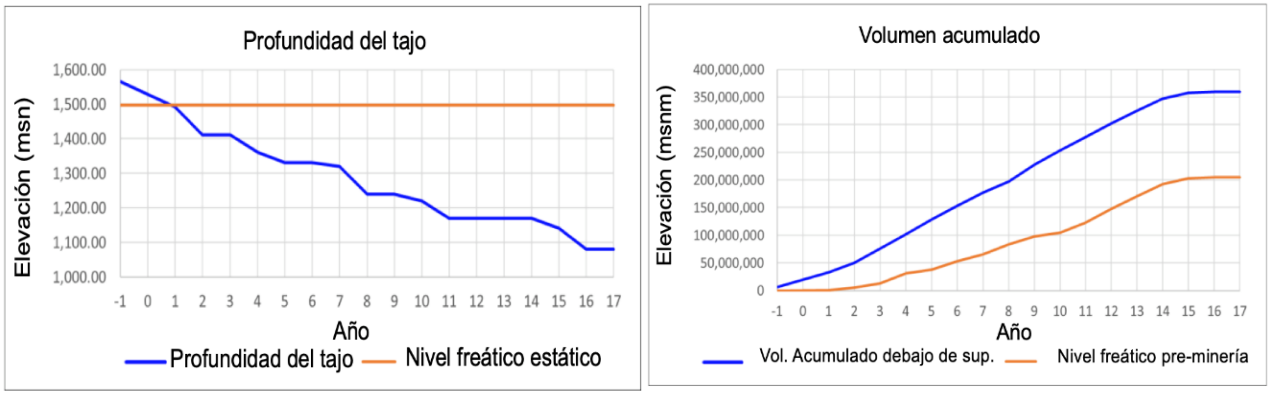
Cuando se realice mantenimiento de equipos, vehículos e instalaciones de emergencia y en su defecto en áreas no adecuadas para llevarlo a cabo se deberá de utilizar el equipo antiderrame, para evitar en lo posible que el suelo tenga contacto con los residuos peligrosos generados. Tener equipos disponibles en todas las áreas susceptibles a presentar un incidente que genere residuos peligrosos.

- M.39 Conformación del tajo de acuerdo a un plan de minado que contempla medidas de protección y seguridad con base en un estudio de estabilidad.

Para el área de tajo se tiene destinada un área de 232.713 ha, los criterios de diseño se desarrollaron a partir de datos geotécnicos específicos del sitio, recopilados de programas de prueba de campo y laboratorio, modelos geológicos y estructurales, y de resultados correspondientes de análisis de estabilidad cinemática y de límite de equilibrio.

La información sugiere baja contribución de la precipitación y escorrentía superficial al sistema de drenaje del tajo, y se espera que cualquier entrada al tajo provenga principalmente de aguas subterráneas. Se midieron elevaciones estáticas del agua subterránea y esto indico que las elevaciones son pequeñas y varían poco a lo largo del tiempo.

Las profundidades del tajo a lo largo de la mina en los años -1 a 17 versus el nivel freático estático previo a la exploración (1,497 msnm en promedio) así como volúmenes de acumulados del tajo debajo de la superficie topográfica previa a la exploración y el nivel previo a la exploración minera del nivel freático se muestran en la siguiente tabla:



Gráfica 8. Profundidad del Tajo vs nivel freático estático, y volumen acumulado.

El proyecto está diseñado para tener una vida útil de la mina desde el año -1 hasta el año 18, pero el tajo se excavará con generación de tepetate desde el año -1 hasta el año 17. La información acerca de la construcción del tajo, así como los detalles de su estabilización se encuentran descritos en el capítulo II del presente documento.

- M.40 Supervisión ambiental externa que valide realización de obras y estudios, además de revisión y validación de informes semestrales y/o anuales.

Se realizará la contratación de un supervisor externo, el cual en colaboración con el departamento de medio ambiente realizará la revisión de todas las dudas, pendientes, seguimientos, verificaciones, auditorias, etc., con el fin de que se cumplan todos los requerimientos ambientales del proyecto.

- M.44 Construcción y operación del almacén de combustibles apegado a la normatividad.

Se contará con un área de almacenamiento y despacho de combustible en el sitio, la estación Se contará con un área de almacenamiento y despacho de combustible en el sitio. La estación de servicio pesado que dispensará combustible diésel a camiones y equipo estará ubicada cerca del área destinada a los camiones para un fácil acceso a las áreas de operación de la flota de camiones pesados de transporte de mineral.
El almacenamiento se realizará en tanques de combustible verticales dentro de una plataforma de contención en hormigón con capacidad de 1.2 veces el total de los tanques. El área destinada se realizará apegada a la normatividad aplicable.

El consumo de diésel varía según el año dependiendo del tamaño de la flota y las configuraciones de transporte. Todos los equipos, incluidas las bombas de agua utilizadas por la mina, funcionan con diésel. Se espera que el consumo promedio de diésel durante la vida útil de la mina sea de 33,7 millones de litros anuales. El consumo máximo de diésel se prevé para el año 10 con 41,1 millones de litros, a su vez el volumen requerido de combustible lo suministrarán proveedores locales.

- M.45 Programa de prevención de accidentes y ejecución de simulacros de emergencia.

Para la prevención de accidentes, tiene un vínculo con el Estudio de Riesgo, en el cual se identifican y evalúan los riesgos por el manejo de materiales peligrosos en las instalaciones, lo que conlleva en el programa para la prevención de accidentes al desarrollo de las medidas preventivas, correctivas, de control, de mitigación y de atención, en el caso de presentarse un accidente.

- M.47 Programa de prevención contra incendios forestales.

Se capacitará a los trabajadores, para que realicen sus actividades de manera correcta, además se instruirá en el manejo del equipo contra incendio. Las instalaciones y equipos de combate contra incendio, deberán estar adecuados, ser suficientes y vigentes, a su vez se realizará un análisis de las zonas potenciales a un incendio forestal y determinar las alternativas de acceso en caso de que sucediera.

- M.58 Uso, manejo y almacenamiento de sustancias químicas con base en las normas de STPS correspondientes.

Se implementará el uso del etiquetado específico para los recipientes que contengan sustancias químicas de acuerdo a la norma NOM-018-STPS-2015 y en la seguridad para manipular, transportar y almacenar productos químicos peligrosos se seguirá la NOM-005-STPS-1998 y la NOM-010-STPS-2014.

Medidas específicas que se emplearán para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales:
Determinar la ubicación de dichas áreas, instalación adecuada del cercado, supervisión y un mantenimiento constante. Se impartirán cursos y talleres, bitácora de asistencia a cursos, diplomas, se proporcionará EPP a nuevos empleados, revisiones diarias del EPP personal, reemplazo de EPP en mal estado, reportes y sanciones a personal por mal uso u omisión del EPP. Detección de volumen a generar por equipo o maquinaria a intervenir, utilizar equipos antiderrames debajo de la misma, así como ejecución de las actividades posteriores, envió de RP al almacén temporal, reposición de equipo antiderrames y reportes correspondientes. Buscar diferentes opciones de minado que ayuden al mejoramiento del tajo, las cuales brinden estabilidad, seguridad y protección. Realizar listados de control para dudas, pendientes, informes, para su posterior resolución. Se realizarán protocolos de inspección y de seguridad, al almacén de combustibles. Llevar un seguimiento de bitácoras y reportes de control. Registro de actividades para la prevención de accidentes, mantenimiento: describir las evidencias documentales del mantenimiento al establecimiento, en instalaciones tales como: áreas operativas, de servicios, de control y de respuesta a emergencias; que estén asociadas a las actividades riesgosas, revisiones de seguridad: describir las evidencias documentales de las revisiones de seguridad al establecimiento, en instalaciones tales como: áreas operativas, de servicios, de control
y de respuesta a emergencias; que estén asociadas a las actividades riesgosas. Revisión de las medidas contra incendio (extintores, hidrantes, hachas etc.), capacitación de la brigada contra incendio y simulacro de incendio, reporte en caso de ocurrencia, investigación de la causa raíz (en caso de ocurrencia), corrección del factor de riesgo (en caso de ocurrencia) y reporte anual.

Indicadores de realización: Mide la aplicación y ejecución efectiva de las medidas propuestas

- Longitud total cercada (m) y longitud total propuesta a cercar (m).
- Número de personal con EPP y número de personal total en la empresa.
- Utilización de equipo antiderrames y el número incidentes atendidos en operación y mantenimientos.
- El total de m^3 de superficie conformada y total de m^3 de superficie total a conformar.
- Número de supervisiones externas al año, y número de supervisiones externas programadas al año.
- Cumplimiento con las especificaciones de la normatividad para el almacén de combustibles.
- Seguimiento a las bitácoras de mantenimiento y revisiones de seguridad al establecimiento.
- Bitácoras de incendios o conatos de incendio atendidos.
- Número de especificaciones y lineamientos atendidos para el manejo de sustancias químicas.

Indicador de eficacia: Mide los resultados obtenidos por la aplicación de la medida propuesta correspondiente.

En la siguiente tabla se muestran los indicadores de cumplimiento por medida de mitigación:

ID	Descripción de la medida	Indicador de cumplimiento
M.9	Cercado de presa de jales y áreas industriales.	(Longitud total cercada (m) / longitud total propuesta a cercar (m)) * 100
M.12	Uso de Equipo de Protección Personal (EPP).	(Número de personal con EPP / Número de personal total en la empresa) * 100
M.28	Contar con equipo antiderrames en frentes de obra	(# de equipos antiderrames utilizados / # de equipos antiderrames en stock) * 100

M.39	Conformación del tajo de acuerdo a un plan de minado que contempla medidas de protección y seguridad con base en un estudio de estabilidad.	(m^3 de superficie conformada / m^3 de superficie a conformar propuestos) *100
M.40	Supervisión ambiental externa que valide realización de obras y estudios, además de revisión y validación de informes semestrales y/o anuales.	(Número de supervisiones externas realizadas / Número de supervisiones externas programadas al año) * 100
M.44	Construcción y operación del almacén de combustibles apegado a la normatividad.	(Número de indicadores cumplidos / total de indicadores cumplidos) * 100
M.45	Programa de prevención de accidentes y ejecución de simulacros de emergencia	(# de accidentes / total de accidentes (año anterior)) * 100
M.47	Programa de prevención contra incendios forestales.	(Conatos y/o incendios atendidos / incendios y/o conatos de incendio presentados) * 100
M.58	Uso, manejo y almacenamiento de sustancias químicas con base en las normas de STPS correspondientes.	(Cantidad de sustancias químicas utilizadas / Cantidad de sustancias químicas en stock) *100

Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados.

- **Análisis** –Evaluar si la aplicación de las medidas cumplió con sus metas propuestas.
- **Procesamiento** –Histograma.
- **Interpretación de resultados** –Identificar e interpretar los resultados obtenidos para que sirva de base como parte de los procesos de mejora continua.

Calendario de comprobación: Frecuencia con que se revisará la buena aplicación de la medida.

PROGRAMA DE PREVENCIÓN													
Medida		Meses											Durante la vida útil
ID	Descripción de la medida	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
M.9	Cercado de presa de jales y áreas industriales.													
M.12	Uso de Equipo de Protección Personal (EPP).													
M.28	Contar con equipo antiderrames en frentes de obra													
M.39	Conformación del tajo de acuerdo a un plan de minado que contempla medidas de protección y seguridad con base en un estudio de estabilidad.													
M.40	Supervisión ambiental externa que valide realización de obras y estudios, además de revisión y validación de informes semestrales y/o anuales.													
M.44	Construcción y operación del almacén de combustibles apegado a la normatividad.													
M.45	Programa de prevención de accidentes y ejecución de simulacros de emergencia													
M.47	Programa de prevención contra incendios forestales.													
M.58	Uso, manejo y almacenamiento de sustancias químicas con base en las normas de STPS correspondientes.													

Punto de comprobación: Donde se verificará (lugar y específicamente sobre que componente ambiental).

Se realizará supervisión y monitoreo del área perimetral del proyecto, el componente ambiental es hábitat y corredores biológicos, y vista escénica.

La empresa en sus instalaciones proporcionara el EPP adecuado y necesario. El componente ambiental es salud y seguridad ocupacional.

Comúnmente los mantenimientos correctivos se dan en diversos lugares, pues es por una falla mecánica que no se pudo llevar al vehículo o maquinaria al área adecuada para efectuar las actividades. El suelo es el principal factor pues puede ser contaminado si no se utiliza el equipo antiderrame.

Los resultados se verificarán en sitio, y el componente ambiental es estructura geológica y relieve.

La verificación se realizará donde se ocupe la supervisión ambiental, todos los componentes ambientales están involucrados.

El almacén de combustibles, deberá ser construido según dicte la normatividad vigente, una mala operación puede provocar un accidente, como derrame de hidrocarburo que podría afectar a los componentes suelo y agua.

Se verificarán las bitácoras correspondientes a cada área de trabajo en el proyecto, con el propósito de comprobar el seguimiento de los mantenimientos y revisiones de seguridad efectuadas.

Las capacitaciones y simulacros, serán llevados en la unidad minera, el componente afectado en caso de incendio será el suelo, flora y fauna directamente además de la capacitación al personal. Por otro lado, no se espera se lleguen a dar los incendios forestales.

Medidas de urgente aplicación: En caso de que no se alcancen los objetivos y metas, establecidas con base en los indicadores definidos por la propia promovente (indicadores de realización y de eficacia).
En caso de que sucediera algún incidente ya sea con el personal y/o alguna fauna, se realizará una verificación total del cercado, y si es necesario se pondría un refuerzo adicional para evitar algún otro incidente.

Todo colaborador de la unidad deberá portar su EPP estrictamente, no podrá efectuar ninguna actividad dentro de la unidad si no cuenta con su EPP completo.

En caso de afectar por derrame, sobre todo el suelo, se tomarán las acciones pertinentes para remediar el sitio, además de dar aviso a las autoridades correspondientes y realizar el reporte.

En caso de que se produzca algún derrumbe o desestabilización se optara por corregir inmediatamente y si prosigue la incidencia se cambiara la metodología de estabilización.

Se realizarán mantenimientos y revisiones de seguridad al almacén de combustibles para prevenir accidentes.

Describir las evidencias documentales con que cuenta el establecimiento, sobre la capacitación del personal en materia de prevención, preparación y respuesta a emergencias relacionadas con las actividades riesgosas, considerado en su contenido temático.

En caso de presentarse un incendio, se actuará inmediatamente para controlarlo y erradicarlo, pues no solo se comprometen las instalaciones, sino que el ecosistema se ve afectado de manera importante, en caso de suceder las áreas afectadas serán punto de atención para efectuar obras de conservación y reforestación y ayudar a la recuperación de la superficie incendiada.

Si se presentara derrame de sustancias químicas, se tomarán las acciones pertinentes para remediar el sitio, además de dar aviso a las autoridades correspondientes y realizar el reporte.

VI.2.7.5 Programas de compromiso socioambiental

Objetivo:
Mediante este programa se pretenden realizar acciones orientadas a las localidades de la región con la finalidad fomentar una buena relación con las comunidades, para difundir información del proyecto, dar a conocer la

aplicación de las medidas ambientales realizadas en compensación de las áreas impactadas. También se buscará integrar la participación de las comunidades, mediante conformación de comités para el seguimiento del proyecto, así como realizar acciones en beneficio de las comunidades como el tratamiento de aguas residuales del municipio de parral.

Objetivos particulares:

- **Medida 49 (M.49):** Se busca implementar acciones de concientización y difusión ambiental dirigidas a las comunidades cercanas al proyecto acerca de las actividades que la promovente realiza o está llevando a cabo en las diferentes etapas del proyecto.

- **Medida 52 (M52)** Otra acción social, se pretende reusar las aguas negras generadas en la ciudad de Hidalgo del Parral, para ello se plantea ampliar la PTAR municipal de Hidalgo del Parral donde el agua tratada será enviada a la unidad minera mediante la construcción de un acueducto.

- **Medida 54 (M.54):** Llevar a cabo reuniones informativas con miembros de las comunidades y autoridades municipales en las diferentes etapas del proyecto, donde se difundirán las acciones que se llevarán a cabo tanto en actividades operativas como la aplicación de las medidas ambientales.

- **Medida 57 (M.57):** Se pretende impulsar la formación de comités comunitarios con la finalidad crear relaciones colaborativas para el desarrollo de actividades sociales económicas y ambientales, así como para crear y mantener buenas relaciones entre la promovente y la comunidad con la información, de manera que permita mediar y recibir inquietudes de los habitantes de las comunidades cercanas.

Metas:

Mediante la concientización se busca que la gran parte de las habitantes de las localidades más cercanas al proyecto reciban una difusión de información relevante y dinámica acerca de la importancia de realizar la ejecución de medidas ambientales y otras acciones medioambientales que la promovente lleva a cabo, como es el caso de los monitoreos para los diferentes componentes ambientales.

Mediante el desarrollo de reuniones informativas para difundir información a la población de las localidades y a las autoridades locales o municipales y de la región acerca de la importancia del desarrollo de las actividades de extracción realizadas de manera responsable.

También se prende llevar a cabo la integración de comités comunitarios formados por personas de las comunidades cercanas al proyecto con la intención de desarrollar acciones colaborativas productivas, sociales y ambientales, así como para crear y mantener buenas relaciones entre la promovente y la comunidad.

Mediante el tratamiento de las aguas negras de la ciudad de Hidalgo del Parral se logrará el tratamiento y reusó del agua en cantidades importantes, el cual es una contribución importante como acción benéfica a favor de los habitantes de la ciudad del H. del Parral, así como la contribución de acciones amigables con el medio ambiente.

Responsables del desarrollo del programa, los cuales deberán ser especialistas en el tema:

Para llevar a cabo en estas acciones es necesario la participación del departamento de medio ambiente y relaciones comunitarias principalmente.

Metodología:

- M.49 Implementar programa de concientización ambiental a las comunidades aledañas

Para realizar las acciones concientización es necesario iniciar con el acercamiento de las localidades más cercanas, así como las localidades prioritarias para el proyecto.

Una vez que se tenga el acercamiento con las localidades de interés y al sector o sectores de la población que serán atendidas. Se realizarán propuestas para difundir y compartir información relacionada con temas medioambientales, la aplicación de las medidas ambientales y los resultados obtenidos producto de los monitoreos de seguimiento, así como la difusión de catálogos de especies flora y fauna existente en la región.

- M.52 Reutilización de las aguas negra de la ciudad de Hidalgo del Parral para minimizar el impacto al acuífero.

Para implementar esta estrategia es necesario realizar al menos las siguientes acciones: en primera instancia obtener la autorización por parte del municipio del Hidalgo del Parral; una que vez que se tenga la autorización se buscará ampliar la capacidad de la PTAR municipal con el objeto de tratar la totalidad de las aguas negras generadas en esta ciudad; otra de las acciones es la construcción de un acueducto desde esta ciudad al proyecto Cordelo por la que será llevada el agua.

Aunque en este apartado se plantea como medida de mitigación, en el transcurso de los primeros años de haber iniciado el proyecto se desarrollara la medida considerando aspectos de ingeniera y de sus trámites correspondientes, así como el presupuesto para su ejecución.

- M.54 Reuniones informativas con miembros de las comunidades y autoridades municipales acerca de los avances del proyecto.

Para concretar el objetivo principal (que es difundir la información generadas con los avances del proyecto), es importante desarrollar un plan detallado donde se contemple al menos: en primera instancia se identifique a los actores y ser partícipes de estas reuniones informativas, que debe involucrar a habitantes de las localidades de interés y de las autoridades locales y municipales principalmente.

Elaborar el material donde se busquen las metodologías más adecuadas brindando información breve, clara y efectiva al momento de su comunicación. Es necesario tener el seguimiento de estas reuniones, lograr que sean presentadas de manera periódicas, las cuales serán definidas de manera conjunta con los actores involucrados.

- M.57. Integración de comités comunitarios para el seguimiento y comunicación permanente del proyecto

Se realizará el acercamiento con las localidades de interés para plantear las intenciones de la formación de comités comunitarios donde se expondrán su propósito e intenciones. Posteriormente se conformará el comité con los integrantes elegidos de acuerdo a los objetivos de dicho comité. Una vez formado el comité se establecerá el propósito y objetivos que se abordarán, los cuales estarán orientados a realizar acciones de manera conjunta con los habitantes de las localidades en coordinación con personal de la promovente, como el desarrollo de acciones socioeconómicas y ambientales, así como para intermediar, para crear y mantener buenas relaciones. Para la funcionalidad del comité es necesario planear acciones anualmente de las actividades que se llevaran a cabo.

Medidas específicas que se emplearán para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales:

Dado que estas acciones van relacionadas con las acciones sociales que involucra la participación de los habitantes por lo que no son medidas ambientales directas que permita corregir impactos, sino que más bien son acciones sociales que permiten las comunidades estar informados y conscientes de las acciones que implica cuando se llevan a cabo actividades mineras extractivas sin perder de vista que las demás medidas ambientales están planteadas con el objeto de prevenir, mitigar y en su caso compensar las impactos ambientales provocados, que no afecte a los ecosistemas y poblaciones de las localidades cercanas.

No obstante, para el caso del proyecto del agua tratada en Hidalgo del Parra, aunque es una acción social también es una medida de mitigación más palpable dado que con su ejecución permite un ahorro importante en el consumo de agua, pues permite ahorrar una cantidad de agua equivalente a la que será tratada.

Indicadores de realización: Mide la aplicación y ejecución efectiva de las medidas propuestas
Como se mencionó no es una medida de mitigación ambiental directa, sin embargo, para el seguimiento, control y evaluación de los alcances se tomará como indicadores el número de personas participantes tanto en reuniones informativas, como en el programa de concientización ambiental, se llevará el control de registro de participantes o asistentes. Para el caso de los comités se puede dar seguimiento por el número de comités integrado en un inicio y posteriormente también por el registro de los participantes y asistentes en acciones posteriores.

Para el caso particular del agua tratada como reusó de la ciudad del Hidalgo del Parral, es posible que se mida su influencia mediante la cantidad de agua ahorrada.

Indicador de eficacia: Mide los resultados obtenidos por la aplicación de la medida propuesta correspondiente.

En la siguiente tabla se muestran los indicadores de cumplimiento por medida de mitigación:

ID	Descripción de la medida	Indicador de cumplimiento
M.49	Implementar programa de concientización ambiental a las comunidades aledañas	(Cursos impartidos / Cursos propuestos) * 100
		(Asistencia obtenida en los cursos impartidos / asistencia esperada en los cursos propuestos) * 100
M.54	Reuniones informativas con miembros de las comunidades y autoridades municipales acerca de los avances del proyecto	(Número de reuniones impartidas / Número de reuniones propuestas a impartir) * 100
M.57	Integración de comités comunitarios para el seguimiento y comunicación permanente del proyecto	(Número de comités ecológicos activos / Número de comités ecológicos totales) * 100
M.52	Reutilización de las aguas negras de la ciudad de Hidalgo del Parral para minimizar el impacto al acuífero	Agua residual tratada (m^3) / agua residual propuesta a tratar (m^3) * 100

Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados.

- **Análisis** –Valorar el nivel de cumplimiento de las metas plantadas propuestas.
- **Interpretación de resultados** – identificar e interpretar los logros obtenidos que sirva de base como arte procesos de mejora continua.

Calendario de comprobación: Frecuencia con que se revisará la buena aplicación de la medida.

PROGRAMA DE COMPROMISO SOCIOAMBIENTAL								
Medida		Tiempo (Años)						
ID	Descripción de la medida	1	2	3	4	5…	Resto vida útil del proyecto (año 18)	Etapa de cierre año 18 a 24)
M.49	Implementar programa de concientización ambiental a las comunidades aledañas							
M.52	Reutilización de las aguas negras de la ciudad de Hidalgo del Parral para minimizar el impacto al acuífero							
M.54	Reuniones informativas con miembros de las comunidades y autoridades municipales acerca de los avances del proyecto							

M.57	Integración de comités comunitarios para el seguimiento y comunicación permanente del proyecto							

Punto de comprobación: Donde se verificará (lugar y específicamente sobre que componente ambiental).
En este caso las evidencias de cumplimiento para las medidas o acciones que están orientadas a la parte social, las evidencias serán los registros de los participantes para las acciones de concientización y con las reuniones informativas. Y la integración de los comités y la ubicación son las localidades por lo que está enfocado al aspecto social.

Para el caso de la reutilización de las aguas negras la verificación se contempla en la ubicación de la PTAR sujeta a ampliación, le construcción del acueducto por donde será enviada el agua y por último el depósito del agua transportada, componente involucrado el agua.

Las localidades susceptibles de ser consideradas al momento de llevar a cabo estas acciones preferentemente van a ser las más cercanas al proyecto sin dejar de las localidades clave como Hidalgo del Parral.

En la siguiente tabla se presentan las localidades más cercanas del proyecto de las que se pueden elegir lagunas de ellas.

Tabla 11. Localidades del municipio de Hidalgo del Parral.

Localidades cercanas al Proyecto "Cordero"					
Municipio	**Localidad**	**Tipo**	**Distancia lineal al Proyecto**	**Dirección**	**Ubicación respecto al SA**
Hidalgo de Parral	Rancho Elvira	Rural	3km	Sur	Dentro
Hidalgo de Parral	Restaurant Sapién	Rural	6.4	Este	Afuera
Hidalgo de Parral	Ancón de la luz	Rural	6.4	Sur	Afuera
Hidalgo de Parral	Cordero	Rural	0.3	Oeste	Dentro
Hidalgo de Parral	Rancho de Enmedio	Rural	4.7	Este	Medio
Hidalgo de Parral	San Juan	Rural	1.7	Sur	Dentro
Hidalgo de Parral	Agua Fría	Rural	5	Suroeste	Afuera
Hidalgo de Parral	Santa Rita	Rural	4.8	Suroeste	Afuera
Hidalgo de Parral	San Felipe	Rural	9.3	Oeste	Afuera
Hidalgo de Parral	El Terrero	Rural	8.4	Sureste	Dentro
Hidalgo de Parral	La Estanzuela	Rural	11.79	Suroeste	Afuera
Hidalgo de Parral	Rancho el girasol	Rural	11.6	Este	Dentro
Hidalgo de Parral	Sapién	Rural	8.7	Este	Afuera

Medidas de urgente aplicación: En caso de que no se alcancen los objetivos y metas, establecidas con base en los indicadores definidos por la propia promovente (indicadores de realización y de eficacia).
No aplica, en caso de que el proceso para el reusó de las aguas negras de la ciudad de Hidalgo del Parral no fuera posible se buscarán otras opciones suministro de agua.

VI.2.7.6 Programa de mitigación del cambio climático

Objetivo:
Limitar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en el desarrollo y operación del proyecto, para limitar el aumento de la temperatura global y fortalecer la resiliencia, para mejorar su capacidad de mitigación a los impactos del cambio climático.

Objetivos particulares:

- **Medida 48 (M.48):** Aumentar la capacidad instalada y la generación de electricidad a partir de fuentes renovables de energía.

- **Medida 50 (M.50):** Llevar un control de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que genera el proyecto durante todas sus etapas y sobre todo durante la operación, para crear estrategias de reducción de gases de efecto invernadero.

Metas:
Reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero, realizar un inventario de emisiones de gases en base a las guías del Panel Internacional de Cambio Climático, ejecutar estrategias para la reducción de emisiones, al mismo tiempo que se implementan las mejores prácticas y el uso de tecnologías eficientes que incrementen la productividad energética de las diferentes actividades del sector, con acciones y estrategias para la reducción de la intensidad energética del transporte de personas y mercancías a nivel nacional.

Responsables del desarrollo del programa, los cuales deberán ser especialistas en el tema:
Departamento de medio ambiente, personal encargado en el área de mantenimiento y de operación.

Metodología:

- M.48. Programa de energías renovables y ahorro de consumo.

Identificar los sistemas de distribución de energía presentes en el proyecto y determinar la implementación de las mejores prácticas y el uso de tecnologías eficientes que incrementen la productividad energética y el ahorro en el consumo de esta.

- M.50. Programa de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

Realizar el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero a partir de las ubicaciones puntuales de mayor generación dentro de la unidad minera, para llevar un control de la cantidad de los gases emitidos en el proyecto durante todas sus etapas y sobre todo durante la operación, este es un indicador que puede ser comparado con otros proyectos de la misma índole o con el mismo, para generar estrategias de disminución de emisiones de gases de efecto invernadero.

Medidas específicas que se emplearán para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales:

Implementación del uso de tecnologías eficientes y mejores prácticas como las acciones sugeridas para reducir sus emisiones, uso de diésel con mezclas de biodiesel (10%), uso de energía renovable y uso de equipo de acarreo de alta tecnología con consumo eficiente de combustibles (reducción de 2 a 3% de combustible y subsecuentes emisiones comparado con motores de generación anterior). Requerir que la flota de construcción y minería cumpla con los estándares de emisiones vehiculares más estrictos disponibles. Inspección y mantenimiento regular de equipos diésel no viales para reducir el consumo de combustible y las emisiones de GEI asociadas.

Indicadores de realización: Mide la aplicación y ejecución efectiva de las medidas propuestas
Reducción de GEI durante la vida útil del proyecto, implementación de nuevas tecnologías con energías renovables respecto a los sistemas de energía establecidos.

Indicador de eficacia: Mide los resultados obtenidos por la aplicación de la medida propuesta correspondiente.

En la siguiente tabla se muestran los indicadores de cumplimiento por medida de mitigación:

ID	Descripción de la medida	Indicador de cumplimiento

M.48	Programa de energías renovables y ahorro de consumo.	(# tecnologías eficientes implementadas / total de sistemas de energía propuestos) * 100
M.50	Programa de reducción de emisiones de gases efecto invernadero (GEI).	(Número de acciones realizadas/ número de acciones propuestas) * 100

Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados.

- **Análisis** –Evaluar si la aplicación de las medidas cumplió con sus metas propuestas.
- **Procesamiento** –Histograma.
- **Interpretación de resultados** –Identificar e interpretar los resultados obtenidos para que sirva de base como parte de los procesos de mejora continua.

Calendario de comprobación: Frecuencia con que se revisará la buena aplicación de la medida.

PROGRAMA DE MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO														
Medida		Meses												Durante la vida útil
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
ID	Descripción de la medida													
M.48	Programa de energías renovables y ahorro de consumo.													
M.50	Programa de reducción de emisiones de gases efecto invernadero (GEI).													

Punto de comprobación: Donde se verificará (lugar y específicamente sobre que componente ambiental).
Los controles serán realizados con checklist por el personal en todos los vehículos, equipos e instalaciones donde sea medible la generación de (GEI), junto con las áreas operativas, de mantenimiento, de servicios, de campamentos y de respuesta a emergencias. Los componentes involucrados son la calidad del aire, calidad del agua y el riesgo ambiental.

Medidas de urgente aplicación: En caso de que no se alcancen los objetivos y metas, establecidas con base en los indicadores definidos por la propia promovente (indicadores de realización y de eficacia).
En caso de detectar mayor consumo energético del preestablecido, se buscará la instalación o instalación que lo genere para su mantenimiento inmediato, y en caso de no mejorar realizar el reemplazo, a su vez se evaluará la efectividad del uso de energías eficientes para determinar si es factible que continúen o no, o según el reemplazo de ella.

Respecto a la generación de gases de efecto invernadero, se evaluará si algún vehículo, maquinaria o instalación genera un volumen demasiado alto para un mantenimiento inmediato y en caso de no mejorar, realizar el reemplazo.

VI.2.7.7 Programa de mitigación de partículas suspendidas

Objetivo:
Alcanzar niveles de partículas suspendidas a la atmósfera generadas por la operación del proyecto apegados a la normatividad aplicable, por medio del establecimiento de límites de velocidad e instalación de señalamientos alusivos.

Objetivos particulares:

- **Medida 4 (M.4):** Reducir los niveles de emisiones de partículas suspendidas a la atmósfera generadas por el movimiento constante de vehículos de obra y maquinaria.

- **Medida 20 (M.20):** Establecer límites de velocidad dentro de los caminos de acarreo y acceso de la unidad minera e implementar señaléticas.

Metas:
Disminuir la generación de polvos con el establecimiento de límites de velocidad para vehículos, equipo y maquinaria, así como aplicar riegos diarios y durante los meses de mayor precipitación disminuir el número de riegos.

Responsables del desarrollo del programa, los cuales deberán ser especialistas en el tema:
Departamento de medio ambiente y seguridad, personal destinado a realizar los riegos.

Metodología:

- M.4 Aplicación de riegos periódicos en los frentes de obra y caminos adicionando en algunos casos el uso de supresores de polvo

Se realizará la relación de caminos de acarreo y acceso, los caminos de acarreo conectan la planta de procesos, instalación de almacenamiento mineral, pila de mineral de alimentación del molino y la presa de jales, mientras que los caminos de acceso comunican la vía principal pavimentada con las áreas operativas con el campamento ocupando una superficie de 53.336 ha, adicionalmente se tienen cuatro caminos de acceso a pozos del monitoreo de presa de jales.

Posteriormente se identificarán los caminos con mayor tránsito ya que suelen ser los de mayor generación de polvos, se establecerán los días de riego empezando por 1 diario realizados por pipas, mismos días pudieran llegar aumentar o disminuir según sea el caso y camino en el que se aplique, a su vez en el caso de ser necesario se adicionará el uso de supresores de polvo a fin de mejorar la efectividad en la reducción de los mismos.

Cabe mencionar, que el número de riego diarios disminuirá o será nulo según sea el caso, durante la época de lluvia, ya que esto mismo realizaría de modo natural la reducción de polvo en caminos, y a su vez se reduciría el consumo de agua destinada al riego de caminos.

- M.20 Instalación de letreros alusivos de límite de velocidad en caminos internos del proyecto y accesos principales

Se realizará la relación de caminos de acarreo y acceso, los caminos de acarreo conectan la planta de procesos, instalación de almacenamiento mineral, pila de mineral de alimentación del molino y la presa de jales, mientras que los caminos de acceso comunican la vía principal pavimentada con las áreas operativas con el campamento ocupando una superficie de 53.336 ha, adicionalmente se tienen cuatro caminos de acceso a pozos del monitoreo de presa de jales.

A partir de eso, se determinarán los límites de velocidad adecuados, y a su vez se realizará la instalación de letreros alusivos a las distancias que considere el departamento de seguridad, mismos que cubran la mayor parte de los caminos, además de hacerle llegar la información respecto al límite de velocidad a cada uno de los trabajadores de la unidad minera.

Medidas específicas que se emplearán para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales:

Se realizará la carga de pipas, las cuales rociarán de agua los caminos de acarreo y acceso de la empresa, con mayor énfasis en los más transitados, llevándose a cabo una vez al día pudiendo aumentar o disminuir según sea el caso; a su vez, se establecerá el límite de velocidad con mayor factibilidad, el cual permita el tránsito seguro para el personal en general, mismo que será plasmado en letreros alusivos alrededor de dichos caminos.

Indicadores de realización: Mide la aplicación y ejecución efectiva de las medidas propuestas
Número de riegos realizados y número de letreros colocados.

Indicador de eficacia: Mide los resultados obtenidos por la aplicación de la medida propuesta correspondiente.

En la siguiente tabla se muestran los indicadores de cumplimiento por medida de mitigación:

ID	Descripción de la medida	Indicador de cumplimiento
M.4	Aplicación de riegos periódicos en los frentes de obra y caminos adicionando en algunos casos el uso de supresores de polvo	(Riegos realizados / total de riegos propuestos) * 100
M.20	Instalación de letreros alusivos de límite de velocidad en caminos internos del proyecto y accesos principales	(Número de letreros a colorar / Numero de letreros propuestos) * 100

Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados.

- **Análisis** –Número de riegos realizados y el límite de velocidad en caminos (acceso y acarreo)
- **Procesamiento** – Bitácoras
- **Interpretación de resultados** – Determinar si los polvos disminuyeron en su dispersión colocación de letreros en caminos (acceso y acarreo).

Calendario de comprobación: Frecuencia con que se revisará la buena aplicación de la medida.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO													
Medida		Meses											Durante la vida útil
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
ID	Descripción de la medida													
M.4	Aplicación de riegos periódicos en los frentes de obra y caminos adicionando en algunos casos el uso de supresores de polvo	Riegos (mínimo uno diario)												
M.20	Instalación de letreros alusivos de límite de velocidad en caminos internos del proyecto y accesos principales													

Punto de comprobación: Donde se verificará (lugar y específicamente sobre que componente ambiental).

La verificación para suspensión de polvos y colocación de letreros alusivos será realizada en sitio para visualización directa, y a su vez será plasmada en bitácoras y reportes, en los cuales se adicionará evidencia fotográfica. Los componentes ambientales son erosión del suelo, calidad del aire, flora, fauna, vista escénica y seguridad ocupacional.

Medidas de urgente aplicación: En caso de que no se alcancen los objetivos y metas, establecidas con base en los indicadores definidos por la propia promovente (indicadores de realización y de eficacia).

En el caso de no disminuir los niveles de polvo, se buscará estrategia más factible ya sea el disminuir el límite de velocidad al menos 5 km, el aumento en el uso de supresores o el cambio del tipo utilizado, y como última instancia el aumento de riegos diarios, a su vez al personal que no cumpla el límite de velocidad establecido se le harán llamadas de atención y en caso de persistir se le aplicarán sanciones.

VI.2.7.8 Programa de conservación de fauna silvestre

Objetivo:

Promover la continuidad y óptimo desarrollo de las diferentes especies de fauna silvestre que se encuentren en la región, con especial atención a las reportadas por la NOM-059- SEMARNAT-2010, mediante manejo de bajo impacto, que implica acciones de desplazamiento o ahuyentamiento, y como última medida el rescate y reubicación, de algunos especímenes de lento desplazamiento, así como mejoras en el hábitat.

Objetivos particulares:

- **Medida 16 (M.16):** Se pretende que con ayuda de los ahuyentadores sonoros no se tenga ninguna incidencia de fauna en la presa de jales.

- **Medida 17 (M.17):** Promover la continuidad y óptimo desarrollo de las diferentes especies de fauna silvestre, en áreas aledañas a la zona de desarrollo del proyecto, evitando el deterioro de las poblaciones naturales de vida silvestre, asegurando su permanencia en las áreas que serán objeto de la aplicación de este plan.

- **Medida 21 (M.21):** Colocar letreros y/o señalamientos dentro y fuera de la unidad minera, en donde se plasme indicativos sobre el cuidado y protección de la fauna.

- **Medida 33 (M.33):** Conservación de especies de fauna silvestre con especial atención a las reportadas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, mediante manejo de bajo impacto, que implica acciones de desplazamiento o ahuyentamiento, y como última medida el rescate y reubicación de algunos especímenes de lento desplazamiento. En su mayoría, se efectúa en áreas donde se realizará un desmonte de vegetación, pero es posible encontrarlas en áreas donde se realizan diversas actividades por lo que siempre implica el rescate o ahuyentamiento de la fauna silvestre, en caso de avistamiento.

- **Medida 55 (M.55):** Crear un catálogo de flora y fauna con el fin de que el personal, y la población de la región conozca y tenga información acerca de las especies que habitan en la región.

Metas:
Evitar el daño a la fauna durante el desarrollo del proyecto, e incentivar a los empleados y a la población sobre el respeto y conservación de la fauna silvestre.

Responsables del desarrollo del programa, los cuales deberán ser especialistas en el tema:
Departamento de medio ambiente con técnicos especializados y capacitados en manejo de fauna silvestre.

Metodología:

- M.16 Instalación de ahuyentadores sonoros en presa de jales.

Se instalarán ahuyentadores sonoros por toda el área perimetral de la presa de jales ubicada al noroeste del área del proyecto, con el fin de evitar que la fauna se acerque. Se realizarán monitoreos continuos para verificar el funcionamiento del ruido, así como limpieza. Dichos ahuyentadores reproducirán el sonido de depredadores a fin de cambiar el curso del mamíferos y aves en su mayoría, que quisieran entrar al polígono.

- M.17 Instalación de bebederos para fauna.

Se ubicarán en áreas con baja presencia de actividades, alejados de caminos y localidades para que la fauna silvestre se acerque con mayor facilidad, en este caso se dará prioridad al área de conservación, con la creación de espacios denominados "áreas de conservación para fauna silvestre", el cual se describe en el programa de área de conservación (Anexo VI,3). Los equipos propuestos se adquieren listos solo para ser instalados por lo

que lo más complejo es determinar su ubicación. Dentro de estas áreas se colocarán dispositivos para el registro de fauna silvestre (cámara trampa).

- M.21 Instalación de señalamientos para la protección de la fauna.

Se realizará la relación de caminos de acarreo y acceso, los caminos de acarreo conectan la planta de procesos, instalación de almacenamiento mineral, pila de mineral de alimentación del molino y la presa de jales, mientras que los caminos de acceso comunican la vía principal pavimentada con las áreas operativas con el campamento ocupando una superficie de 53.336 ha, adicionalmente se tienen cuatro caminos de acceso a pozos del monitoreo de presa de jales, ya que se pretende que se coloquen letreros en todos los caminos (acarreo y acceso) anteriormente mencionados a una distancia entre uno y otro favorecedora, y a su vez se establezca el cuidado de la fauna, y sea prohibido cazar, extraer individuos de la unidad.

- M.33 Programa de rescate, reubicación y ahuyentamiento de fauna silvestre.

Incluye recorridos para detectar individuos de fauna, madrigueras, nidos, sitios de descanso. Con énfasis en especies en riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Dentro del SAR se tienen 5 especies que se encuentran en alguna categoría dentro de la norma. Al implementarse labores de rescate, se usarán equipos y materiales de protección, señalamiento, localización, manejo y ahuyentamiento, adecuados para estas acciones. Se tomarán en cuenta medidas de seguridad y cuidado pertinentes, esto de acuerdo a la clase de especie que se maneje. Las actividades se realizarán en la etapa de preparación de sitio, a fin de señalar en donde se tengan avistamientos de individuos de interés, espacios con evidencia de habitación de fauna. Se utilizarán banderines de colores brillantes y distintivos, los sitios son georreferenciados y anotados en formatos específicos, se debe considerar seguimiento con bitácora. Rescate de fauna silvestre. Se sugiere que el rescate aplique solamente cuando se encuentre alguna especie de lenta movilidad, incidiendo en el área particular de trabajo. También se debe realizar durante las diferentes etapas del proyecto. Procediendo a la liberación inmediata, después de la posible captura, a fin de minimizar el estrés de los individuos capturados y para evitar posibles daños por un cautiverio temporal.

- M.55 Elaboración de catálogo de especies de flora y fauna en el SAR.

Con ayuda de visitas a campo, muestreos e información bibliográfica de la región, se elaborará un catálogo de fauna, donde incluya nombre común y científico, fotografías, etc., información que ayude al conocimiento y concientización del cuidado y protección de la fauna.

Medidas específicas que se emplearán para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales:
Crear un catálogo donde se definan las especies de fauna silvestre presentes en la región, determinar cuáles son susceptibles a desplazamiento, ahuyentamiento, rescate y reubicación. Se considerará que la mayoría de las especies sean desplazadas o ahuyentadas a áreas aledañas, sin tener que llegar al rescate de ejemplares, con excepción de aquellas de lento desplazamiento, pero en el supuesto de localizarse alguna en las áreas de trabajo será capturada y liberada a la brevedad en un área segura. Determinar la ubicación y número de bebederos de fauna. Sanciones a quien se sorprenda haciendo malas prácticas con la fauna silvestre.

Indicadores de realización: Mide la aplicación y ejecución efectiva de las medidas propuestas
Número de individuos observados, ahuyentados, rescatados y reubicados Número de incidencias de fauna en la presa de jales en 365 días, Establecimiento de bebederos para fauna silvestre, Número de letreros colocados, Número de catálogos realizados.

Indicador de eficacia: Mide los resultados obtenidos por la aplicación de la medida propuesta correspondiente.

En la siguiente tabla se muestran los indicadores de cumplimiento por medida de mitigación:

ID	Descripción de la medida	Indicador de cumplimiento
M.16	Instalación de ahuyentadores sonoros en presa de jales.	(Número de ahuyentadores instalados / número de ahuyentadores propuestos) *100
M.17	Instalación de bebederos para fauna.	(Número de bebederos instalados / total de bebederos propuestos) * 100
M.21	Instalación de señalamientos para la protección de la fauna.	(Número de letreros colocados / Número de letreros propuestos * 100
M.33	Programa de rescate, reubicación y ahuyentamiento de fauna silvestre.	(# de individuos observados / # de individuos ahuyentados) * 100
		(# de individuos observados / # de individuos rescatados y reubicados) *100
M.55	Elaboración de catálogo de especies de flora y fauna en el SAR.	(Número de catálogos realizados / Número de catálogos propuestos) * 100

Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados.

- **Análisis** –Evaluar si la aplicación de las medidas cumplió con sus metas propuestas.
- **Procesamiento** –Histograma.
- **Interpretación de resultados** –Identificar e interpretar los resultados obtenidos para que sirva de base como parte de los procesos de mejora continua.

Calendario de comprobación: Frecuencia con que se revisará la buena aplicación de la medida.

PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE FAUNA SILVESTRE														
Medida		Meses												Durante la vida útil
ID	Descripción de la medida	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
M.16	Instalación de ahuyentadores sonoros en presa de jales y su mantenimiento.													
M.17	Instalación de bebederos para fauna.													
M.21	Instalación de señalamientos para la protección de la fauna.													
M.33	Programa de rescate, reubicación y ahuyentamiento de fauna silvestre.													
M.55	Elaboración de catálogo de especies de flora y fauna en el SAR.													

Punto de comprobación: Donde se verificará (lugar y específicamente sobre que componente ambiental).

Se anotará en bitácoras las coordenadas de las zonas de ahuyentamiento, también las de rescate y reubicación de las especies, así como los bebederos serán ubicados geográficamente para su posterior mantenimiento /o revisión. El componente principalmente involucrado el de fauna, hábitats y corredores biológicos.

Medidas de urgente aplicación: En caso de que no se alcancen los objetivos y metas, establecidas con base en los indicadores definidos por la propia promovente (indicadores de realización y de eficacia).

Se realizarán estudios de monitoreo de fauna silvestre, para conocer las tendencias de distribución y cantidad de especies dentro del SAR de manera anual, así como la creación de espacios que propicien el aumento de la fauna sobre todo en épocas secas, colocando comederos, bebederos, así como la prohibición de daño, extracción y comercialización de especies, etc.

VI.2.7.9 Programa de conservación de flora silvestre

Objetivo:

El programa de conservación de flora tiene diferentes objetivos, sin embargo, todos van en la misma dirección, la protección y cuidado de la flora silvestre, en este caso con las diferentes actividades que se realizarán en el proyecto, una de ellas es el desmonte y despalme del sitio, así como su rescate y reubicación de flora, por lo que se pretende ejecutar acciones necesarias para su cuidado, por lo tanto se considera además un área de conservación que mantenga las condiciones naturales del entorno, así como la elaboración de un catálogo de flora y fauna, para tener conocimiento acerca de las especies que se encuentren en la región, y con esto promover su cuidado.

Objetivos particulares:

- **Medida 8 (M.8):** Preservar la integridad de las zonas aledañas y fuera de los polígonos autorizados para cambio de uso de suelo.

- **Medida 10 (M.10):** Realizar los desmontes y despalmes por secciones, a manera que se vaya requiriendo en las áreas, con el fin de evitar que el suelo quede descubierto y se genere erosión.

- **Medida 32 y 51 (M.33) (M.51):** El programa de rescate, se ejecuta para minimizar el impacto sobre la flora nativa, sin ser limitativo a las especies listadas en alguna categoría de protección, sin embargo, se considera como prioridad la especies que se encuentren dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, o en su caso por su biología.

- **Medida 43 (M.43):** Contar con un sitio para conservación con especies nativas, el cual tenga características del entorno natural, y esta porción de área beneficie a la flora y fauna que se encuentre cercana.

- **Medida 55 (M.55):** Crear un catálogo de flora y fauna con el fin de que el personal, y la población de la región conozca y tenga información acerca de las especies que habitan en la región.

Metas:
Ejecutar el programa de conservación de flora de manera adecuada, lograr el cuidado y protección de la flora por medio de rescates, reubicación, delimitación de desmontes, así como áreas de conservación, y con esto contrarrestar los impactos que se pudieran ocasionar por la ejecución del proyecto.

Responsables del desarrollo del programa, los cuales deberán ser especialistas en el tema:
Departamento de medio ambiente, en conjunto con la empresa ejecutora.

Metodología:

- M.8 Delimitación precisa de las áreas de desmonte.

Se realizarán la capacitación pertinente del personal que estará presente en el predio, la superficie manejada para Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) es de 2,260.699 ha. Posteriormente se procederá a marcar el terreno de las áreas de trabajo indicadas en los planos de construcción, de acuerdo al resolutivo por

parte de la autoridad con la finalidad de facilitar la ejecución de los trabajos de identificación y rescate de especímenes de vegetación y fauna. Las áreas serán delimitadas por parte de topógrafos, con un marcaje con postes, flaggins, líneas de cal, cintas, pintura en aerosol, cuerda, o lo que se considere mejor según el terreno.

- M.10 Ejecutar un plan de desmonte y despalme de manera direccionada y/o paulatina en función de los avances del proyecto o de las obras

Consiste en eliminar la vegetación existente en las áreas donde se va a hacer el cambio de uso de suelo (2,260.699 ha), esta actividad se realizará de manera manual utilizando herramientas prácticas como machetes, hachas, palas, zapapicos y motosierras. El despalme se realizará utilizando maquinaria pesada. Los materiales derivados del despalme son trasladados por camiones de volteo cargados por un cargador frontal; el material resultante del despalme y desmonte deberá ser incorporado a la capa superficial del suelo removido, esto resulta más económico y favorece el suelo. El material vegetal, resultante del derribo, será en su mayoría utilizado para realizar obras de conservación y enriquecimiento de suelo

- M.32 Programa de rescate y reubicación de flora silvestre, y M.51 Programa de rescate y reubicación de Biznaga Partida (*Coryphatha poselgeriana*).

El programa de rescate y reubicación se ejecutará previo a los trabajos de desmonte y despalme, y la flora que se encuentre dentro de los criterios de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) será la que se proponga a su rescate y reubicación. Para el proyecto de Cordero se tiene un listado de flora dentro de los criterios antes mencionados, mismos que con ayuda de muestreos dentro de la zona se pudo identificar la flora:

Tabla 12. Listado de especies en algún estatus de protección.

No.	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
1	*Coryphantha cornifera* (De Candolle) Lemaire	Biznaga de cuernos		**AP II**
2	*Coryphantha poselgeriana* (Dietr.) Britt. & Rose	Biznaga partida de Poselger	**A endémica**	**AP II**
3	*Coryphanta robustispina* (Schott ex Engelmann) Britton & Rose	Biznaga robusta		**APII**
4	*Cylindropuntia imbricata* (Haw.) F.M. Knuth	Cardenche		**AP II**
5	*Cylindropuntia kleiniae* (DC.) F.M. Kunth	Tasajo		**AP II**
6	*Echinocactus horizonthalonius* Lemaire	Biznaga meloncillo, manca mula, manca caballo		**AP II**
7	*Echinocerus dasyacanthus* Engelmann	Biznaga arco iris, huevos de toro		**AP II**
8	*Echinocereus pectinatus* (Scheidw.) Engelm.	Huevos de toro		**AP II**
9	*Mammillaria heyderi* Muhlenpfordt	Biznaga, chilitos		**AP II**
10	*Opuntia engelmannii* Salm-Dyck ex Engelmann	Nopal tuna morada		**AP II**
11	*Opuntia macrocentra* Engelmann	Nopal violáceo		**AP II**
12	*Opuntia phaeacantha* Engelm.	Nopal rastrero		**AP II**
13	*Opuntia robusta* H.L. Wendl. ex Pfeiff.	Nopal tapón		**AP II**

- M.43 Diseño de jardines nativos considerando el entorno natural.

Se buscarán áreas previamente impactadas o desprovistas de vegetación que se puedan utilizar como jardines nativos de la unidad minera, y con esto incrementar y conservar la diversidad florística de la región. Además, con la ejecución de esto se promoverá a que la fauna se acerque, y se pueda establecer e interactuar de manera natural.

- M.55 Elaboración de catálogo de especies de flora y fauna en el SAR.

Con ayuda de visitas a campo, muestreos e información bibliográfica de la región, se podrá elaborar un catálogo de flora, donde incluya nombre común y científico, fotografías, etc., información que ayude a el conocimiento y concientización del cuidado y protección de la flora.

Medidas específicas que se emplearán para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales:

Acciones de rescate de especies flora y fauna silvestre, desmonte y limpieza del predio, despalme y nivelación, excavación, etc., cuidado, protección y conservación de la flora.

Indicadores de realización: Mide la aplicación y ejecución efectiva de las medidas propuestas
Superficie delimitada (Ha), desmontes realizados, superficie diseñada de jardín, número de individuos rescatados, catálogos realizados.

Indicador de eficacia: Mide los resultados obtenidos por la aplicación de la medida propuesta correspondiente.

En la siguiente tabla se muestran los indicadores de cumplimiento por medida de mitigación:

ID	Descripción de la medida	Indicador de cumplimiento
M.8	Delimitación precisa de las áreas de desmonte	(Superficie delimitada en hectáreas / Total de superficie autorizada en hectáreas) * 100
M.10	Ejecutar un plan de desmonte y despalme de manera direccionada y/o paulatina en función de los avances del proyecto o de las obras	(Desmontes realizados (ha) / Superficie autorizada (ha)) * 100
M.32	Programa de rescate y reubicación de flora silvestre	(# de individuos rescatados / # de individuos propuestos a rescatar) * 100
M.43	Diseño de jardines nativos considerando el entorno natural	(m^2 de superficie diseñada de jardín / m^2 de superficie total del jardín propuesta) * 100
M.51	Programa de rescate y reubicación de Biznaga Partida (*Coryphatha poselgeriana*)	(# de individuos rescatados / # de individuos propuestos a rescatar) * 100
M.55	Elaboración de catálogo de especies de flora y fauna en el SAR	(Número de catálogos realizados / Número de catálogos propuestos) * 100

Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados.

- **Análisis** –Evaluar la ejecución del programa de conservación de flora silvestre.
- **Procesamiento** –Histograma
- **Interpretación de resultados** – Identificar si se ha logrado los objetivos del programa.

Calendario de comprobación: Frecuencia con que se revisará la buena aplicación de la medida.

PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE FLORA SILVESTRE											
Medida		Año									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ID	Descripción de la medida										
M.8	Delimitación precisa de las áreas de desmonte										
M.10	Ejecutar un plan de desmonte y despalme de manera direccionada y/o paulatina en función de los avances del proyecto o de las obras										
M.32	Programa de rescate y reubicación de flora silvestre										
M.43	Diseño de jardines nativos considerando el entorno natural										
M.51	Programa de rescate y reubicación de Biznaga Partida (*Coryphatha poselgeriana*)										

M.55	Elaboración de catálogo de especies de flora y fauna en el SAR	

Punto de comprobación: Donde se verificará (lugar y específicamente sobre que componente ambiental).
Algunas de las medidas se podrán revisar en el sitio donde se realizará la acción, como son la delimitación de áreas, el desmonte y despalme, y lo demás podrá ser verificado por medio de reportes, bitácoras, evidencia fotográfica, etc. Los componentes ambientales son diversidad de flora, especies protegidas, interés biológico y especies endémicas, cobertura.

Medidas de urgente aplicación: En caso de que no se alcancen los objetivos y metas, establecidas con base en los indicadores definidos por la propia promovente (indicadores de realización y de eficacia).
Para las medidas que implican rescates y reubicación, se propondrán medidas o modificaciones de ubicación al área, en caso de que la flora no pueda establecerse en esa zona, o la fauna nociva ataque a la flora e impida su crecimiento y adaptabilidad.

VI.2.7.10 Programa de cierre para restauración de áreas impactadas

Objetivo:
Garantizar la estabilidad física y química a largo plazo a fin de disminuir el daño ambiental y producción de residuos, consigo el proteger la salud y seguridad pública, dando oportunidad a detener y revertir la degradación, así como mejorar los servicios ecosistémicos, y recuperar la diversidad biológica.

Objetivos particulares:

- **Medida 1 (M.1):** Asegurar una estabilización adecuada para evitar deslizamientos y/o rodado de material (en tepetatera) durante las actividades del proyecto.

- **Medida 36 (M.36):** Reincorporación de la capa de suelo orgánico producto del despalme, realizando una mezcla con el material de desecho producto del desmonte (ramas e individuos no maderables).

Metas:
Mantener condiciones seguras de estabilidad para las áreas de tepetatera y presa de jales, cubrir las áreas destinadas para restauración dentro del SAR, a partir de la reincorporación de suelo orgánico.

Responsables del desarrollo del programa, los cuales deberán ser especialistas en el tema:
Departamento de medio ambiente y seguridad, personal encargado de las áreas de jales y tepetatera.

Metodología:

- M.1 Estabilización física de tepetatera y presa de jales

Se contempla la construcción de dos tepetateras (norte y sur), la tepetatera norte cuenta con una superficie de 230.970 ha, la tepetatera sur presenta una superficie de 271.838 ha, las instalaciones de tepetate se definirán a fin de aprovechar la topografía del sitio minimizando el área a perturbar, el efecto sobre el medio ambiente y condiciones de seguridad, se asume una densidad promedio de 2.0 t/m^3. La presa de jales contempla una superficie de 870.445 ha más el bordo iniciador de 125.430 ha, y se ubica al noroeste del área de influencia, se ira desarrollando por etapas conforme valla requiriendo la operación, la estabilidad física de los relaves y terraplén se consideró a largo plazo, y durante los últimos años de operación la descarga selectiva de relaves será utilizado para nivelar la superficie de presa de jales en la máxima de lo posible, a su vez se dará la recuperación progresiva y desmantelamiento de instalaciones no esenciales, zanjas y otras estructuras que ya no se necesiten.

Sin embargo, las tepetateras y presa de jales estarán sujetas a inspecciones semestrales antes y después de la época de lluvia, para verificar estado de la superficie, identificar desprendimientos, cárcavas, grietas, etc., en caso de requerirse nivelación o reposición del material de cobertura en presa de jales, se realizará con maquinaria y se brindará mantenimiento semestral en función de los requerimientos registrados, y la frecuencia podrá modificarse.

- M.36 Reincorporación de suelo orgánico a las áreas destinadas a restauración

Se realizará el rescate del suelo fértil en los sitios solicitados como almacenes de suelo, los cuales se considera cuentan con condiciones propicias para su resguardo, para después ser utilizado en la etapa de cierre como restauración. Mediante medios mecánicos se retirará la capa superficial de 20 a 30 cm que representa la capa vegetal, amontonando en un extremo del frente de trabajo para ser posteriormente cargado y transportado a las áreas destinadas para ello.

Las áreas seleccionadas contarán con canales de desvío de agua de no contacto, así como obras de protección para evitar la pérdida del suelo en temporada de lluvias, una vez terminado el trabajo de recuperación del suelo y triturado de la vegetación forestal, se podrá hacer una siembra de semillas de pasto de la región con la finalidad de evitar perdida de suelo por viento y lograr disminuir la perdida por lluvias. Se contemplan seis depósitos de suelo fértil con una superficie de 131.138 ha, distribuidos en todo el proyecto.

Medidas específicas que se emplearán para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales:

El almacenar el suelo orgánico y su reincorporación en obras de conservación y restauración, así como cumplir con las medidas y diseño de estabilización, monitoreo de tepetatera y jales con piezómetro o algún otro instrumento para la acción, además de cumplir con especificaciones de diseño seguro.

Indicadores de realización: Mide la aplicación y ejecución efectiva de las medidas propuestas
Metros cúbicos de superficie estabilizada y metros cúbicos de suelo recuperado.

Indicador de eficacia: Mide los resultados obtenidos por la aplicación de la medida propuesta correspondiente.

En la siguiente tabla se muestran los indicadores de cumplimiento por medida de mitigación:

ID	Descripción de la medida	Indicador de cumplimiento
M.1	Estabilización física de tepetatera y presa de jales	(m^3 de suelo conformado/ m^3 de suelo propuesto a conformar) * 100
M.36	Reincorporación de suelo orgánico a las áreas destinadas a restauración	(Metros cúbicos de suelo orgánico reincorporados / metros cúbicos de suelo orgánico recuperados) * 100

Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados.

- **Análisis** – Determinar el avance gradual de estabilización, proceso de suelo almacenado total y el suelo de reincorporación.
- **Procesamiento** –Histograma
- **Interpretación de resultados** – Identificar si el avance actual va conforme al diseño y si es necesario aplicar otras acciones para agilizar las actividades, cantidad de suelo reincorporado en superficies desprovistas de vegetación.

Calendario de comprobación: Frecuencia con que se revisará la buena aplicación de la medida.

PROGRAMA DE CIERRE PARA RESTAURACIÓN DE ÁREAS IMPACTADAS																								
Medida		Años																						
ID	Descripción de la medida	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
M.1	Estabilización física de tepetatera y presa de jales																								
M.36	Reincorporación de suelo orgánico a las áreas destinadas a restauración																								

Punto de comprobación: Donde se verificará (lugar y específicamente sobre que componente ambiental).

M.1: La tepetatera y presa de jales será el sitio donde se realicen las actividades de estabilización. El componente ambiental es el suelo y seguridad ocupacional.

M.36: El suelo orgánico procedente del despalme será almacenado en las áreas destinadas como almacenes de suelo fértil, donde será debidamente resguardado, para después reincorporarlo a las áreas destinadas a la restauración, esto repercutirá de manera favorable en el factor suelo y flora ya que se usará en la reforestación y conservación de suelos. El componente ambiental es suelo.

Medidas de urgente aplicación: En caso de que no se alcancen los objetivos y metas, establecidas con base en los indicadores definidos por la propia promovente (indicadores de realización y de eficacia).
M.1: En caso de que no se logre una estabilización, se buscarán diferentes metodologías y trabajo de expertos hasta lograr el objetivo.

M.36: Si no se llegara alcanzar la meta, se realizarán obras adicionales como el composteo, donde se mezclará con suelo estéril para mejorarlo, a tal punto que sea de calidad para sustentar a la flora, la cantidad a llegar será establecida por la cantidad de superficie a restaurar.

VI.2.7.11 Programa integral de manejo de agua

Objetivo:

Incrementar el uso eficiente y sustentable del agua mediante el mejoramiento continuo de la gestión integral del agua, inventarios de usos y usuarios e infraestructura hidráulica, disminuyendo el consumo excesivo e inadecuado del recurso.

Objetivos particulares:

- **Medida 7 (M.7):** Construcción, protección y mantenimiento de obras hidráulicas menores (canaletas o zanjas) y mayores (drenajes pluviales), permitiendo mantener el patrón de escurrimiento natural del área de influencia.

- **Medida 14 (M.14):** Adquirir volumen de agua ya concesionado y autorizado dentro del acuífero.

- **Medidas 15 (M.15):** Construir y operar dos plantaa tratadoras de aguas residuales en la unidad minera, minimizando los niveles de contaminado del agua.

- **Medida 23 (M.23):** Aprovechamiento del agua de laboreo generada en el área de tajo, misma que será almacenada y distribuida para su utilidad en el proceso productivo.

- **Medida 35 (M.35):** Realizar un manejo sustentable del recurso hídrico proveniente de la presa de jales para su aprovechamiento en planta para su uso de procesamiento a través de un sistema de recuperación con bomba flotante.

Metas:
Ejecutar un programa eficiente en cuanto el manejo de agua, su aprovechamiento áreas del proyecto como tajo y presa de jales, para su posterior uso en el proceso productivo de la unidad minera cordero.

Responsables del desarrollo del programa, los cuales deberán ser especialistas en el tema:
Departamento de medio ambiente, seguridad y operación.

Metodología:

- M.7. Construcción de obras hidráulicas menores (canaletas o zanjas) y mayores (drenajes pluviales) a fin de minimizar la alteración de escorrentías.

Se determinarán las escorrentías que podían ser modificadas o alteradas por el proyecto, mismas donde se realizaran obras de manejo de agua pluvial de no contacto, como canales y zanjas de tal modo que no este en contacto con las instalaciones y se puedan incorporar los cauces aledaños al proyecto. A su vez las vías de acarreo contaran con zanjas de drenaje de 2.5, a su vez las áreas de tepetatera norte contará con zanjas al este y oeste, la tepetatera de roca sur contará con zanja de acceso de acarreo y zanja de la presa de colección de escorrentía y la tepetatera sur con zanja al sur de la misma.

- M.14. Adquirir volumen de agua de concesiones ya autorizadas dentro del acuífero

Se tiene prevista una cesión de derechos de aprovechamientos subterráneos de pozo existentes en el área de influencia del proyecto (concesiones adquiridas en conjunto con los predios particulares donde se ubica el proyecto).

El acuífero cuenta con un total de 151 concesiones, las cuales tienen diferentes usos, entre los que destacan público urbano (73), agrícola (45), pecuario (18), diferentes usos (18) y doméstico (1). El volumen concesionado de acuerdo al REPDA es de 7,259,874 m^3, de los cuales se cuenta con contratos de cesión de aprovechamiento subterráneos (Anexo II.10) cercanos al área del proyecto por un volumen anual de 1,020,000 m^3. Es importante hacer mención que los volúmenes concesionados solo cambiarían de uso a industrial, no seria un nuevo aprovechamiento, por lo que no afecta el nivel de disponibilidad del acuífero.

- M.15 Construcción y operación de una planta tratadora de aguas residuales de la unidad minera.

Se solicita un polígono de 0.663 ha para la construcción de la planta tratadora de agua proveniente de la ciudad de Parral asi mismo, se contará en el campamento con una planta para las aguas residuales domésticas, lugar donde se procesará el agua residual proveniente de aguas sanitarias. Estas plantas operará a través de un método biológico de lodos activados y el sistema será operado por personal calificado y el agua analizada periódicamente en un laboratorio externo certificado al igual que los lodos generados y serán utilizados para mejorar la calidad del suelo orgánico en actividades de restauración.

- M.23. Aprovechamiento eficiente del agua de laboreo.

El agua que se utilizará en las actividades operativas provendrá de agua de laboreo que genere el área de tajo (232.713 ha) ubicada en el punto medio del área del proyecto, agua de contacto con las áreas del proyecto las cuales será almacenada y distribuida por canales y tuberías, el agua de laboreo podría subministrar aproximadamente 60 l/s, por lo que se espera que el sistema de desagüe del tajo satisfaga la demanda parcial de agua a lo largo de la vida útil del proyecto.

- M.35. Recirculación del agua de presa de jales a planta a través de un sistema de recuperación de bomba flotante.

La presa de jales con superficie de 870.445 ha, podría suministrar 79.27 l/s y se ha diseñado teniendo en cuenta un almacenamiento de agua recuperada equivalente aproximadamente tres meses de los requerimientos totales de agua del molino en cada fase del proyecto, para brindar flexibilidad para operar durante los períodos de flujo bajo. El tamaño de la presa también considera el almacenamiento adicional de escorrentía del flujo de inundación por encima del volumen máximo operativo del estanque. Se espera que se desarrolle un vaso operativo limitado en la superficie de los jales y que la recuperación de agua al molino para su uso en el procesamiento se realice a través de un sistema de bomba flotante.

Medidas específicas que se emplearán para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales:

La construcción de obras hidráulicas que impidan la alteración de escorrentías, el adquirir concesiones ya autorizadas, recircular el agua de presa de jales y utilización de agua de laboreo para la operación minera y a su vez el tratamiento de aguas residuales generadas por oficinas y comedores en la PTAR.

Indicadores de realización: Mide la aplicación y ejecución efectiva de las medidas propuestas

Número de obras hidráulicas realizadas, volumen de agua concesionado, metros cúbicos de agua tratada, metros cúbicos de agua aprovechada y metros cúbicos de agua reutilizada.

Indicador de eficacia: Mide los resultados obtenidos por la aplicación de la medida propuesta correspondiente.

En la siguiente tabla se muestran los indicadores de cumplimiento por medida de mitigación:

ID	Descripción de la medida	Indicador de cumplimiento
M.7	Construcción de obras hidráulicas menores (canaletas o zanjas) y mayores (drenajes pluviales) a fin de minimizar la alteración de escorrentías	(# de obras realizadas / # de obras planeadas) * 100
M.14	Adquirir volumen de agua de concesiones ya autorizadas dentro del acuífero	(Volumen de agua utilizado / Volumen de agua concesionado) * 100
M.15	Construcción y operación de una planta tratadora de aguas residuales de la unidad minera	Agua residual tratada (m^3) / agua residual generada (m^3) * 100
M.23	Aprovechamiento eficiente del agua de laboreo	(m^3 de agua utilizada / m^3 de agua de laboreo bombeada) * 100
M.35	Recirculación del agua de presa de jales a planta a través de un sistema de recuperación de bomba flotante.	(Metros cúbicos de agua reutilizados / Metros cúbicos de agua recuperados) * 100

Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados.

- **Análisis** –Evaluar la ejecución del programa integral de manejo de agua.
- **Procesamiento** –Histograma
- **Interpretación de resultados** – Identificar si las opciones de agua a utilizar en la operación cumplen con la necesidad y si es funcional el método empleado.

Calendario de comprobación: Frecuencia con que se revisará la buena aplicación de la medida.

PROGRAMA INTEGRAL DE MANEJO DE AGUA																								
Medida		Años																						
ID	Descripción de la medida	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

M.7	Construcción de obras hidráulicas menores (canaletas o zanjas) y mayores (drenajes pluviales) a fin de minimizar la alteración de escorrentías																							
M.14	Adquirir volumen de agua de concesiones ya autorizadas dentro del acuífero																							
M.15	Construcción y operación de una planta tratadora de aguas residuales de la unidad minera																							
M.23	Aprovechamiento eficiente del agua de laboreo																							
M.35	Recirculación del agua de presa de jales a planta a través de un sistema de recuperación de bomba flotante.																							

Punto de comprobación: Donde se verificará (lugar y específicamente sobre que componente ambiental).

La construcción de obras hidráulicas será verificada en los sitios donde se realicen, a su vez se verificará en sitio y documentalmente el funcionamiento optimo de la PTAR, y en el caso de el aprovechamiento del agua de laboreo y recirculación del agua de presa de jales se verificará por medio del análisis de bitácoras e informes de la distribución y cantidad de agua proveniente de ambas. El componente ambiental es agua.

Medidas de urgente aplicación: En caso de que no se alcancen los objetivos y metas, establecidas con base en los indicadores definidos por la propia promovente (indicadores de realización y de eficacia).

En caso de que las obras hidráulicas no cumplan su función se realizará una nueva modificada a que cumpla no requerido, y en caso de que la distribución del agua de laboreo y agua de presa de jales no sea la más optima en cuanto al abastecimiento del recurso, se optara por desarrollar una nueva alternativa de distribución.

VI.2.7.12 Programa de conservación de suelo

Objetivo:

Implementar acciones que permitan la recuperación, conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales (suelo y agua), combatiendo y minimizando la erosión hídrica y la pérdida de infiltración provocada por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por lo cual, dichas acciones (obras) tendrán el objetivo de retener suelo y motivar la infiltración.

Objetivos particulares:

- **Medida 2 (M.2):** Resguardar la capa fértil orgánica, producto de la extracción del material (despalme), realizando una mezcla con el material de desecho producto del desmonte (ramas e individuos no maderables), esta mezcla deberá tener un proceso de composteo para su aprovechamiento en actividades de restauración y conservación de suelo posteriores.

- **Medida 29 (M.29):** Retención del suelo, disminuir la erosión provocada por el cambio de uso de suelo, favorecer la infiltración, todo esto por medio de las obras (acciones) que se implementarán.

- **Medida 56 (M.56):** Con la composta se busca enriquecer el suelo con nutrientes, volviendo su composición más fértil, y con esto ayudar a las diferentes acciones que se implementarán para la conservación del suelo, para reforestaciones, entre otras.

Metas:
Ejecutar el programa de conservación de suelo de manera adecuada, con el fin de restaurar los suelos degradados naturalmente y por ejecución del proyecto, retención de suelos, control de erosión, incrementar la productividad del ecosistema, y favorecer la retención e infiltración de agua con las obras.

Responsables del desarrollo del programa, los cuales deberán ser especialistas en el tema:
Departamento de medio ambiente, en conjunto con la empresa ejecutora.

Metodología:

- M.2 Acopio de material vegetal y suelo fértil derivado del desmonte y despalme.

El suelo que sea recuperado será utilizado en los trabajos finales de restauración ambiental, durante la etapa de cierre del proyecto minero, o en actividades que se requiera durante la vida útil del proyecto. Se recuperará en montones, y se deberá construir canales de desvió de agua, y en caso de ser requerido se podrán construir barreras de piedra acomodada para evitar que se pierda el suelo recuperado, al momento de hacer la recuperación se recomienda añadir semilla de la región para que de manera natural se estabilicen los montones y se conserven hasta la etapa de cierre del proyecto, o cuando se requiera.

- M.29 Implementar obras de conservación de agua y suelo.

Una vez que sea ejecutado el cambio de uso de suelo se deberá tener las zonas propuestas para implementar las obras de conservación, para evitar lo menos posible el deslave, la erosión hídrica y eólica que se pudiera generar. Las obras a considerar son presas de piedra acomodada y gaviones, sin embargo, al momento de llevar a cabo estas obras están sujetas a la disponibilidad del material de construcción, cualquier obra tendrá que tomar en cuenta las condiciones de la región y su relieve.

- M.56 Implementación de planta de composta para el tratamiento de residuos orgánicos.

Los residuos orgánicos recaudados se estarán depositando en la planta de composta, donde se realizarán los procesos como la degradación de la materia orgánica mediante su oxidación y la acción de diversos microorganismos presentes en los propios residuos.

Medidas específicas que se emplearán para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales:

La construcción de obras de conservación, el correcto manejo y acopio del suelo fértil, y un seguimiento a los residuos orgánicos y su proceso de compostaje.

Indicadores de realización: Mide la aplicación y ejecución efectiva de las medidas propuestas

Cantidad de suelo recuperado y estimado a recuperar. Número de obras de conservación realizadas y total de obras propuestas. Cantidad de residuos tratados y cantidad de residuos generados.

Indicador de eficacia: Mide los resultados obtenidos por la aplicación de la medida propuesta correspondiente.

En la siguiente tabla se muestran los indicadores de cumplimiento por medida de mitigación:

ID	Descripción de la medida	Indicador de cumplimiento
M.2	Acopio de material vegetal y suelo fértil derivado del desmonte y despalme	(m^3 de suelo recuperado / total de m^3 estimados a recuperar) * 100
M.29	Implementar obras de conservación de agua y suelo	(# de obras de conservación realizadas / Total de obras de conservación propuesta) * 100
M.56	Implementación de planta de composta para el tratamiento de residuos orgánicos	(Cantidad de residuos tratados / Cantidad de residuos generados) *100

Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados.

- **Análisis** –Evaluar la ejecución del programa de conservación de suelo.
- **Procesamiento** –Histograma
- **Interpretación de resultados** – Identificar si se ha logrado los objetivos del programa.

Calendario de comprobación: Frecuencia con que se revisará la buena aplicación de la medida.

PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SUELO											
Medida		Año									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ID	Descripción de la medida										
M.2	Acopio de material vegetal y suelo fértil derivado del desmonte y despalme										
M.29	Implementar obras de conservación de agua y suelo										
M.56	Implementación de planta de composta para el tratamiento de residuos orgánicos										

Punto de comprobación: Donde se verificará (lugar y específicamente sobre que componente ambiental).

Algunas de las medidas se podrán revisar en el sitio donde se realizará las acciones, como son las obras de conservación de suelo y agua, el acopio de material vegetal, pero además también se incluirán bitácoras, evidencia fotográfica, reportes, etc., el componente ambiental involucrado son erosión, calidad del suelo y agua, disponibilidad.

Medidas de urgente aplicación: En caso de que no se alcancen los objetivos y metas, establecidas con base en los indicadores definidos por la propia promovente (indicadores de realización y de eficacia).

Si las medidas propuestas no arrojan resultados efectivos, se propondrá modificaciones a las mismas, con el fin de que se realicen adecuadamente.

VI.2.7.13 Programa de manejo integral de residuos

Objetivo:

Promover una serie de buenas prácticas de gestión, manejo y disposición final de los residuos que se generen durante la ejecución del proyecto, así mismo concientizar a todo el personal sobre la importancia de un buen manejo y disposición de los mismos.

Objetivos particulares:

- **Medida 3 (M.3):** Almacenar temporalmente los residuos peligrosos de manera segura evitando que se tenga algún contacto con el suelo y agua, por lo que la construcción del almacén de residuos peligrosos (RP) se apegará a la normatividad correspondiente.

- **Medida 18 (M.18)**: Disminuir la posibilidad de contaminación del suelo, agua, paisaje, aire y generación de fauna nociva por la mala disposición de los residuos, a través de programas de manejo integral de residuos, realizando buenas prácticas y gestión.

- **Medida 19 (M.19):** Disminuir la degradación del suelo, contaminación de fuentes de agua y de la atmósfera, a partir de la construcción y operación de un relleno sanitario.

- **Medida 22 (M.22):** Evitar la contaminación del entorno, por defecación al aire libre.

- **Medida 34 (M.34):** Definir y aplicar las medidas necesarias que asegure el manejo integral de los residuos mineros generados en el proyecto, durante su periodo de producción, con el fin de lograr su prevención, minimización y valorización.

- **Medida 37 (M.37):** Concientizar al personal externo que brinde servicios a la empresa ejecutora acerca de la correcta disposición final y manejo de residuos peligrosos.

- **Medida 41 (M.41):** Establecer una buena gestión de los jales conforme lo establecido en la NOM-141-SEMARNAT-2003, debido a que por si composición y oxidación, presenta características toxicas, representando un riesgo para el equilibrio ecológico.

- **Medida 46 (M.46):** Cubrir las superficies requeridas de la presa de jales con geomembrana para reducir el potencial de filtración, evitando afectar al suelo y agua.

Metas:
Monitorear el seguimiento y efectividad de la gestión, manejo y disposición final de los residuos (peligrosos, sólidos urbanos, manejo especial, mineros, entre otros).

Responsables del desarrollo del programa, los cuales deberán ser especialistas en el tema:
Departamento de medio ambiente, seguridad y empresa externa.

Metodología:

- M.3 Almacenamiento temporal y disposición final de residuos peligrosos apegado a la normatividad.

El área destinada para el almacén temporal de residuos peligrosos se ubicará al sureste del proyecto, y requiere una superficie de 1.267 hectáreas.
La operación y mantenimiento del proyecto generará residuos peligrosos (aceite usado, sólidos impregnados con hidrocarburos, sólidos de mantenimiento automotriz, biológico infecciosos punzo cortantes, biológico infecciosos no anatómicos, lámparas fluorescentes, solidos impregnados con sustancias toxicas, residuos de pinturas y solventes, hidrocarburos contaminados). Todo residuo peligroso que se genere dentro de las actividades se resguardara temporalmente en el almacén de residuos, se sellará y etiquetará adecuadamente dependiendo el tipo de producto que contenga. El encargado de mantenimiento registrará el volumen de residuos peligrosos principalmente de aceite el cual deberá coincidir con el entregado en el almacén temporal de residuos peligrosos, así como el entregado a la empresa certificada para la recolección.

- M.18 Plan de manejo integral de residuos (residuos peligrosos, residuos de manejo especial y sólidos urbanos).

Se calendarizarán recorridos periódicos sobre los contenedores disponibles en el proyecto, si se observa que por algún motivo se llenó antes de lo esperado habrá que priorizar ese contenedor pues un exceso de basura genera que se caiga sobre el suelo, por lo que deberá de recogerse cuando este al 80% de su capacidad máxima. Todos los contenedores contarán con su señalética o identificación y tendrán una tapa, evitando la entrada del agua o la fauna silvestre. La recolección será 3 veces a la semana.
Los residuos de manejo especial tendrán diferente distribución con respecto a la etapa donde se encuentre, siendo la construcción donde el concreto, fierro, madera, neumáticos, tienden a ser superior, mientras que la etapa de operación el cartón, papel, vidrio suele ser más elevado, para ello se contara con contenedores acorde para tal fin, así como un área para su almacenamiento temporal.
Todo residuo peligroso (RP) que se genere dentro de las actividades se resguardara temporalmente en el almacén de residuos, todo residuo se sellará y etiquetará adecuadamente dependiendo que tipo de producto que contenga.

- M.19 Construcción y operación de un relleno sanitario de acuerdo a la normatividad.

Se contará con un relleno sanitario tipo "C" dentro de sus instalaciones; dicho relleno contará con diversas celdas para la segregación de plástico, cartón, aluminio, tarimas, chatarra, basura electrónica, también contará con celdas para la preparación de composta utilizando los residuos orgánicos generados en el comedor, dicho contenedor se solicita con una superficie de 8.504 ha.
La basura común será enterrada diariamente por lotes, evitando la dispersión de los residuos por la acción del viento y evitando el contacto con la fauna.

- M.22 Instalaciones sanitarias móviles y fijas.

Contratar la adquisición de baños portátiles y fijos, para cubrir la demanda sanitaria de los trabajadores. Se propone tener al menos 1 baño portátil, en cada área que se encuentre operando y por cada 15 empleados (exceptuando aquellas que cuenten con uno fijo) y que su distancia no sea mayor a 200 metros del punto de trabajo al sanitario.

- M.34 Implementación de plan de manejo de residuos mineros con base en la NOM-157-SEMARNAT-2009.

Los residuos mineros que se generarán derivados de las actividades, son el tepetate (roca estéril proveniente del descapote del tajo) los cuales serán manejados con apego a la NOM-157-SEMARNAT-2009, y jales (residuo del proceso de beneficio). Se prevé una generación de tepetate de 612.190 millones de toneladas, mientras que la presa de jales esta diseñada para almacenar 300 millones de toneladas de jales.

El plan de manejo ira en conjunto con la normatividad correspondiente, y este nos seguirá de guía para para conocer si existe peligrosidad en los residuos mineros generados en el proyecto conforme a lo establecido, y proceder en un manejo adecuado.

- M.37 Establecer políticas dirigidas a proveedores e involucrados sobre un adecuado manejo y disposición de final de residuos peligrosos.

Proponer una lista de políticas enfocadas en el cuidado del medio ambiente, y difundirlas al personal externo y empleados, esto con ayuda de cursos y talleres para que se puedan conocer el buen manejo de los RP, y como es su disposición final.

- M.41 Implementar un manejo adecuado de jales conforme a lo establecido en la NOM-141-SEMARNAT-2003.

La presa de jales está diseñada para almacenar 300 millones de toneladas de jales, por lo que plantea realizar la caracterización de los jales y determinar con las muestras obtenidas si existe drenaje acido, esto ayudará a tener control y seguimiento y evitar pueda existir algún impacto al medio ambiente.

La empresa realizó la caracterización de los jales donde se obtuvieron los resultados presentados en el capítulo II, numeral II.2.5.1 Residuos Mineros, Tabla II.24., de acuerdo a los Límites Máximos Permisibles (LMP) que indica la NOM-052-SEMARNAT-2005 se determinó que ninguna de las muestras de jal analizada es peligrosos pues las concentraciones arrojadas están muy por debajo de los LMP y en varios elementos no se alcanzaron a detectar, de igual forma estos análisis nos servirán para tener información base y partir de ahí en un futuro.

- M.46 Geomembrana en el área de recuperación de presa de jales.

La presa de jales es el polígono de mayor superficie en el Proyecto, pues contempla una superficie de 870.445 ha más las 125.430 ha del bordo iniciador.

El diseño de la presa incluye un revestimiento de geomembrana en la cara aguas arriba del terraplén. El revestimiento de geomembrana se extiende hacia el área inferior de la presa donde se desarrollará inicialmente el estanque de sobrenadante. El área revestida se extenderá hasta el centro de presa, donde se ubicará el estanque de decantación. El revestimiento de geomembrana, junto con los sistemas de drenaje de cimientos y cuencas y el bajo potencial de filtración de la cuenca natural de la presa, reducirá el potencial de filtración. Las áreas revestidas requerirán limpieza, excavación, modelado asi como compactación en las áreas que asi lo requieran, para proporcionar una base adecuada para la geomembrana.

Medidas específicas que se emplearán para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales:

Se realizarán análisis del manejo de residuos indicados en este programa, y si se está llevando a cabo el buen manejo de los mismos, de no ser asi se investigará y modificará de ser necesario para cumplir con los lineamientos, y la correcta ejecución, manejo y disposición de todos los residuos generados en el proyecto.

Indicadores de realización: Mide la aplicación y ejecución efectiva de las medidas propuestas
RP almacenados temporalmente y RP generados.
RSU recolectados y RSU generados.
Cantidad de residuos sólidos urbanos tratados y generados.
Numero de áreas de trabajo con baños disponibles y totales.
Total de residuos valorizados y generados.
Número de empleados que se les impartió platicas y total de empleados de la empresa.
Numero de especificaciones y lineamientos atendidos y totales.
Superficie recubierta con geomembrana y superficie propuesta.

Indicador de eficacia: Mide los resultados obtenidos por la aplicación de la medida propuesta correspondiente.

En la siguiente tabla se muestran los indicadores de cumplimiento por medida de mitigación:

ID	Descripción de la medida	Indicador de cumplimiento
M.3	Almacenamiento temporal y disposición final de residuos peligrosos apegado a la normatividad	(RP almacenados temporalmente / RP generados) *100
M.18	Plan de manejo integral de residuos (residuos peligrosos, residuos de manejo especial y sólidos urbanos)	(RSU recolectados / RSU generados) * 100

M.19	Construcción y operación de un relleno sanitario de acuerdo a la normatividad	Cantidad de residuos sólidos urbanos tratados / Cantidad de residuos sólidos urbanos generados) * 100
M.22	Instalaciones sanitarias móviles y fijas	(# de áreas de trabajo con baños disponibles / # de áreas de trabajo totales) * 100
M.34	Implementación de plan de manejo de residuos mineros con base en la NOM-157-SEMARNAT-2009.	(Total de residuos valorizados / total de residuos generados) * 100
M.37	Establecer políticas dirigidas a proveedores e involucrados sobre un adecuado manejo y disposición de final de residuos peligrosos	(# de empleados que se les impartió platicas / # total de empleados de la empresa) * 100
M.41	Implementar un manejo adecuado de jales conforme a lo establecido en la NOM-141-SEMARNAT-2003.	(# especificaciones y lineamientos atendidos / # de especificaciones y lineamientos totales) * 100
M.46	Geomembrana en el área de recuperación de presa de jales	(Superficie recubierta con geomembrana / Superficie propuesta) * 100.

Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados.

- **Análisis** –Evaluar si la aplicación de las medidas alcanzó la meta propuesta.
- **Procesamiento** –Histograma
- **Interpretación de resultados** – Identificar si el manejo de los residuos antes descritos se maneja adecuadamente.

Calendario de comprobación: Frecuencia con que se revisará la buena aplicación de la medida.

PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS																		
Medida		Años																
ID	Descripción de la medida	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
M.3	Almacenamiento temporal y disposición final de residuos peligrosos apegado a la normatividad																		
M.18	Plan de manejo integral de residuos (residuos peligrosos, residuos de manejo especial y sólidos urbanos)																		
M.19	Construcción y operación de un relleno sanitario de acuerdo a la normatividad																		
M.22	Instalaciones sanitarias móviles y fijas																		
M.34	Implementación de plan de manejo de residuos mineros con base en la NOM-157-SEMARNAT-2009.																		
M.37	Establecer políticas dirigidas a proveedores e involucrados sobre un adecuado manejo y disposición de final de residuos peligrosos																		
M.41	Implementar un manejo adecuado de jales conforme a lo establecido en la NOM-141-SEMARNAT-2003.																		
M.46	Geomembrana en el área de recuperación de presa de jales																		

Punto de comprobación: Donde se verificará (lugar y específicamente sobre que componente ambiental).

Las verificaciones se realizarán en el sitio, por ejemplo, el almacén de RP, el relleno sanitario, la presa de jales, y además con ayuda de reportes, bitácoras y evidencia fotográfica, el componente ambiental es suelo, agua, aire, riesgo ambiental, entre otros.

Medidas de urgente aplicación: En caso de que no se alcancen los objetivos y metas, establecidas con base en los indicadores definidos por la propia promovente (indicadores de realización y de eficacia).

En caso de que existan fugas, mala disposición de residuos, derrames, mal manejo de los mismos se realizara una revisión para encontrar las fallas, y de ser asi se realizaran modificaciones a las medidas o se propondrán nuevas medidas más específicas.

VI.2.7.14 Programa integral de reforestación

Objetivo: Incrementar el buen estado del ambiente natural, seleccionando previamente los sitios potenciales, considerando las tenencias de la tierra, seleccionando especies nativas, respetando estructura original.

Objetivos particulares:

- **Medida 31 (M.31):** Ejecutar un programa de reforestación con especies nativas, respetando la estructura original, seleccionando los sitios más adecuados en función de sus características topográficas, estado de conservación del suelo y considerando la tenencia de la tierra. Contribuir con la recuperación de vegetación nativa en el SAR incluyendo aquellas superficies abandonadas empleadas en las actividades del proyecto; al mismo tiempo se compensa la reducción de hábitat de flora y fauna y los impactos negativos en la hidrología, suelo y calidad paisajística del cambio de uso de suelo.

- **Medida 42 (M.42):** La conservación y producción de especies nativas de la región del proyecto, con el fin de promover la diversidad de la flora en la región.

Metas:
Llevar a cabo reforestaciones exitosas dando preferencia a las áreas carentes de vegetación, manteniendo una supervivencia de al menos el 80%, utilizando individuos reproducidos en el vivero forestal de la unidad minera, permitiendo la mejora a la conservación y preservación de la flora.

Responsables del desarrollo del programa, los cuales deberán ser especialistas en el tema:
Departamento de medio ambiente, personal encargado de reforestaciones y personal encargado en el área de vivero forestal.

Metodología:

- M.31 Programa de reforestación

Se selecciona el área o áreas a reforestar, se procede a escarificar o esparcir el suelo fértil dejando la tierra lista, posteriormente se transportan los individuos a trasplantar al sitio de la reforestación, se despeja el terreno donde se plantará el individuo y se procede a cavar un hoyo, se coloca la planta y se cubre con la tierra extraída (en caso de ser buena, y si no, aplicar composta y/o suelo fértil), después se abona y de ser posible se le brinda riego, en caso de contar con presencia de ganado en la zona, se optaría por cercar el área para evita el daño a las plántulas, después se brinda seguimiento donde se realizan acciones como deshierbe, abono, y en caso de

muerte el reemplazo del individuo. También se dará el caso de siembra por medio de semillas, en especial para pasto y hierbas de la región del proyecto Cordero.

- M.42 Construcción y operación de vivero para reproducción y mantenimiento de especies nativas

Se establecerá el listado de especies en base a los monitoreos de flora silvestre realizados, a fin de determinar las especies nativas de la zona, se seleccionarán las especies más aptas para reproducción, así mismo, se le dará peso a las especies que se encuentren dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se buscarán metodologías de reproducción más aptas para las mismas. Las especies nativas seleccionadas pasarán al proceso de reproducción en el vivero forestal ubicado al norte del área del proyecto el cual cuenta con una superficie de 3.841 ha, con una capacidad conjunta de producción de 100,000 plantas por siembra, mismas que contarán con un sistema de riego por micro aspersión, lo que garantiza una distribución adecuada del agua de riego, así como también de los nutrientes aportados por fertilización al momento de realizar los mantenimientos pertinentes.

Medidas específicas que se emplearán para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales:
La correcta realización de las metodologías seleccionadas para la realización de las reforestaciones, así como la reproducción de individuos en vivero, constantes capacitaciones de los encargados de realizar las tareas, utilizar herramientas adecuadas y realizar mantenimiento (limpieza, fertilización, riego, remplazo, etc.) de los individuos, registrar sus trabajos mediante bitácoras de seguimiento, realizar informes, con el fin de preservar la supervivencia de los individuos reforestados y reproducidos.

Indicadores de realización: Mide la aplicación y ejecución efectiva de las medidas propuestas
Total de individuos reforestados y número de especies reproducidas.

Indicador de eficacia: Mide los resultados obtenidos por la aplicación de la medida propuesta correspondiente.

En la siguiente tabla se muestran los indicadores de cumplimiento por medida de mitigación:

ID	Descripción de la medida	Indicador de cumplimiento
M.31	Programa de reforestación	(Superficie reforestada / superficie total a reforestar) * 100
M.42	Construcción y operación de vivero para reproducción y mantenimiento de especies nativas	(# de individuos reproducidos / # de individuos reproducidos propuestas) * 100

Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados.

- **Análisis** –Evaluar si la aplicación de las medidas mantiene la supervivencia adecuada tanto para reforestación como reproducción, y conocer el número de reemplazos que hubo necesidad de realizar por la muerte de individuos, conocer a su vez superficies de avance en cuanto a reforestación.
- **Procesamiento** –Histograma y porcentajes.
- **Interpretación de resultados** – Determinar la supervivencia que se tiene en las reforestaciones y reproducción de especies nativas, a su vez los porcentajes de avances en cuanto a la reforestación y el éxito en la reproducción realizada en vivero.

Calendario de comprobación: Frecuencia con que se revisará la buena aplicación de la medida.

PROGRAMA DE CIERRE PARA RESTAURACIÓN DE ÁREAS IMPACTADAS																								
Medida		Años																						
ID	Descripción de la medida	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
M.1	Estabilización física de tepetatera y presa de jales																								

M.36	Reincorporación de suelo orgánico a las áreas destinadas a restauración																							

Punto de comprobación: Donde se verificará (lugar y específicamente sobre que componente ambiental). Se contará con los polígonos donde se realizaron las reforestaciones en formato de coordenadas geográficas, además del registró por especie y su estatus de supervivencia. Respecto a la reproducción de especies nativas se contará con la cantidad de especies e individuos que se están reproduciendo y permitiendo realizar verificaciones en sitio. Los componentes ambientales para M.31, son erosión, calidad del suelo, disponibilidad de agua, calidad del aire, flora, hábitat y corredores biológicos y vista escénica; mientras que para la M.42 es flora.

Medidas de urgente aplicación: En caso de que no se alcancen los objetivos y metas, establecidas con base en los indicadores definidos por la propia promovente (indicadores de realización y de eficacia). En caso de no llegar a la supervivencia deseada con el primer trasplante para reforestación, se llevará a cabo una investigación para conocer el o los factores que intervienen en la deficiencia de supervivencia y llevar a cabo las acciones de mejora pertinentes que maximicen la supervivencia de los individuos que debieron ser trasplantados una segunda vez.

Respecto a la producción de especies nativas en el vivero forestal, en caso de no alcanzar las metas de reproducción, se propondrá el aumento en la reproducción y/o analizar el factor que impide la alcanzar la meta, con el fin de buscar la alternativa más viable para lograrla.

VI.2.7.15 Programa de conservación

Objetivo: Implementar acciones que permitan la recuperación, conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales (suelo y agua), combatiendo y minimizando la erosión hídrica por medio de la aplicación de prácticas de conservación de suelo y agua. De igual forma contribuir a la recuperación de suelos degradados debido a las condiciones de erosión hídrica que presentan, logrando con esto contrarrestar la pérdida de suelo que de manera natural se tiene en el área y a su vez incrementar la captación de agua que se tiene en la zona, lo cual beneficiará en gran medida una parte del impacto que se genera con este proyecto dentro del sistema ambiental.

Objetivo particular:

- **Medida 53 (M.53):** Promover acciones de conservación de los recursos naturales (agua y suelo), permitiendo la infiltración de agua, retención de azolves por obras como, presas filtrantes de piedra acomodada y gaviones, así como la restauración de suelos degradados naturalmente, permitiendo en conjunto el incremento en la productividad del ecosistema.

Metas:
Desarrollar acciones para la protección de suelos e infiltración de agua para disminuir las tasas actuales de erosión presentes en el municipio de Hidalgo del parral, a partir de acciones de protección, mitigación y compensación derivadas del "programa del área e conservación y manejo Cordero" (Anexo VI.3).

Responsables del desarrollo del programa, los cuales deberán ser especialistas en el tema:
Departamento de medio ambiente y seguridad, así como el personal encargado de la realización de obras y practicas necesarias durante su desarrollo.

Metodología:

- M.53 Implementación de un área de conservación

Como parte de las acciones de protección, mitigación y compensación que desarrolla la empresa minera Titán derivadas del "Programa del área de conservación y manejo Cordero", el cual establece un área de conservación y manejo de 500 hectáreas, que funciona como espacio de conservación de asociaciones vegetales de esta área semidesértica, así como zona de refugio, alimentación y anidación de fauna silvestre, que permite salvaguardar la diversidad genética de las especies presentes. La superficie total será distribuida de manera gradual dentro de la superficie correspondiente al SAR en un periodo de 10 años, respetando un margen aceptable y perímetro de las áreas operativas.

Además, el desarrollar acciones para protección de suelos e infiltración del agua para disminuir tasas actuales de erosión presentes en el municipio de Hidalgo de Parral, dentro del área de conservación Cordero, se construirán y/o ejecutarán distintas obras de conservación, diseñadas conforme a las especificaciones técnicas del manual **"Protección, Restauración y Conservación de suelos Forestales"** de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).

Medidas específicas que se emplearán para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales:
Efectuar lo indicado en el Anexo VI.3, en el programa del área de conservación y manejo Cordero, respecto a flora, fauna y conservación de recursos naturales (agua y suelo).

Indicadores de realización: Mide la aplicación y ejecución efectiva de las medidas propuestas
Superficie del área de conservación

Indicador de eficacia: Mide los resultados obtenidos por la aplicación de la medida propuesta correspondiente.

En la siguiente tabla se muestran los indicadores de cumplimiento por medida de mitigación:

ID	Descripción de la medida	Indicador de cumplimiento
M.53	Implementación de un área de conservación	(Superficie conservada / Superficie total propuesta) * 100

Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados.

- **Análisis** –Total de superficie conservada y seguimiento del programa del área de conservación y manejo "Cordero".
- **Procesamiento** –Histograma y porcentajes.
- **Interpretación de resultados** – Determinar totalidad de superficie conservada, número de obras de conservación de agua y suelo realizadas.

Calendario de comprobación: Frecuencia con que se revisará la buena aplicación de la medida.

PROGRAMA DE CONSERVACIÓN											
Medida		Años									
ID	Descripción de la medida	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
M.53	Implementación de un área de conservación										

Además, se en el Anexo VI.3 se describe a detalle los tiempos y actividades a realizar de manera desglosada dentro del Programa del área de conservación y manejo "Cordero".

Punto de comprobación: Donde se verificará (lugar y específicamente sobre que componente ambiental).
Será verificado en el área de conservación, y los componentes ambientales son flora, fauna y vista escénica.

Medidas de urgente aplicación: En caso de que no se alcancen los objetivos y metas, establecidas con base en los indicadores definidos por la propia promovente (indicadores de realización y de eficacia).
En caso de no lograr lo establecido en el programa de área de conservación y manejo “Cordero”, se buscarán actividades que garanticen un mejor desempeño en conservación de recursos naturales (agua y suelo), flora y fauna.

VI.3 Seguimiento y control (monitoreo)

El seguimiento para la correcta ejecución de todas las acciones y medidas ambientales planteadas que atiende a los impactos ambientales previstos por motivo de la ejecución del proyecto se procederá conforme al programa de vigilancia ambiental. En el **Programa de Vigilancia Ambiental** se establecen los objetivos con sus parámetros para el seguimiento. En la siguiente tabla se presentan a manera de resumen las medidas a seguir con sus propiedades cualitativas y cuantitativas, así como sus indicadores de cumplimiento. Para un mayor éxito en su aplicación, es recomendable que la planeación y ejecución de los programas y medidas adicionales planteados se realicen bajo la supervisión externa de especialistas.

Tabla VI.13 parámetros de las medidas ambientales propuestos para su la ejecución y seguimiento.

ID	Descripción de la medida	Tipo de medida	Actividades del proyecto relacionadas	Componente ambiental	Medible o cuantificable	Ubicable	Verificable	Indicador de cumplimiento	Etapa del proyecto
M.1	Estabilización física de tepetatera y presa de jales	MC	A.30	C.2, C.23, C.25	Metros cúbicos de superficie estabilizada	Área de tepetatera y jales (coordenadas)	Reportes, evidencia fotográfica y verificación en sitio	(m^3 de suelo conformado/ m^3 de suelo propuesto a conformar) * 100	Todas las etapas
M.2	Acopio de material vegetal y suelo fértil derivado del desmonte y despalme	MC	A.6,	C.3, C.4, C.23	Metros cúbicos de suelo recuperado	Áreas de acopio derivado del desmonte y despalme (Coordenadas)	Reportes y evidencia fotográfica	(m^3 de suelo recuperado / total de m^3 estimados a recuperar) * 100	PyC
M.3	Almacenamiento temporal y disposición final de residuos peligrosos apegado a la normatividad	MM	A.11, A.18	C.4, C.8, C.23, C.26	Número de residuos peligrosos temporalmente almacenados	Almacén de residuos peligrosos (Coordenadas)	Bitácoras, evidencia fotográfica y reportes	(RP almacenados temporalmente / RP generados) *100 (RP dispuestos / RP generados) * 100	Todas las etapas
M.4	Aplicación de riegos periódicos en los frentes de obra y caminos adicionando en algunos casos el uso de supresores de polvo	MM	A.3, A.22, A.24, A.31	C.3, C.9, C.13, C.20, C.23, C.24, C.25	Número de riegos realizados	Frentes de obra y caminos regados (Coordenadas)	Bitácoras, evidencia fotográfica y reportes	(Riegos realizados / total de riegos propuestos) * 100	Todas las etapas
M.5	Capacitación ambiental al personal	MP	A.2, A.14, A.18, A.23, A.25, A.27,	C.12, C.14, C.15, C.17, C18, C.19, C.23, C.25, C.26	Número de capacitaciones realizadas	Lugar donde se lleva a cabo la capacitación (Coordenadas)	Bitácoras, evidencia fotográfica y reportes	(Capacitaciones impartidas / Capacitaciones propuestas) * 100 (# de asistentes / # total del personal en la empresa) * 100	Todas las etapas
M.6		MP	A.2, A.13, A.14, A.18,	C.23, C.25, C.26		Lugar donde se lleva a cabo	Bitácoras, evidencia	(Capacitaciones impartidas /	Todas las etapas

	Certificación laboral del personal y capacitaciones constantes		A.19, A.20, A.23, A.25, A.27		Número de capacitaciones realizadas	la capacitación (Coordenadas)	fotográfica y reportes	Capacitaciones propuestas) * 100 (# de asistentes / # total del personal en la empresa) * 100	
M.7	Construcción de obras hidráulicas menores (canaletas o zanjas) y mayores (drenajes pluviales) a fin de minimizar la alteración de escorrentías	MC	A.11	C.3, C.6, C.8, C.23	Número de obras realizadas	Obras realizadas en campo (Coordenadas)	Bitácoras, evidencia fotográfica y reportes	(# de obras realizadas / # de obras planeadas) * 100	Todas las etapas
M.8	Delimitación precisa de las áreas de desmonte	MP	A.6	C.12, C.14, C.15, C.18, C.23	Superficie total delimitada	Áreas delimitadas (Coordenadas)	Bitácoras, evidencia fotográfica, verificación en sitio y reportes	(Superficie delimitada en hectáreas / Total de superficie autorizada en hectáreas) * 100	PyC
M.9	Cercado del proyecto	MP	A.5	C.15, C.18, C.23	Superficie cercada en metros	Superficie cercada (Coordenadas)	Bitácoras, evidencia fotográfica y verificación en sitio	(Longitud total cercada (m) / longitud total propuesta a cercar (m)) * 100	PyC
M.10	Ejecutar un plan de desmonte y despalme de manera direccionada o paulatina en función de los avances del proyecto o de las obras	MP	A.6	C.3, C.15, C.18, C.23	Superficie desmontada en hectáreas	Áreas desmontadas (Coordenadas)	Bitácoras, evidencia fotográfica, verificación en sitio y reportes	(Desmontes realizados (ha) / Superficie autorizada (ha)) * 100	PyC
M.11	Ejecutar monitoreos anuales de biodiversidad de flora y fauna en el SAR.	MM	A.27	C.12, C.14, C.15, C.16, C.17, C.18, C.23	Número de monitoreos realizados	Sitios de muestreo, transectos y cámaras trampa colocadas (Coordenadas)	Reportes y evidencia fotográfica	(# de monitoreos realizados / monitoreos totales propuestos) * 100	Todas las etapas
M.12	Uso de Equipo de Protección Personal (EPP)	MP	A.3. A.4, A.5, A.6, A.7, A.8, A.9, A.10, A.11, A.12, A.13, A.14, A.15, A.16, A.17, A.18, A.19, A.20, A.23, A.24, A.25, A.26,	C.25	Número de empleados con EPP	Áreas de trabajo (Coordenadas)	Bitácoras, reportes y evidencia fotográfica	(Número de personal con EPP / Número de personal total en la empresa) * 100	Todas las etapas

			A.29, A.30, A.31						
M.13	Implementar políticas ambientales de conservación y protección de cumplimiento obligatorio para el personal y proveedores	MM	A.27	C.4, C.8, C.9, C.12, C.14, C.15, C.17, C.18, C.19, C.26	Número de cursos y/o platicas impartidas	Lugar donde se lleva a cabo el curso y/o platica (Coordenadas)	Bitácoras, reportes y evidencia fotográfica	(Número de personas con platicas / número de personal total en la empresa) * 100 (Número de pláticas impartidas / número de pláticas propuestas) * 100	Todas las etapas
M.14	Adquirir volumen de agua de concesiones ya autorizadas dentro del acuífero	MC	A.19	C.7	Volumen de agua concesionado	Ubicación de las concesiones (Coordenadas)	Informes	(Volumen de agua utilizado / Volumen de agua concesionado) * 100	Todas las etapas
M.15	Construcción y operación de una planta tratadora de aguas residuales de la unidad minera	MM	A.11, A.28	C.7, C.8	Metros cúbicos de agua tratada	Ubicación de la PTAR (Coordenadas)	Reportes e informes	Agua residual tratada (m3) / agua residual generada (m3) * 100	OyM
M.16	Instalación de ahuyentadores sonoros en presa jales	MM	A.12, A.20	C.15, C.18, C.23	Número de ahuyentadores instalados	Ubicación de los ahuyentadores (Coordenadas)	Informes, evidencia fotográfica y verificación en sitio	(Número de ahuyentadores instalados / número de ahuyentadores propuestos) *100	OyM
M.17	Instalación de bebederos para fauna	MM	A.11	C.15, C.16, C.17, C.18, C.23	Número de bebederos instalados	Ubicación de los bebederos (Coordenadas)	Informes, evidencia fotográfica y verificación en sitio	(Número de bebederos instalados / total de bebederos propuestos) * 100	Todas las etapas
M.18	Plan de manejo integral de residuos (residuos peligrosos, residuos de manejo especial y sólidos urbanos)	MM	A.27	C.4, C.8, C.9	Volumen de residuos manejados	Áreas de disposición de residuos (Coordenadas)	Informes, evidencia fotográfica y verificación en sitio	(RSU recolectados / RSU generados) * 100 (Residuos de manejo especial en disposición final / Residuos de manejo especial generados) * 100 (Total de RP a disposición final / Residuos peligrosos generados) * 100	Todas las etapas

M.19	Construcción y operación de un relleno sanitario de acuerdo a la normatividad	MM	A.11	C.4, C.8, C.9, C.23	Volumen de residuos recolectados	Ubicación del relleno sanitario (Coordenadas)	Informes, evidencia fotográfica y verificación en sitio	Cantidad de residuos sólidos urbanos tratados / Cantidad de residuos sólidos urbanos generados) * 100	OyM
M.20	Instalación de letreros alusivos de límite de velocidad en caminos internos del proyecto y accesos principales	MP	A.22, A.27	C.3, C.9, C.12, C.13, C.14, C.15, C.16, C.17, C.18, C.24, C.25	Número de letreros colocados	Ubicación de los letreros (Coordenadas)	Reporte, evidencia fotográfica y verificación en sitio	(Número de letreros a colorar / Numero de letreros propuestos) * 100	Todas las etapas
M.21	Instalación de señalamientos para la protección de la fauna.	MP	A.27	C.15, C.17, C.18	Número de señalamientos colocados	Ubicación de los señalamientos (Coordenadas)	Reporte, evidencia fotográfica y verificación en sitio	(Número de letreros colocados / Número de letreros propuestos * 100	Todas las etapas
M.22	Instalaciones sanitarias móviles y fijas	MM	A.11	C.4, C.8, C.9	Número de instalaciones sanitarias móviles y fijas	Ubicación de las instalaciones sanitarias móviles y fijas (Coordenadas)	Reporte, evidencia fotográfica y verificación en sitio	(# de áreas de trabajo con baños disponibles / # de áreas de trabajo totales) * 100	Todas las etapas
M.23	Aprovechamiento eficiente del agua de laboreo	MM	A.19, A.27	C.7	Metros cúbicos de agua aprovechada	Punto de inicio y partida del agua (Coordenadas)	Informes, evidencia fotográfica y verificación en sitio	(m^3 de agua utilizada / m^3 de agua de laboreo bombeada) * 100	OyM
M.24	Monitoreo de calidad del agua superficial y subterránea del SAR	MP	A.27	C.8	Número de monitoreos realizados	Ubicación de los puntos muestreados (Coordenadas)	Informes, evidencia fotográfica y verificación en sitio	(# de Muestreos realizados / Total de muestreos propuestos) * 100	Todas las etapas
M.25	Monitoreo de calidad del agua de la presa de jales	MP	A.12, A.19, A.20, A.30	C.8, C.26	Número de monitoreos realizados	Ubicación de los puntos muestreados (Coordenadas)	Informes, evidencia fotográfica y verificación en sitio	(# de Muestreos realizados / Total de muestreos propuestos) * 100	OyM
M.26	Monitoreo de PST, PM 10, PM2.5, COx, NOx, SOx, mercurio y plomo con base en la normatividad vigente	MP	A.3, A.4, A.6, A.7, A.9, A.10, A.11, A.12, A.14, A.15, A.17, A.19, A.22, A.24, A.25, A.29, A.31	C.4, C.9	Número de monitoreos realizados	Ubicación de los puntos muestreados (Coordenadas)	Informes, evidencia fotográfica y verificación en sitio	(# de Muestreos realizados / Total de muestreos propuestos) * 100	Todas las etapas

M.27	Monitoreo de ruido y vibraciones para dar cumplimiento a los límites máximos permisibles de emisión de los mismos conforme a la normatividad vigente.	MP	A.3, A.4, A.6, A.7, A.8, A.9, A.10, A.11, A.12, A.14, A.17, A.19, A.22, A.24, A.25, A.29, A.30, A.31	C.10	Número de monitoreos realizados	Áreas monitoreadas (Coordenadas)	Reportes y evidencia fotográfica	(Monitoreos realizados/ # de monitoreos anuales programados	Todas las etapas
M.28	Contar con equipo antiderrames en frentes de obra	MM	A.23, A.25	C.4, C.8, C.26	Número de equipos antiderrames utilizados	Áreas que requirieron el equipo antiderrame (Coordenadas)	Reportes y evidencia fotográfica	(# de equipos antiderrames utilizados / # de equipos antiderrames en stock) * 100	Todas las etapas
M.29	Implementar obras de conservación de agua y suelo	MC	A.11	C.3, C.7	Número de obras realizadas	Ubicación puntual de las obras realizadas (Coordenadas)	Reportes y evidencia fotográfica	(# de obras de conservación realizadas / Total de obras de conservación propuesta) * 100	PyC, OyM
M.30	Programa de mantenimiento y verificación de maquinaria, equipos, vehículos ligeros y pesados usados en el proyecto	MM	A.25	C.4, C.8, C.9, C.10, C.25	Número de mantenimientos realizados	Taller de mantenimiento (Coordenadas)	Reportes, bitácora, verificación en sitio y evidencia fotográfica	(# mantenimientos preventivos realizados / # mantenimientos programados) * 100	Todas las etapas
M.31	Programa de reforestación	MC	A.29	C.3, C.4, C.7, C.9, C.12, C.13, C.17, C.20	Total, de individuos reforestados	Área reforestada (Coordenadas)	Bitácora, informe, verificación en sitio y evidencia fotográfica	(Superficie reforestada / superficie total a reforestar) * 100	CyPC
M.32	Programa de rescate y reubicación de flora silvestre	MM	A.6	C.12, C.13, C.14	Número de individuos rescatados y reubicados	Ubicación puntual de individuos reubicados (Coordenadas)	Bitácora, informe, verificación en sitio y evidencia fotográfica	(# de individuos rescatados / # de individuos propuestos a rescatar) * 100	PyC, OyM
M.33	Programa de rescate, reubicación y ahuyentamiento de fauna silvestre	MM	A.5	C.15, C.18	Número de individuos manejados	Ubicación puntual de avistamientos (Coordenadas)	Bitácora, Informe y evidencia fotográfica	(# de individuos observados / # de individuos ahuyentados) * 100 (# de individuos observados / # de individuos rescatados y reubicados) *100	Todas las etapas

M.34	Implementación de plan de manejo de residuos mineros con base en la NOM-157-SEMARNAT-2009.	MM	A.20, A.27, A.30	C.4, C.8, C.26	Cantidad de residuos generados por tipo	Ubicación de los residuos mineros	Bitácora, Informe y evidencia fotográfica	(Total de residuos valorizados / total de residuos generados) * 100 (Total de residuos reciclados / total de residuos generados) * 100	OyM, CyPC
M.35	Recirculación del agua de presa de jales a planta a través de un sistema de recuperación de bomba flotante.	MM	A.19	C.7	Metros cúbicos de agua reutilizados	Ubicación de la presa de jales y planta (Coordenadas)	Reportes y evidencia fotográfica	(Metros cúbicos de agua reutilizados / Metros cúbicos de agua recuperados) * 100	OyM
M.36	Reincorporación de suelo orgánico a las áreas destinadas a restauración	MC	A.30	C.4	Metros cúbicos de suelo recuperado	Áreas donde se reincorporó el suelo orgánico (Coordenadas)	Reportes, evidencia fotográfica y verificación en sitio	(Metros cúbicos de suelo orgánico reincorporados / metros cúbicos de suelo orgánico recuperados) * 100	CyPC
M.37	Establecer políticas dirigidas a proveedores e involucrados sobre un adecuado manejo y disposición de final de residuos peligrosos	MM	A.27	C.4, C.8, C.9, C.12, C.15, C.19, C.26	Número de pláticas impartidas	Lugar donde se lleva a cabo la plática (Coordenadas)	Informes, bitácoras y evidencia fotográfica	(# de empleados que se les impartió platicas / # total de empleados de la empresa) * 100 (# empleados externos que se les impartió platicas / # total de empleados externos de la empresa) * 100	Todas las etapas
M.38	Verificación, dictaminación y mantenimiento de tanques estacionarios e instalaciones de gas Lp.	MP	A.25	C.4, C.8, C.9, C.25, C.26	Número de mantenimientos realizados	Ubicación de los lugares donde se realizó el mantenimiento (Coordenadas)	Informes, bitácoras y evidencia fotográfica	(Número de verificaciones y mantenimientos realizados / Número de verificaciones y mantenimientos programados) * 100	OyM
M.39	Conformación del tajo de acuerdo a un plan de minado que contempla medidas de protección y seguridad con base en un estudio de estabilidad.	MM	A.7, A.8	C.1, C.2, C.25	Metros cúbicos de superficie conformada	Ubicación del tajo (Coordenadas)	Informes, evidencia fotográfica y verificación en sitio	(m^3 de superficie conformada / m^3 de superficie a conformar propuestos) *100	PyC, OyM
M.40	Supervisión ambiental externa que valide realización de obras y estudios, además de revisión y validación de informes semestrales y/o anuales	MP	A.27	C.1, C.2, C.3, C.4, C.6, C.7, C.8, C.9, C.10, C.11, C.12, C.13, C.14, C.15, C.16, C.17,	Número de supervisiones realizadas	Áreas del proyecto donde se realizó la supervisión ambiental (Coordenadas)	Informes, evidencia fotográfica y verificación en sitio	(Número de supervisiones externas realizadas / Número de supervisiones externas programadas al año) * 100	Todas las etapas

				C.18, C.19, C.20, C.23, C.24, C.25, C.26					
M.41	Implementar un manejo adecuado de jales conforme a lo establecido en la NOM-141-SEMARNAT-2003.	MM	A.20	C.4, C.8, C.26	Número de lineamientos seguidos correctamente	Ubicación de los jales (Coordenadas)	Informes, reportes, evidencia fotográfica	(# especificaciones y lineamientos atendidos / # de especificaciones y lineamientos totales) * 100	Todas las etapas
M.42	Construcción y operación de vivero para reproducción y mantenimiento de especies nativas	MM	A.11	C.12, C.13, C.14	Número de especies reproducidas	Ubicación del vivero (Coordenadas)	Informes, reportes, evidencia fotográfica	(# de individuos reproducidos / # de individuos reproducidos propuestas) * 100	Todas las etapas
M.43	Diseño de jardines nativos considerando el entorno natural	MC	A.11	C.12, C.14, C.16, C.17, C.20	Metros cuadrados de jardines diseñados	Ubicación de los jardines nativos (Coordenadas)	Reportes, evidencia fotográfica y verificación en sitio	(m^2 de superficie diseñada de jardín / m^2 de superficie total del jardín propuesta) * 100	PyC, OyM
M.44	Construcción y operación del almacén de combustibles apegado a la normatividad	MM	A.11, A.23	C.4, C.8, C.9, C.25, C.26	Número de indicadores cumplidos	Ubicación del almacén de combustibles (Coordenadas)	Reporte, evidencia fotográfica y verificación en sitio	(Número de indicadores cumplidos / total de indicadores cumplidos) * 100	PyC, OyM
M.45	Programa de prevención de accidentes y ejecución de simulacros de emergencia	MP	A.27	C.25, C.26	Número de accidentes	Ubicación puntual de los accidentes (Coordenadas)	Reporte, bitácora y evidencia fotográfica	(# de accidentes / total de accidentes (año anterior)) *	Todas las etapas
M.46	Geomembrana en el área de recuperación de presa de jales	MM	A.20	C.4, C.8, C.26	Metros cubiertos con geomembrana	Ubicación de la presa de jales (Coordenadas)	Reportes, Bitácoras, evidencia fotográfica y verificación en sitio	(Superficie recubierta con geomembrana / Superficie propuesta) * 100.	OyM
M.47	Programa de prevención contra incendios forestales	MP	A.27	C.3, C.7, C.8, C.9, C.12, C.13, C.14, C.15, C.16, C.17, C.18, C.20, C.24, C.25, C.26	Número de conatos y/o incendios atendidos	Áreas que presentaron incendio (Coordenadas)	Reporte, evidencia fotográfica y verificación en sitio	(Conatos y/o incendios atendidos / incendios y/o conatos de incendio presentados) * 100	Todas las etapas

M.48	Programa de energías renovables y ahorro de consumo	MM	A.27	C.8	Número de zonas y/o áreas donde se aplicó el programa	Ubicación de zonas donde aplique (Coordenadas)	Informe, reportes, evidencia fotográfica y verificación en sitio	(# tecnologías eficientes implementadas / total de sistemas de energía propuestos) * 100	PyC, OyM
M.49	Implementar programa de concientización ambiental a las comunidades aledañas	MC	A.27	C.4, C.8, C.9, C.12, C.14, C.15, C.18	Número de cursos impartidos	Comunidades atendidas (Coordenadas)	Reporte, bitácora y evidencia fotográfica	(Cursos impartidos / Cursos propuestos) * 100 (Asistencia obtenida en los cursos impartidos / asistencia esperada en los cursos propuestos) * 100	Todas las etapas
M.50	Programa de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero	MC	A.3, A.4, A.6, A.8, A.25, A.31	C.9, C.26	Número de acciones realizadas	Ubicación de las zonas donde se redujo la emisión de carbono (Coordenadas)	Informes, y evidencia fotográfica	(Número de acciones realizadas/ número de acciones propuestas) * 100	Todas las etapas
M.51	Programa de rescate y reubicación de Biznaga Partida (*Coryphatha poselgeriana*)	MM	A.6	C.14	Número de individuos rescatados y reubicados	Ubicación de los individuos rescatados y reubicados (Coordenadas)	Bitácora, informe, verificación en sitio y evidencia fotográfica	(# de individuos rescatados / # de individuos propuestos a rescatar) * 100	PyC, OyM
M.52	Reutilización de las aguas negra de la ciudad de Hidalgo del Parral para minimizar el impacto al acuífero	MM	A.11	C.7, C.8	Metros cúbicos de agua tratada	Ubicación de la infraestructura necesaria (Coordenadas)	Reportes e informes	Agua residual tratada (m^3) / agua residual propuesta a tratar (m^3) * 100	OyM
M.53	Implementación de un área de conservación	MC	A.27	C.12, C.13, C.14, C.15, C.16, C.17, C.18	Superficie del área de conservación	Ubicación del área de conservación (Coordenadas)	Reportes, evidencia fotográfica y verificación en sitio	(Superficie conservada / Superficie total propuesta) * 100	OyM, CyPC
M.54	Reuniones informativas con miembros de las comunidades y autoridades municipales acerca de los avances del proyecto	MP	A.27	C.23, C.24, C.26	Número de reuniones realizadas	Comunidades atendidas (Coordenadas)	Reporte, bitácora y evidencia fotográfica	(Número de reuniones impartidas / Número de reuniones propuestas a impartir) * 100	Todas las etapas
M.55	Elaboración de catálogo de especies de flora y fauna en el SAR	MP	A.28	C.12, C.14, C.15, C.18, C.25, C.26	Número de catálogos	Ubicación del proyecto (Coordenadas)	Catálogo realizado	(Número de catálogos realizados / Número de catálogos propuestos) * 100	Todas las etapas

M.56	Implementación de planta de composta para el tratamiento de residuos orgánicos	MM	A.27	C.4	Metros cúbicos de residuos orgánicos tratados	Ubicación de la planta de composta (Coordenadas)	Reporte, bitácora y evidencia fotográfica	(Cantidad de residuos tratados / Cantidad de residuos generados) *100	Todas las etapas
M.57	Integración de comités comunitarios para el seguimiento y comunicación permanente del proyecto	MP	A.28	C.24, C.25, C.26	Número de comités ecológicos	Comunidades atendidas (Coordenadas)	Reporte, bitácora y evidencia fotográfica	(Número de comités ecológicos activos / Número de comités ecológicos totales) * 100	Todas las etapas
M.58	Uso, manejo y almacenamiento de sustancias químicas con base en las normas de STPS correspondientes.	MP	A.13, A.18, A.23	C.4, C.8, C.9, C.25, C.26	Volumen de sustancias químicas utilizadas, manejadas y almacenadas	Área de almacenado (Coordenadas)	Informes, evidencia fotográfica y verificación en sitio	(Cantidad de sustancias químicas utilizadas / Cantidad de sustancias químicas en stock) *100	OyM
Tipo de medida				**MM** = Medida de mitigación, **MP** = Medida de prevención, **MC** = Medida de compensación					
Etapa del proyecto				**PyC** = Preparación y Construcción, **OyM** = Operación y Mantenimiento, **CyPC** = Cierre y Post Cierre					

VI.3.1 Información necesaria para fijación de montos para fianza

El artículo 51 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental menciona que "*La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas*".

A continuación, se presentan los costos de las medidas establecidas en el programa de vigilancia ambiental, durante las diferentes etapas del proyecto.

Tabla 14. Listado de costos por medida establecida para el PVA.

ID	Descripción de la medida	Costo asociado a otras etapas del proyecto	Costo $
M.1	Estabilización física de tepetatera y presa de jales	Costo incluido en las actividades de operación y mantenimiento	--
M.2	Acopio de material vegetal y suelo fértil derivado del desmonte y despalme	Costo incluido en las actividades de preparación de sitio	--
M.3	Almacenamiento temporal y disposición final de residuos peligrosos apegado a la normatividad	Costo incluido en PMRI	--
M.4	Aplicación de riegos periódicos en los frentes de obra y caminos adicionando en algunos casos el uso de supresores de polvo	--	$9,400,320.00
M.5	Capacitación ambiental al personal	--	$2,880,000.00
M.6	Certificación laboral del personal y capacitaciones constantes	--	$10,368,000.00
M.7	Construcción de obras hidráulicas menores (canaletas o zanjas) y mayores (drenajes pluviales) a fin de minimizar la alteración de escorrentías	--	$10,800,000.00
M.8	Delimitación precisa de las áreas de desmonte	Costo incluido en las actividades de preparación de sitio	--
M.9	Cercado del proyecto	Costo incluido en las actividades de construcción	--
M.10	Ejecutar un plan de desmonte y despalme de manera direccionada o paulatina en función de los avances del proyecto o de las obras	Costo incluido en las actividades de preparación de sitio	--
M.11	Ejecutar monitoreos anuales de biodiversidad de flora y fauna en el SAR.	--	$7,596,960.00
M.12	Uso de Equipo de Protección Personal (EPP)	--	$124,416,000.00
M.13	Implementar políticas ambientales de conservación y protección de cumplimiento obligatorio para el personal y proveedores	Costo incluido en los programas presentados en las medidas	--
M.14	Adquirir volumen de agua de concesiones ya autorizadas dentro del acuífero	Costo incluido en las actividades de preparación de sitio	--
M.15	Construcción y operación de una planta tratadora de aguas residuales	Costo incluido en las actividades de operación y mantenimiento	--
M.16	Instalación de ahuyentadores sonoros en presa jales	--	$96,000.00
M.17	Instalación de bebederos para fauna	--	$300,000.00
M.18	Plan de manejo integral de residuos (residuos peligrosos, residuos de manejo especial y sólidos urbanos)	--	$6,359,600.00

M.19	Construcción y operación de un relleno sanitario de acuerdo a la normatividad	Costo incluido en las actividades de preparación de sitio	--
M.20	Instalación de letreros alusivos de límite de velocidad en caminos internos del proyecto y accesos principales	Costo incluido en las actividades de operación y mantenimiento	--
M.21	Instalación de señalamientos para la protección de la fauna.	Costo incluido en las actividades de operación y mantenimiento	--
M.22	Instalaciones sanitarias móviles y fijas	Costo incluido en las actividades de construcción	--
M.23	Aprovechamiento eficiente del agua de laboreo	Costo incluido en las actividades de operación y mantenimiento	--
M.24	Monitoreo de calidad del agua superficial y subterránea del SAR	--	$5,760,000.00
M.25	Monitoreo de calidad del agua de la presa de jales	--	$3,456,000.00
M.26	Monitoreo de PST, PM 10, PM2.5, COx, NOx, SOx, mercurio y plomo con base en la normatividad vigente	--	$2,016,000.00
M.27	Monitoreo de ruido y vibraciones para dar cumplimiento a los límites máximos permisibles de emisión de los mismos conforme a la normatividad vigente.	--	$5,328,000.00
M.28	Contar con equipo antiderrames en frentes de obra	Costo incluido en PMRI	--
M.29	Implementar obras de conservación de agua y suelo	Costo condicionado al tipo y número de obras a construir	--
M.30	Programa de mantenimiento y verificación de maquinaria, equipos, vehículos ligeros y pesados usados en el proyecto	Costo incluido en las actividades de operación y mantenimiento	--
M.31	Programa de reforestación	Costo estimado con el estudio de cambio de suelo	--
M.32	Programa de rescate y reubicación de flora silvestre	Costo estimado con el estudio de cambio de suelo	--
M.33	Programa de rescate, reubicación y ahuyentamiento de fauna silvestre	--	$5,196,960.00
M.34	Implementación de plan de manejo de residuos mineros con base en la NOM-157-SEMARNAT-2009.	Costo incluido en el PMRM	--
M.35	Recirculación del agua de presa de jales a planta a través de un sistema de recuperación de bomba flotante.	Costo incluido en las actividades de operación y mantenimiento	--
M.36	Reincorporación de suelo orgánico a las áreas destinadas a restauración	Costo incluido en las actividades de preparación de sitio	--
M.37	Establecer políticas dirigidas a proveedores e involucrados sobre un adecuado manejo y disposición de final de residuos peligrosos	Costo incluido en PMRI	--
M.38	Verificación, dictaminación y mantenimiento de tanques estacionarios e instalaciones de gas Lp.	Costo incluido en las actividades de operación y mantenimiento	--
M.39	Conformación del tajo de acuerdo a un plan de minado que contempla medidas de protección y seguridad con base en un estudio de estabilidad.	Costo incluido en las activades de operación y mantenimiento	--
M.40	Supervisión ambiental externa que valide realización de obras y estudios, además de revisión y validación de informes semestrales y/o anuales	--	$90,000,000.00

M.41	Implementar un manejo adecuado de jales conforme a lo establecido en la NOM-141-SEMARNAT-2003.	Costo incluido en el PMRI	--
M.42	Construcción y operación de vivero para reproducción y mantenimiento de especies nativas	--	$8,450,000.00
M.43	Diseño de jardines nativos considerando el entorno natural	--	$3,476,000.00
M.44	Construcción y operación del almacén de combustibles apegado a la normatividad	Costo incluido en las actividades de preparación de sitio	--
M.45	Programa de prevención de accidentes y ejecución de simulacros de emergencia	--	$7,152,000.00
M.46	Geomembrana en el área de recuperación de presa de jales	Costo incluido en las actividades de preparación de sitio	--
M.47	Programa de prevención contra incendios forestales	--	$2,040,000.00
M.48	Programa de energías renovables y ahorro de consumo	Costo incluido en las actividades de preparación de sitio y operación-mantenimiento	--
M.49	Implementar programa de concientización ambiental a las comunidades aledañas	--	$5,022,000.00
M.50	Programa de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero	Costo incluido en las activades de operación y mantenimiento	--
M.51	Programa de rescate y reubicación de Biznaga Partida (*Coryphatha poselgeriana*)	Costo estimado con el estudio de cambio de suelo	--
M.52	Reutilización de las aguas negra de la ciudad de Hidalgo del Parral para minimizar el impacto al acuífero	Costo incluido en las actividades de operación y mantenimiento	--
M.53	Implementación de un área de conservación	Costo estimado con el estudio de cambio de suelo	--
M.54	Reuniones informativas con miembros de las comunidades y autoridades municipales acerca de los avances del proyecto	Costo incluido en el programa de concientización	--
M.55	Elaboración de catálogo de especies de flora y fauna en el SAR	Costo incluido en el monitoreo anual de biodiversidad	--
M.56	Implementación de planta de composta para el tratamiento de residuos orgánicos	Costo incluido en las actividades de operación y mantenimiento	--
M.57	Integración de comités comunitarios para el seguimiento y comunicación permanente del proyecto	Costo incluido en el programa de concientización	--
M.58	Uso, manejo y almacenamiento de sustancias químicas con base en las normas de STPS correspondientes.	Costo incluido en las actividades de operación y mantenimiento	--
			$310,113,840.00

VI.4 Conclusiones

1. En respuesta a los impactos ambientales se plantean un total de 58 medidas ambientales, mismas que son de prevención, mitigación y/o en el caso de compensación atendiendo a los diferentes componentes ambientales afectados en las diferentes etapas del proyecto. Con la finalidad de facilitar su aplicación y seguimiento se agruparon tanto por componente como por la similitud de las acciones.

Para su ejecución y aplicación se integran en un plan de vigilancia ambiental (PVA) tanto medidas como programas. El PVA, tiene la finalidad de salvaguardar el ecosistema, pues de él se derivan diversas acciones donde cada componente integra objetivos, metas, indicadores de cumplimiento y eficacia etc., lo que fue derivado de la identificación de los impactos ambientales, que se proponen en estos programas u obras que son para resguardar al medio ambiente.

2. Con el propósito de identificar o en su caso tener alguna valoración sobre la eficiencia de las medidas ambientales frente a los impactos ambientales adversos se realizó una valoración de impactos considerando las medidas ambientales como la fuente causal, pero en este caso dada su naturaleza su valuación va en el sentido positivo, con ello de alguna manera identificar el grado en que son contrarrestados los impactos negativos, mismas que fueron valorados por etapas conforme a la metodología empleada en el Capítulo V.

3. De manera general, la etapa de preparación y construcción del sitio, la situación de los componentes ambientales de a acuerdo con los componentes ambientales impactados por su significancia se identificaron: dos componentes en "alta", doce con "moderada" y cinco con "baja" significancia. La condición con la aplicación de las medidas el escenario cambia a: cuatro componentes con significancia de "moderada", tres en "baja" y doce en "muy baja". Es decir que los impactos sobre los componentes ambientales pasan con el desarrollo de actividades de "moderado" a "muy bajo" una vez aplicadas las medidas ambientales.

   Aunque la etapa es de poca duración, el número de componentes ambientales impactados en general presentan significancias más altas con relación a las otras etapas, esto se debe a que esta etapa corresponde al inicio de las actividades en el terreno del proyecto por lo que los impactos son más notables.

   Para el caso particular de los componentes con los impactos más significativos, que corresponden a la alteración de las escorrentías superficiales y la reducción de la cobertura del suelo identificadas con significancia "alta". Sin embargo, una vez que se aplican las medidas ambientales (considerando que sean aplicadas adecuadamente) se obtiene que para la modificación de las escorrentías superficiales se reduce de 0.63 a 0.48 como valor de impacto, es decir, que la valoración de significancia "Alta" pasa a "Media". Referente a la alteración de la cobertura del suelo identificada con significancia "Alta", una vez aplicadas las medidas ambientales pasa a significancia "media", esto de manera parcial para la etapa de preparación y construcción del sitio.

   Si bien para el caso de la cobertura vegetal el cambio que se da con la aplicación de las medidas, que pasa de "alta" a "media" pareciera no ser un cambio importante, sin embargo considerando que es una etapa en la que ya se encuentra sin cobertura el suelo y las actividades van ser continuas durante las operaciones del proyecto, pero las medidas contribuyen o compensan esta afectación mediante el rescate de especies de interés, los programas de reforestación así como las acciones de conservación en áreas alternas.

4. Para le etapa de operación y mantenimiento, los impactos identificados con la ejecución del proyecto según su significancia se identificaron: dos con categoría "alta", nueve "moderados", nueve en "bajo" y dos en "muy baja" significancia. Mismas que una vez aplicadas las medidas ambientales se cambian dos en categoría "moderada", cinco en "bajo" y quince en "muy baja" significancia.

   Esto indica que los componentes ambientales afectados con la operación del proyecto, su condición de impactos se identificó de manera general con categorías de "alta" a "moderada" significancia y con la aplicación de las medidas cambia la condición de "baja" a "muy baja", para la mayoría de los componentes ambientales.

En particular los componentes ambientales con impactos más significativos fueron identificados para la alteración del relieve y la afectación de la disponibilidad de agua, las cuales son identificadas con significancia "alta" para ambas. Y con la aplicación de las medidas su situación cambia para el caso de la disponibilidad de agua pasa a significancia "baja" y para el caso del relieve pasa a "media".
Para este último se debe a que las modificaciones del relieve por actividades como la apertura de los tajos y el llenado de la presa de jales principalmente son los que modifican en gran medida la conformación del terreno por consecuencia se pueden considerar como impactos residuales.

Para el caso de la disponibilidad de agua, mediante una adecuada aplicación de las medidas ambientales tales como su uso integral, es decir, el uso de agua en circuito cerrado para evitar desperdicios, así como el suministro de agua por otras fuentes como el reúso de las aguas negras tratadas de la ciudad de H. del parral, ambas permiten contribuir a reducir el consumo de agua del acuífero.

5. Para le etapa de cierre postcierre, los impactos identificados en este caso fueron sobre pocos componentes ambientales, esto es debido que ya no se realizan actividades operativas-extractivas más bien están enfocadas a los procesos de cierre. Principalmente se siguen afectando la calidad del suelo, agua y aire, y también persiste el riesgo ambiental, así como la seguridad, pero con un nivel de significancias de media a baja.
   La ejecución del proyecto según su significancia se identificó: dos con categoría "moderada" y cuatro con significancia "baja". Mismas que una vez aplicadas las medidas ambientales se cambia una en categoría "baja" y cinco en "muy baja" significancia.

Le eficiencia de las medidas de mitigación propuestos es un aspecto clave al momento de llevarlas a cabo, con el propósito de analizar su efectividad se realizó un valoración de grado en que contrarresta los impactos, de manera general se determinó que se contrarresta de forma significativamente importante las impactos causados para cada etapa y para la etapa de cierre se tienen pocos impactos negativos y su gran mayoría son positivas dado que es la etapa donde la mayoría de las acciones son benéficas al realizarse el proceso de restauración.

CAPÍTULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

Proyectocordero
Minera Titán

Julio 2023

Great Place To Work. Certified NOV 2022 - NOV 2023 México

ESR Empresa Socialmente Responsable

MUJERES WiM - MÉXICO -

CONTENIDO

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS1

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto. 1

VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto 18

VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección. 22

1. Dar cumplimiento en tiempo y forma a las especificaciones que marquen los estudios ambientales entregados oficialmente por Proyecto Cordero a las instancias gubernamentales (Evaluación de Impacto Ambiental, Cambios de Uso del Suelo y otros). 28

VII.4 Pronóstico ambiental. 30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VII.1 Superficie por grado de erosión. 2
Tabla VII.2 Grado de erosión eólica para el Sistema Ambiental.....3
Tabla VII.3 Resultados del análisis de agua subterránea conforme al límite máximo permisible (LMP) de la NOM-127-SSA1-1994. 4
Tabla VII.4 Balance hidrológico del SAR.....5
Tabla VII.5 Monitoreo perimetral de PST - PM10 y PM2.5 5
Tabla VII.6 Superficie de los usos de suelo y vegetación que presenta el área del SAR Cordero para los años 1991, 2000, 2005, 2014, 2017, y 2021. 7
Tabla VII.7 Usos de suelo y pronóstico de cambio en el Sistema Ambiental Cordero, usando técnicas de cambios de Markov. 8
Tabla VII.8 Mapa de probabilidad de transición en el sistema ambiental Cordero. 9
Tabla VII.9 Superficies del índice de disturbio en el sistema ambiental Cordero en el periodo 2023. 10
Tabla VII.10 Métricas evaluadas para el periodo 1990 en el sistema ambiental Cordero. 14
Tabla VII.11 Métricas evaluadas para el periodo 2023 en el sistema ambiental Cordero. 14
Tabla VII.12 Superficie por nivel de fragilidad. 14
Tabla 1.1 Vinculación de los capítulos anteriores con el actual 30
Tabla 1.2 Vinculación de los capítulos anteriores con el actual 30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VII.1 Erosión hídrica dentro del SAR.....2
Figura VII.2 Erosión eólica dentro del SAR 3
Figura VII.3 Mapa de probabilidad de transición en el sistema ambiental Cordero. 9
Figura VII.4 Mapa del índice de disturbio en el sistema ambiental Cordero en el periodo 2023. 11
Figura VII.5 Fragilidad del paisaje dentro del SAR. 15
Figura VII.6 Nivel de antropización dentro del SAR. 16
Figura VII.7 Nivel de antropización dentro del SAR. 17

ÍNDICE DE GRAFICAS

Gráfica VII. 1. Cambios observados en el Sistema Ambiental Cordero, proyecciones obtenidas a través de Cadenas de Markov. 8
Gráfica VII. 2. Distribución del índice de disturbio en el sistema ambiental Cordero en el periodo 2023. 11
Gráfica VII. 3. Escenarios de impacto ambiental Sin y Con la aplicación de las medidas de mitigación – Etapa Preparación del sitio y construcción. 35
Gráfica VII. 4. Escenarios de impacto ambiental Sin y Con la aplicación de las medidas de mitigación – Etapa operación y mantenimiento 36
Gráfica VII. 5. Escenarios de impacto ambiental Sin y Con la aplicación de las medidas de mitigación – Cierre y post-cierre. 37

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

En esta sección se realiza un análisis para visualizar los posibles escenarios futuros de la región bajo estudio, considerando en primer término al escenario sin proyecto, seguido de otro escenario con proyecto y finalmente, uno que incluya al proyecto con sus medidas de mitigación.

La función del pronóstico es definir la intensidad de los impactos en el medio ambiente, y facilitar el análisis del proyecto, en términos de la magnitud y la localización de los lugares en donde pueden ocurrir los impactos. Una vez establecidos los impactos ambientales que se pueden ocasionar en las diferentes etapas en cada uno de los factores del medio ambiente, se procede a definir y clasificar los tipos de prácticas de mitigación necesarias para que el ecosistema conserve al máximo sus condiciones naturales o actuales.

Las medidas de mitigación se definen de acuerdo al Reglamento de la LGEEPA en su artículo 3º, fracción XIV como: "El conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de que se estableciera la empresa". El sistema ambiental regional (SAR) delimitado para el presente proyecto será el marco de evaluación para la visualización de los diferentes escenarios, debido a que el SAR fue descrito y caracterizado en sus atributos ambientales, sociales y económicos, así como la comprensión del medio físico y como este puede responder a un impacto derivado de un proyecto de esta naturaleza. A continuación, se presentarán los tres escenarios posibles:

- Escenario del SAR actual
- Escenario del SAR con proyecto (sin aplicar medidas de mitigación y prevención)
- Escenario del SAR con proyecto y ejecutando las medidas de mitigación propuestas

Dichos escenarios se plantearán bajo un análisis que se desprende de la información presentada a lo largo del documento, y se describirá para cada sub factor ambiental y sus componentes ambientales bajo estos tres mismos escenarios, esto con la finalidad de poder pronosticar más puntualmente como se comportará el impacto del proyecto sobre dichos elementos. Por último, se presentará una conclusión global de dichos escenarios a manera de pronóstico ambiental.

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

Suelo: Las poblaciones vegetales presentes dan lugar a una menor erosión, sin embargo, la degradación del suelo por procesos naturales erosivos es inherentes a cualquier ecosistema. El SAR presenta en su mayoría de la superficie tasas de erosión menores, lo cual nos indica que el sistema regional se encuentra en buen estado en materia de conservación de suelo. Algunas zonas han dejado su vocación natural forestal para dar paso a la práctica de la agricultura de temporal y de riego, además de la ganadería extensiva; lo cual ha promovido en menor o mayor grado la compactación.

La tendencia en las actividades primarias como la capacidad de carga elevadas de ganado de las que puede soportar el ecosistema, dan paso a una desertificación o deterioro paulatino que combinado con otras como apertura de camino y la apertura de tierras agrícolas merman sin duda alguna el sistema ambiental regional, aunque de una manera menos acelerada, pero dependiendo de la inclusión para nuevas actividades o crecimiento de la existentes. La erosión está relacionada directamente con la cobertura vegetal, entre menor sea el establecimiento vegetal, la tasa erosiva tiende a crecer, esto especialmente con la apertura de áreas agrícolas que remueven grandes superficies para establecer cultivos, dando paso a un mayor escurrimiento superficial por las precipitaciones, arrastrando el material particulado hacia los cauces o bien aguas abajo, la contaminación del suelo por el uso de fertilizantes e insecticidas es una de las practicas con mayor problemática, misma que no es regulada ya que se realiza de manera puntual y en gran medida no se considera la afectación al ambiente, si no que el rendimiento sea el más adecuado y en menor tiempo. Otra de las actividades que se presentan actualmente en el lugar son las actividades mineras incluso previas al proyecto, donde se tiene evidencias de explotaciones así como pasivos ambientales en baja escala. Aunado a lo anterior, la promovente realizo el cálculo de erosión hídrica y eólica que actualmente presenta el SAR sin considerar el proyecto del lugar, siendo las siguientes.

Erosión hídrica. La degradación del suelo se refiere a los procesos erosivos inducidos por las actividades humanas qudisminuyen su productividad biológica, así como su capacidad actual y/o futura para sostener la vida humana (Oldeman, 1998). Según el estudio sobre la degradación de los suelos del país, en el año 2002, el 44.9% de la superficie nacional mostraba algún signo de degradación, siendo la degradación química y la erosión hídrica los procesos más importantes. Con respecto al nivel de degradación, el ligero y moderado alcanzan el 42.8% de la superficie del país y el 2.1% restante se divide entre los niveles fuerte y extremo. Las principales causas asociadas con la degradación son las actividades agrícolas y pecuarias.

La pérdida de suelo o erosión actual promedio del sistema ambiental fue determinada mediante la aplicación de la ecuación de erosión hídrica, siendo en base para el cálculo de la erosión hídrica del sistema ambiental, pues la totalidad (100%) de erosión de la orden ligera (<10 ton*año*ha). Es importante mencionar que, para el cálculo de la erosión, el mapa de los tipos de vegetación fue elaborado en base a imágenes de satélite y procesos de clasificación supervisada. A continuación, se muestra la cantidad de suelo perdido de manera natural en el sistema ambiental.

Tabla VII.1 Superficie por grado de erosión.

Pérdida de suelo (ton*año*ha)	Grado de erosión	ton*ha*año	Superficie (ha)	Ocupación (%)
<10	Ligera	6.8213	34,296.5662	100
Total		6.8213	34,296.5662	100

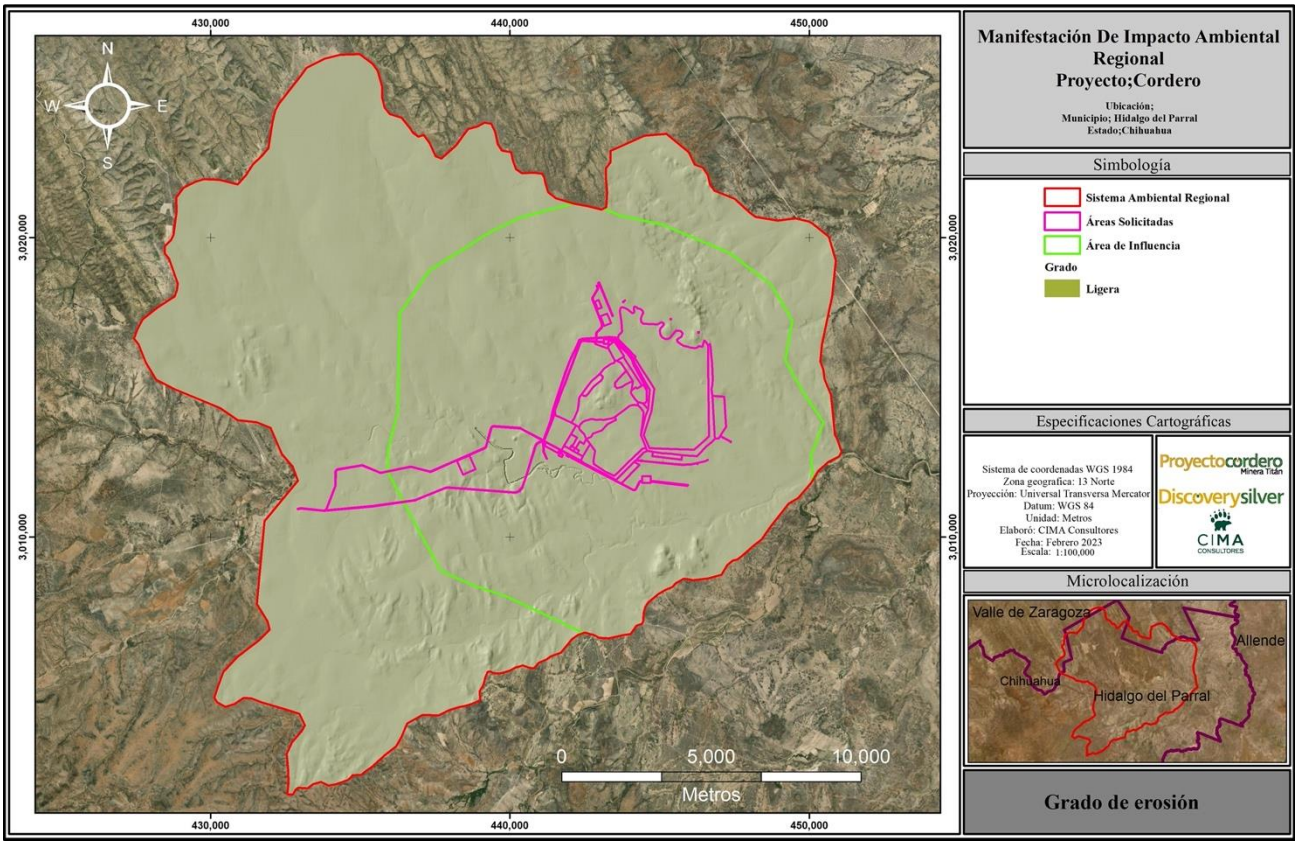


Figura VII.1 Erosión hídrica dentro del SAR

Erosión eólica. La erosión eólica, también conocida como erosión del viento, es un proceso geológico que implica la desgaste y transporte de partículas de suelo y rocas por la acción del viento. Este proceso puede ocurrir en diversas áreas, como desiertos, playas, dunas, llanuras y zonas costeras. La erosión eólica comienza cuando el viento sopla lo suficientemente fuerte como para levantar partículas sueltas de suelo o arena en

suspensión en el aire. Estas partículas son transportadas por el viento a lo largo de distancias variables, y suelen impactar y golpear otras superficies, lo que puede causar más erosión. A medida que las partículas son transportadas, pueden ser depositadas en otras áreas, formando acumulaciones de arena o dunas.

De acuerdo con las estimaciones de erosión eólica en el SAR, la mayor parte de la superficie presenta un grado "Ligera" con el 76.02% de la superficie del SAR, en seguida con el 21.29% "moderada" y menor proporción se encuentran "sin erosión" con solo el 1.51% y aun en menor proporción la erosión "alta" con tan solo el 1.18%. Por lo que se concluye que la erosión eólica laminar del suelo para el SAR en general se presenta un grado de erosión ligera a moderada, considerando que la escala de rangos existes hasta 5 rangos, y en la presente caracterización solo se identificaron cuatro rangos y en general más inclinando hacia los rangos de perdida de suelo más bajos.

Tabla VII.2 Grado de erosión eólica para el Sistema Ambiental

Rango erosión	Erosión (Ton*ha*año)	Superficie (ha)	Superficie (%)
Sin erosión	10-12	516.49	1.51%
Ligera	12-50	26,073.35	76.02%
Moderada	50 - 100	7,302.59	21.29%
Alta	100 - 200	404.14	1.18%
	Total, general	34,296.56	100.00%

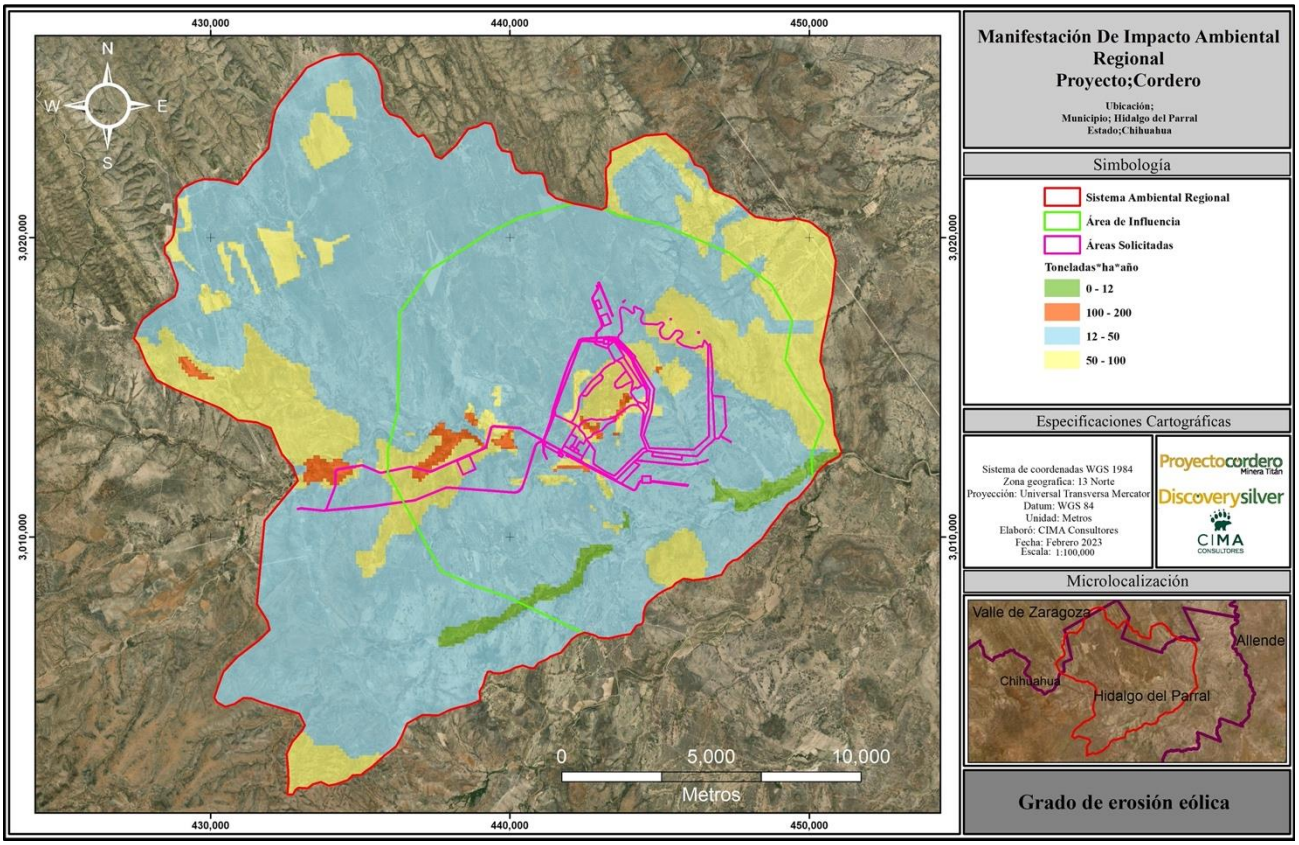


Figura VII.2 Erosión eólica dentro del SAR

Agua: en cuestión de agua superficial, el SAR funciona como un recolector que deposita sus escorrentías de forma endorreica, el cual alimenta un río de gran importancia para la región, sin embargo, este queda fuera del SAR. Dentro de el, no existe modificaciones de cauces considerables como presas o desarrollos urbanos. Por su parte, la infiltración en el SAR es baja, esto debido al relieve, densidad vegetal, bajas precipitaciones pero sobre todo las altas temperaturas que incrementan la evapotranspiración, situación contraria sucede en los límites del SAR con dirección al Oeste, es decir en las partes altas, con ello las pendientes accidentadas genera una mayor escorrentía, pero un clima más bajo que permite una mayor infiltración. En cuestión de calidad de

agua no se han reportado casos de contaminación o baja calidad de agua, las fuentes potenciales de contaminación es la agricultura, debido al uso de fertilizantes y pesticidas, cabe mencionar que con la apertura de nuevas tierras de cultivo, la capacidad de infiltración es mermada, por lo que las especies vegetales tienen la capacidad de retener los escurrimientos, dando más tiempo para que el agua pueda dirigirse hacia los mantos freáticos incrementando esta bondad por medio de sus raíces que al ser retirada su capacidad de infiltración se ve afectada.

El incremento de áreas agrícolas es la principal problemática dentro del SAR, al modificar radicalmente el uso del suelo, pasando de uno natural a otro inducido. La agricultura se encuentra de manera dispersa dentro del SAR y en baja medida, con excepción de las partes altas o quebradas, la cual puede extenderse al perder los nutrientes del suelo y el rendimiento de la cosecha sea cada vez inferior, esto provoca la apertura de nuevos espacios sin remediar los previamente afectados, esta práctica suele ser común no solo en el SAR o región, sino a nivel nacional, el abandono de parcelas agrícolas por bajo rendimiento da paso a nuevas lo que merma de manera indirecta la infiltración del agua y a su vez un incremento en la velocidad de escurrimientos.

Aunado lo anterior, un sobre pastoreo, tiene incidencia indirecta sobre la infiltración principalmente, pues reduce las áreas agrícolas o las herbáceas principalmente para dar paso a arbustos poco palpables para el ganado, reduciendo su cobertura y capacidad de infiltración, así como compactare 4el suelo permitiendo un escurrimiento superficial mayor al crear áreas poco impermeables.

Por último, las prácticas de explotación minera antigua, no fueron realizadas con alguna práctica o apego a la normatividad ambiental, por lo que genera un potencial para contaminar el agua del SAR. De las 3 actividades previamente mencionadas, su impacto hacia el componente agua es bajo, pues ninguna se lleva a gran escala y con suficiente intensidad para poder afectar la cantidad y calidad de la mimas.

La calidad del agua pudo ser corroborada, por medio de muestreos del agua dentro del SAR, en donde solo algunos de ellos llegan a sobrepasar los límites máximos permisibles, sin embargo, esta condición está dada por las características propias del lugar, principalmente la geología.

Visto lo anterior, tenemos que la promovente cuenta con diferentes análisis para determinar la calidad del agua, en donde gran parte de los parámetros se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles, pero existen otros que por condiciones particulares de la geología o del lugar pueden llegar a sobrepasar esto es en un sentido natural. Aquellos valores que superan el LMP son arsénico y fierro, pero únicamente en dos de los 5 sitios de muestreo realizados, el resto se mantiene estable.

Tabla VII.3 Resultados del análisis de agua subterránea conforme al límite máximo permisible (LMP) de la NOM-127-SSA1-1994.

METALES						
Parámetro	**Enrique Prieto W1**	**Enrique Prieto W2**	**Jorge Valles W1**	**José Rico W1**	**José Rico W2**	**LMP**
Aluminio	0.04	0	0	ND	ND	0.2
Arsénico	0.02	0.02	0.01	**0.07**	0.01	0.025
Bario	0.05	0.09	0.07	0.08	0.04	0.7
Cadmio	ND	ND	ND	ND	ND	0.005
Cobre	ND	ND	0	0.01	0.01	2
Cromo	0	ND	ND	ND	ND	0.05
Fierro	**2.1**	0.03	0.05	0	0.21	0.3
Magnesio	5.98	7.05	7.41	9.32	7.93	-
Mercurio	ND	ND	ND	ND	ND	0.001
Plomo	ND	ND	ND	ND	ND	0.01
Zinc	0.06	0.02	0.01	0.01	0.02	5
Sodio	75.31	59.35	76.62	15.65	46.36	200

Complementando lo anterior, la promovente realizo la estimación del balance hídrico que presenta el SAR en cuestión, a fin de conocer la tendencia hídrica, al cual se presenta de manera resumida a continuacion.

Balance hídrico. Este apartado hídrico, tiene una importante relación con el proyecto, pues con su ejecución se tiene contemplado realizar la remoción de la cubierta vegetal, la cual juega un importante papel para incrementar la recarga de los mantos acuíferos, así como reducir la velocidad de escorrentías y mejorar la calidad del agua, por otro lado se plantea el consumo del agua como parte de su proceso operativo, visto lo anterior recae la importancia de la identificación particular del lugar, así como sus análisis particulares que permitan la correcta toma de decisiones a la autoridad evaluadora en un contexto completo. Así mismo es de suma importancia conocer la cantidad de agua que dejará de infiltrarse una vez ejecutadas las actividades.

El estudio del balance hídrico se basa en la aplicación del principio de la conservación de masa. Esta establece que, para cualquier volumen arbitrario y durante cualquier período de tiempo, la diferencia entre las entradas y salidas estará condicionada por la variación del volumen de agua almacenada.

En resumen, observamos el **bajo** valor porcentual de la infiltración del SAR, esto debido a lo que se mencionado anteriormente en la evapotranspiración, pues se presentan bajas precipitaciones y las altas temperaturas dentro del SAR limitando de esta manera la infiltración, quedando de la siguiente manera.

Tabla VII.4 Balance hidrológico del SAR.

Balance hídrico	M^3/año	mm	hm^3	%
Volumen precipitado	155,089,072.11	452.20	155.09	100.00
Volumen EVT	140,447,868.25	409.51	140.45	90.56
Escurrimiento	13,129,057.82	38.28	13.13	8.47
Infiltración	1,512,146.29	4.41	1.51	0.98

Atmósfera: durante el año, en el SAR existen vientos locales que por una parte ayudan a la circulación del aire y la prevención de la generación de contaminación atmosférica y por otra provocan la erosión eólica y la suspensión de polvos principalmente, provenientes de los campos agrícolas, caminos de terracería y algunas zonas con suelos sueltos y poca cobertura vegetal.

Sumado a lo anterior, no se encontraron dentro del SA fuentes importantes de contaminación del aire, tal como podría ser un sector industrial o áreas urbanas ya que las actividades desarrolladas son bajas, limitándose a las primarias y las ciudades o asentamientos urbanos son limitadas. Cabe mencionar que la promovente realizo monitoreos de emisiones en diferentes puntos del SAR, de los cuales ninguno sobrepaso los LMP, lo que indica que en el lugar existe una buena calidad atmosférica, sumado a las nulas actividades que se dan en la región

En cuanto a las fuentes de ruido y vibraciones, se han presentado trabajos de exploración minera que generan de manera puntual este tipo de impactos. No obstante, estos trabajos son intermitentes y no se consideran una fuente constante de ruido dentro del SAR.

Complementando lo anterior, se cuenta con la elaboración de un estudio de monitoreo perimetral, en donde se obtuvieron algunos resultados relevantes, a lo cual ningún punto analizado sobrepaso los valores o límites máximos permisibles, quedando muy por debajo, esto debido a que existen pocas actividades que generen emisiones, limitándose principalmente a la generación de polvos por el tránsito de vehículos

Tabla VII.5 Monitoreo perimetral de PST - PM10 y PM2.5

Referencia	Parámetro	Resultados g/m3				LMP (g/m3)
		Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	
Nom-025-SSA1-2014	PST	6.86	7.44	8.15	6.26	210
Nom-025-SSA1-2014	PM 10	2.24	1.57	2.47	2.4	75
Nom-025-SSA1-2015	PM 2.5	0.55	0.52	0.7	0.28	45
Fecha de muestreo	27/12/2022					

Flora: actualmente el SAR, presenta una alta biodiversidad, aun y cuando se cuenta con diferentes espacios abiertos, dando paso a una adecuada función ecosistémica, brindando una gran variedad de servicios ambientales, sin embargo, tenemos la presencia de cultivos instaurados y nuevos que merman dependiendo de

la superficie a afectar la condición florística, cabe mencionar que el momento se considera como bajo a regular, pero con algunas áreas con valores altos, sin embargo el SAR tiene la capacidad para amortiguar o bien continuar prestando sus servicios ambientales como infiltración, retención del suelo, captura de carbono, generación de oxígeno en entre otros, por lo que la instauración de nuevas actividades o crecimiento de las actuales no pone en riesgo en un futuro próximo el componente florístico.

El lugar cuenta con distintos tipos de vegetación característicos de las zonas áridas del noroeste del país, como pastizales naturales e inducidos, matorrales desérticos micrófilo y rosetófilo. Para el caso de los pastizales, su estructura ha sido modificada, derivado a un sobrepastoreo extenuante por décadas y sin un manejo silvopastoril, eliminando la densidad de los pastos para dar lugar a arbustos considerados por la misma CONABIO como malezas, entre los que destacan los gatuños, huizachillo, palo amarillo entre otros pocos palpables y frecuentemente con espinas, reduciendo considerablemente la cantidad de pastos sobre todo del género Bouteloua y Aristida, este cambio resulta ser más importante incluso que la apertura de áreas agrícolas, pues contempla un cambio de ecosistemas. A fin de detectar la condición que guarda el proyecto en cuanto a los cambios presentados para el uso de suelo y vegetación, la promovente realizo un análisis comparativo

La vegetación, asociaciones vegetales y flora presente del SAR Cordero, ha sido estudiada y considerada en términos de definición de manera precisa, por la entidad oficial mexicana que se encarga de estos aspectos biogeográficos (INEGI), pero dentro de esas precisiones se han considerado términos o conceptos que con el tiempo se han ido afinando, esto es normal en comunidades dinámicas, ya que contienen especies y asociaciones cambiantes que pueden sugerir cierta condición y esto puede cambiar en tiempos variables. Este es el caso del en estudio SAR, el cual ha sido clasificado en términos de su tipo de vegetación y uso de suelo con ciertas variantes, lo cual se analiza en seguida.

El análisis, considera un período asequible y en donde se pudo obtener información y datos cartográficos, esto son los años 1991, 2000, 2005, 2014, 2017 y 2021, en donde se habla de un tiempo que abarca alrededor de 32 años, lo cual resulta pertinente.

En términos de tipos de vegetación y uso del suelo, se han manejado catorce tipos de vegetación o uso de suelo, de las cuales siete han sido las que más se han considerado en la clasificación general. Esta variación de conceptos, se puede deber a la condición variable que presenta la vegetación y en donde hay diferencia fisonómica en las temporadas de estudio y posible ese tenga cierta influencia en las clasificaciones realizadas.

Una de las primeras clasificaciones estudiadas, es la de 1991, la que maneja once términos clasificatorios y en donde se usan términos ampliados, como el que le dan al matorral desértico micrófilo y al rosetófilo, incluyéndole las variantes de espinoso y subinerme; en este año también se abre el concepto de vegetaciones secundaria y son incluidas seis vegetaciones de este tipo a partir del pastizal natural y de los matorrales desértico micrófilo y rosetófilo.

En los siguientes años, 2000, 2005, 2014, 2017 y 2021, este enfoque de clasificación se reduce a entre seis y ocho términos de clasificación, incluyendo las agriculturas respectivas.

En los últimos años de registro, 2014, 2017 y 2021, los conceptos clasificatorios se han acotado a siete términos básicos y son:

- Agricultura de temporal anual
- Pastizal inducido
- Pastizal natural
- Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo
- Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo
- Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural
- Agricultura de riego anual

En esta información de vegetación, podemos observar que los conceptos de erosión, en las vegetaciones secundarias ya no son considerados, esto puede deberse a que la apreciación de esta condición era muy confusa, dada las condiciones naturales del tipo de suelo, terrenos y topografía, adicionalmente de las actividades constantes en términos de ganadería y movimientos de gente en estos espacios. En estos períodos, se dejaron

de utilizar los conceptos de matorrales espinosos y subinermes para los matorrales desértico y rosetófilo. También en el último período, se incluye la agricultura de temporal anual, dada la evidente presencia de este sistema de cultivo. Dichos cambios a través del tiempo de presenta a continuación, siendo el uso de suelo predominante dentro del SAR.

Tabla VII.6 Superficie de los usos de suelo y vegetación que presenta el área del SAR Cordero para los años 1991, 2000, 2005, 2014, 2017, y 2021.

Uso de suelo	1991	2000	2005	2014	2017	2021
	Superficie en hectáreas					
Agricultura de temporal anual	73.43	23.95	187.32	799.45	1013.33	1445.53
Matorral desértico micrófilo con matorral espinoso	820.93	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Matorral desértico micrófilo con matorral subinerme	911.98	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Matorral desértico rosetófilo con matorral subinerme	544.28	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Pastizal inducido	46.56	S/D	S/D	S/D	S/D	161.43
Pastizal natural	633.38	806.04	2098.34	2099.23	2099.27	2098.03
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo	778.45	2745.91	2429.35	2210.28	2210.29	2176.35
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico micrófilo con erosión	2509.20					
Vegetación secundaria arbustiva de matorral desértico rosetófilo	627.19	1122.93	1122.88	1122.86	1122.87	1122.87
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural	27053.74	27952.56	25294.15	24914.98	24701.07	25541.78
Vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural con erosión	297.43	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Matorral desértico micrófilo	S/D	2745.91	1683.98	1683.88	1683.90	1641.26
Vegetación secundaria herbácea de pastizal natural	S/D	S/D	1480.56	1465.89	1465.86	S/D
Agricultura de riego anual	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	109.33

Aunado lo anterior, tenemos un análisis de la tendencia del cambio de uso de suelo y vegetación hacia el futuro, esto contemplando que las actividades actualmente desarrollas se mantengan como ganadería, minería y minería artesanal, es decir sin incluir el presente proyecto u otras actividades, con lo cual se puede obtener un pronóstico a futuro.

Pronóstico y transiciones en el Sistema Ambiental Cordero. La técnica de simulación utilizada para predecir el cambio de uso del suelo fue la de las Cadenas de Markov. Las Cadenas de Markov es un modelo de proceso estocástico que describe la probabilidad de cambio de un estado a otro, es decir, de un tipo de uso del suelo a otro, utilizando una matriz de probabilidad de transición. La probabilidad de transición sería la probabilidad de que un tipo de cobertura terrestre (píxeles) en el momento tiempo 1 (t1) cambie a otro tipo de cobertura terrestre en el tiempo t2. Por lo tanto, los cambios en el uso del suelo entre las fechas se usaron para desarrollar una matriz de transición de probabilidad y luego predecir los usos del suelo para un tiempo futuro. Esta matriz es el resultado del cruce entre las imágenes estableciendo un error proporcional (Glenn, 1992; Hu, 1992; Cabral, 2009). Los mapas de probabilidad de transición se elaboran a partir de los tres usos de suelo generados a través del proceso de clasificación y estos se utilizan para calcular proyecciones de posibles cambios entre los tiempos especificados. La expresión matemática de la probabilidad de transición es:

$$\sum_{I=1}^{m} \boldsymbol{Pij} = \mathbf{1} \quad \boldsymbol{i} = \mathbf{1}, \mathbf{2} \ldots \ldots \boldsymbol{m}$$

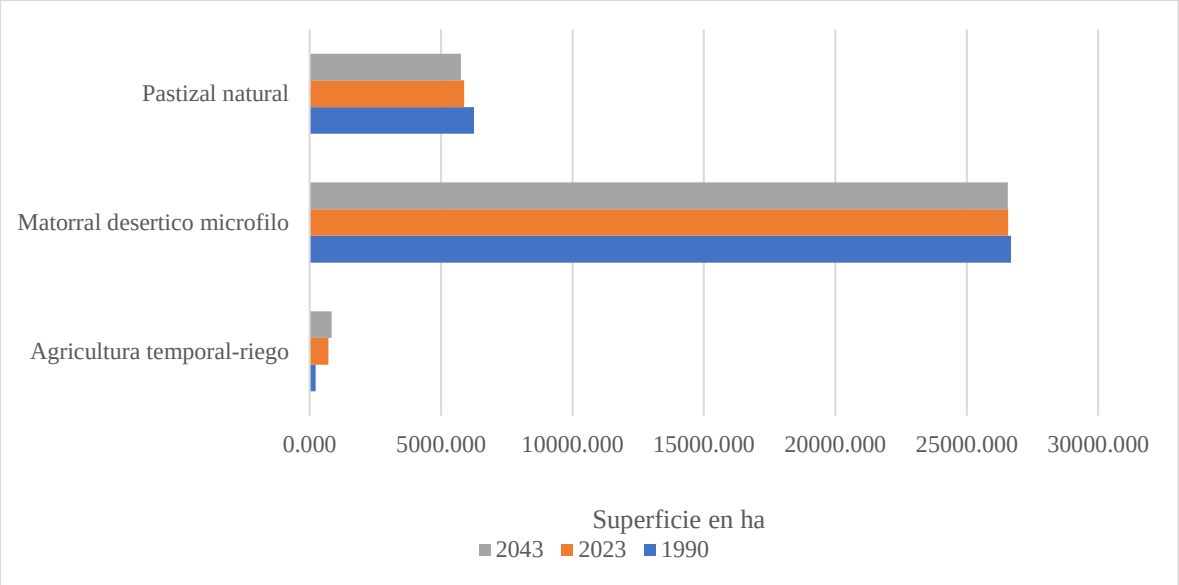
$$\boldsymbol{P} = (\boldsymbol{Pij}) = \begin{matrix} \boldsymbol{P11} & \boldsymbol{P12} \ldots & \boldsymbol{P1m} \\ \boldsymbol{P21} & \boldsymbol{P12} & \boldsymbol{P2m} \\ \boldsymbol{Pm1} & \boldsymbol{Pn2} & \boldsymbol{Pmm} \end{matrix}$$

where: *Pij* = la probabilidad de transición de un uso de la tierra a otro, m = el tipo de uso de suelo del área estudiada, *Pij* los valores están dentro del rango 0–1.

De acuerdo con el análisis de cadenas de Markov, el Sistema Ambiental Cordero, permanece estable, mostrando ligeras variaciones en algunas de sus comunidades dominantes tales como los Matorrales desértico micrófilo y pastizal natural. La clase con mayor variación se encuentra en las áreas agrícolas, que para el 2043 presentara un incremento ubicándose en las 839.14 ha, pero aun siendo baja su variación o incremento, cabe mencionar que este análisis va en función al estado del SAR sin el desarrollo del proyecto en cuestión.

Tabla VII.7 Usos de suelo y pronóstico de cambio en el Sistema Ambiental Cordero, usando técnicas de cambios de Markov.

Uso de suelo	1990	2023	2043
Agricultura temporal-riego	226.27	718.73	839.14
Matorral desértico micrófilo	26679.19	26574.73	26566.79
Pastizal natural	6259.85	5871.85	5759.38
Total	33165.31	33165.31	33165.31



Gráfica VII. 1. Cambios observados en el Sistema Ambiental Cordero, proyecciones obtenidas a través de Cadenas de Markov.

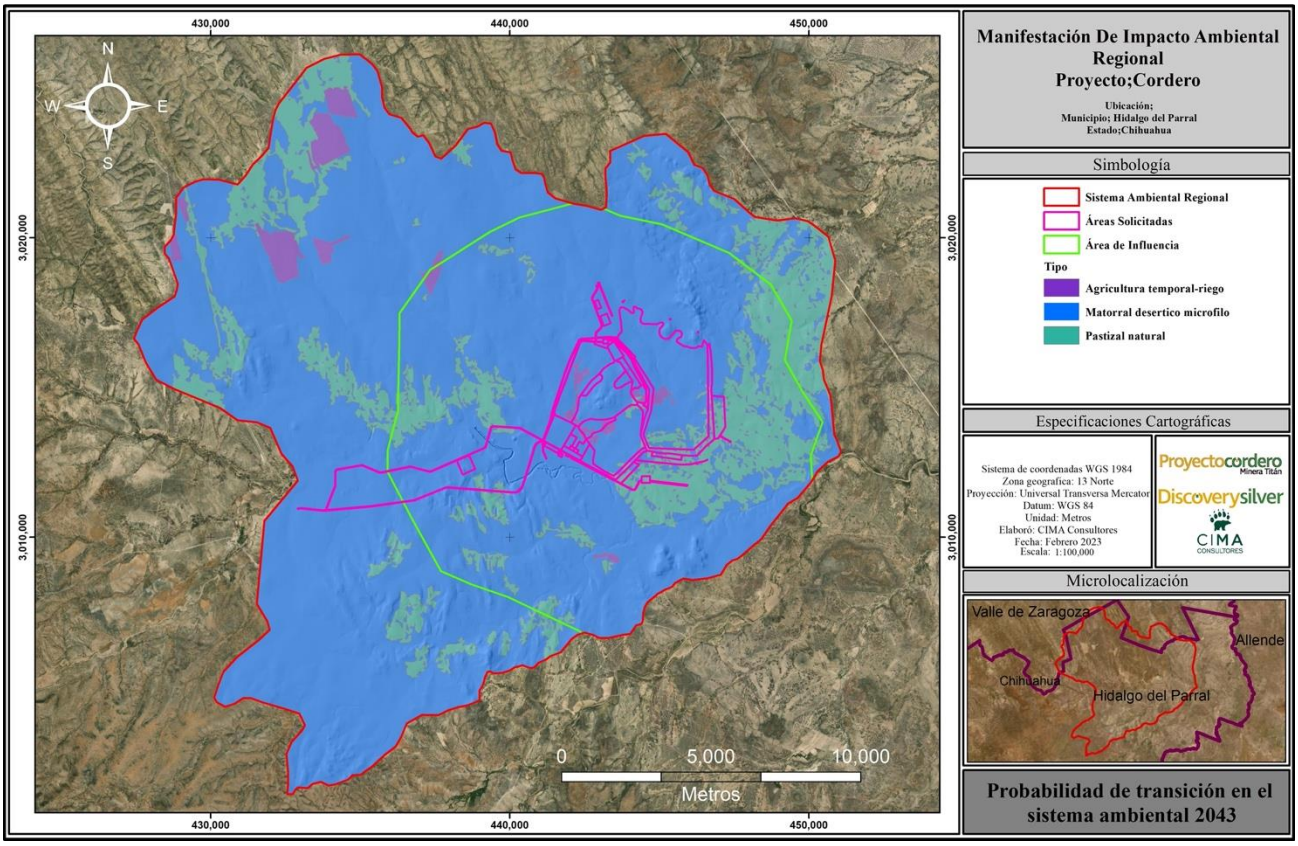


Figura VII.3 Mapa de probabilidad de transición en el sistema ambiental Cordero.

La proyección de uso de suelo para el año 2043 se basó en las matrices de probabilidad de transición. La figura predecesora muestra la distribución espacial de las clases de uso del suelo. Asimismo, la siguiente tabla muestra la superficie que ocupará cada uso del suelo en ese año. De acuerdo a la matriz de transición presentada, la clase agricultura de temporal-riego seguirá aumentando relacionado con su alto valor de probabilidad 80 % al igual que el matorral desértico micrófilo y el pastizal natural 98% y 95%, respectivamente. Estos cambios serán inducidos por las actividades antrópicas que se desarrollan en la zona.

Tabla VII.8 Mapa de probabilidad de transición en el sistema ambiental Cordero.

Uso de suelo	Agricultura temporal-riego	Matorral desértico micrófilo	Pastizal natural
Agricultura temporal-riego	**0.8076**	0.1309	0.0615
Matorral desértico micrófilo	0.0135	**0.9865**	0
Pastizal natural	0	0.0401	**0.9599**

Visto lo anterior, tenemos que en un futuro se esperan cambios en donde la agricultura gane terreno sobre los espacios naturales, sin embargo esta tendencia es baja en comparación con otras áreas, esto es debido a parte de ellos son terrenos privados, las condiciones del lugar son aridad y las precipitaciones son bajas, con altos riesgos para establecer agricultura de riego anual y para el caso de la agricultura de riego el coste de la infraestructura es elevado, pues en su mayoría la actividad predominante es la ganadería extensiva.

Fauna: el SAR está ubicado en una zona de la región con bajas actividades y asentamientos urbanos, con una mayor representación por la agricultura y ganadería, por lo que la fauna silvestre de cierta manera cuenta con limitantes o bloqueos por los corredores biológicos aunque de manera poco significativa. Sin embargo existen áreas extensas donde existe la vegetación forestal, en especial en las partes altas del SAR donde la agricultura es poco factible y la fauna silvestre puede transitar desarrollar sus actividades y hábitos adecuadamente, pero

se tiene una conciencia que con la presencia humana y tendencia a crecimiento de los espacios agrícolas esta se ve afectada.

Como bien se menciona, las partes altas con poca o nulas actividades del SAR se desarrollan zonas que sirven como refugio de gran variedad de fauna silvestre. Es inseparable la relación del estado de conservación de las comunidades vegetales con la biodiversidad de fauna presente, ya que es utilizada como zona de refugio y alimentación. La cacería de especies como fuente de alimentación, protección del ganado domestico o bien diversión son prácticas que no se encuentran reguladas, pues no se cuenta con UMA's las cuales disminuya en cierta medida la cacería, misma que debe contar con permisos e informes ante las autoridades competentes.

Dicho lo anterior, se considera que el componente fauna se encuentra en buen estado con una tendencia hacia la baja, aunque de manera desacelerada o poco notoria, cabe mencionar que el área del proyecto parte cuenta con impactos agrícolas, caminos lo cual no son espacios para el refugio de las especies pues estas tienden a desplazarse a lugares con menor incidencia humana.

Paisaje: de manera general, se puede abordar como el estado de belleza escénica que tiene un área determinada, lo cual puede tener múltiples valores para las personas que habitan o se trasladan a través de estos paisajes. Por lo cual, entre menos perturbaciones se presenten en áreas naturales se puede entender que la vista escénica es mayor. En este sentido, el SAR cuenta con zonas con belleza natural, aun y cuando este paraje puede ser desolador, sin embargo es característico del lugar.

No obstante, existen desarrollos antropogénicos que merman la calidad del paisaje, tal es el caso de la agricultura, la ganadería extensiva y en menor medida la minería. Cabe mencionar que el lugar o región no es considerado con cualidades turísticas.

Por otra parte, es importante mencionar que esta región no es utilizada para el desarrollo de actividades turísticas, por lo tanto, los usuarios del paisaje como elemento de bienestar son los habitantes de las localidades dentro del SAR. Por lo tanto, se puede concluir que el SAR cuenta con zonas donde el paisaje no ha sido modificado, sin embargo, esto si ha sucedido alrededor de las localidades existentes dentro del SAR, principalmente por actividades de agricultura, caminos, líneas de transmisión eléctrica, ganaderas y mineras.

El área del proyecto ha perdido esas cualidades únicas, pues se cuenta con un área agrícola empleada en la actualidad, así como caminos de comunicación que atraviesan el lugar, inclusive sus colindancias inmediatas, pues la topografía en esta parte permite el establecimiento de parcelas.

Durante los recorridos dentro del SAR no se encontraron sitios que destaquen por su belleza escénica o sean utilizados por las comunidades cercanas como puntos de recreación. Dicho lo anterior, la promovente desarrollo diferentes análisis para conocer algunas variables paisajísticas o de disturbio a fin de conocer la situación que guarda el SAR del proyecto actualmente, estos son:

Índice de disturbio 2023. Para el periodo 2023 el índice de disturbio fue persistente presentando ligeras variaciones en el sistema ambiental, los incrementos del disturbio se presentaron en áreas donde la agricultura temporal-riego tuvieron una tendencia de expansión. A continuación, se presentas las superficies de los niveles de disturbio en el periodo.

Tabla VII.9 Superficies del índice de disturbio en el sistema ambiental Cordero en el periodo 2023.

Nivel Disturbio	Superficie ha	%
Disturbio medio	7,863.1792	22.93
Disturbio alto	1,768.7236	5.16
Disturbio bajo	24,664.6634	71.92
Total	**34,296.5662**	**100.00**

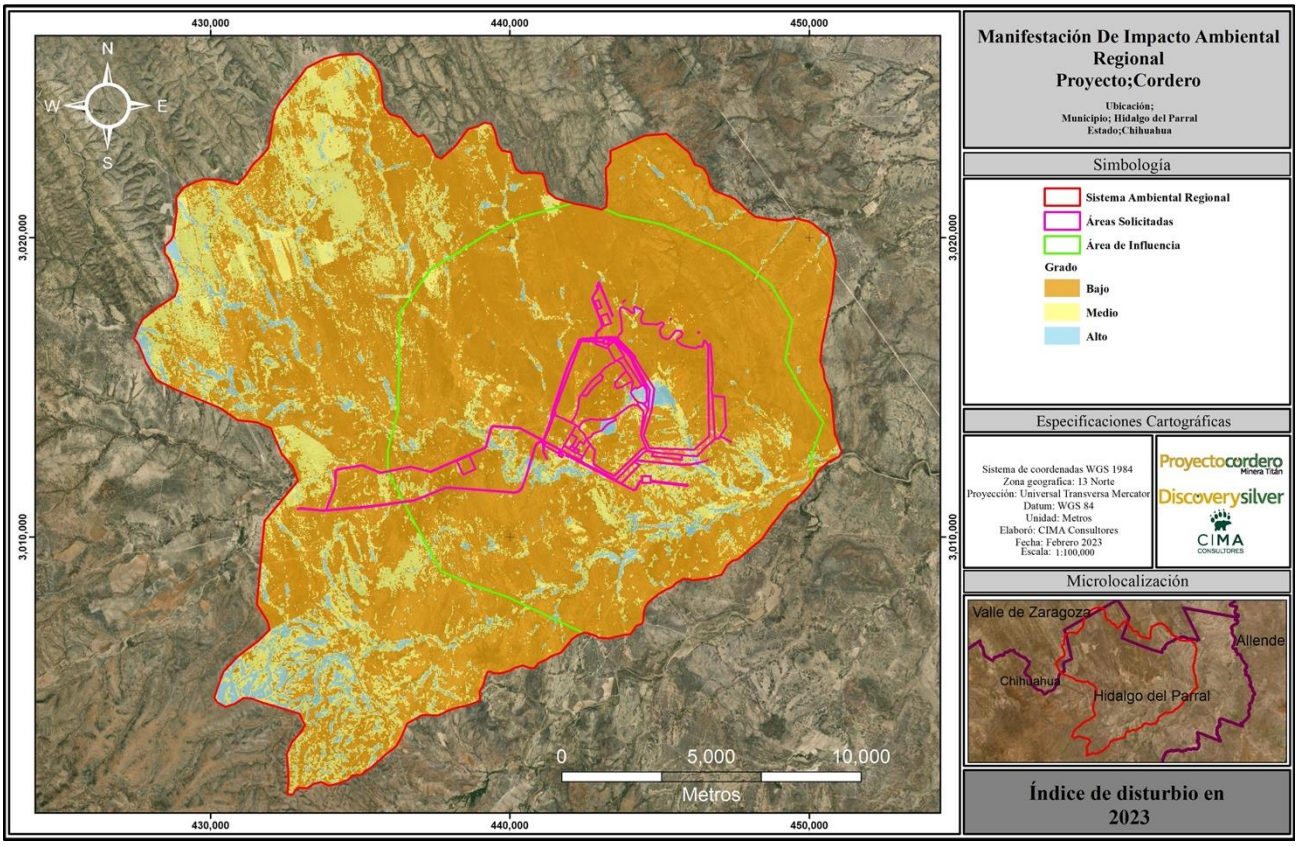
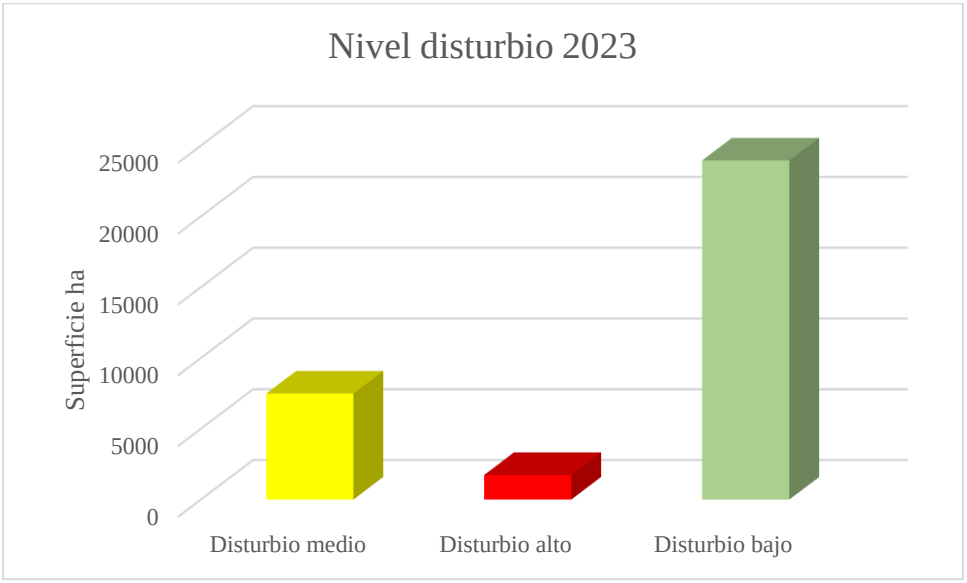


Figura VII.4 Mapa del índice de disturbio en el sistema ambiental Cordero en el periodo 2023.



Gráfica VII. 2. Distribución del índice de disturbio en el sistema ambiental Cordero en el periodo 2023.

Análisis de Fragmentación. Para medir la fragmentación del sistema ambiental Cordero bajo estudio, se emplearon métricas del paisaje, las cuales pueden ser indicadores de calidad paisajística de un ecosistema. Dichas evaluaciones son llevadas a cabo a través de fuentes de datos generadas a partir de cualquier clasificación de uso de suelo obtenida a través de del procesamiento de sensores remotos, como en el caso de este estudio. La ecuación 2,3,4,5 y 6 muestra las métricas evaluadas en este proyecto.

$$CA = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} \left(\frac{1}{10{,}000}\right) \tag{2}$$

donde:

CA = Área de clase

a_{ij} = Área en m^2 para el parche j en la clase i

$$NP = n_i \tag{3}$$

donde:

NP = Número de parches

n_i = Número de parches en el paisaje del tipo de parche (clase) i

$$MPS = \frac{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}}{n_i}\left(\frac{1}{10{,}000}\right) \tag{4}$$

donde:

MPS = Tamaño medio del parche

a_{ij} = Área en m2 para el parche j en la clase i

n_i = Número de parches en el paisaje del tipo de parche (clase) i

$$PSSD = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n}\left[a_{ij} - \left(\frac{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}}{n_i}\right)\right]^2}{n_i}}\left(\frac{1}{10{,}000}\right) \tag{5}$$

donde:

$PSSD$ = Tamaño del parche Desviación estándar

a_{ij} = Área en m2 para el parche j en la clase i

n_i = Número de parches en el paisaje del tipo de parche (clase) i

$$PSCV = \frac{PSSD}{MPS}\ (100) \qquad (6)$$

donde:

$PSCV$ = Tamaño de parche Coeficiente de variación

MPS = Tamaño medio de parche

De acuerdo a las recomendaciones de los autores McGarigal y Marks (1995) se realizó el análisis del proceso de fragmentación para las categorías con vegetación en el sistema ambiental con las métricas: área de clase, número de parches, tamaño medio del parche, desviación estándar del tamaño del parche y coeficiente de variación del tamaño medio del parche de acuerdo a lo descrito en la sección anterior.

Una disminución continua en el tamaño de los parches puede evidenciar una fragmentación del hábitat. Cuando se observa una reducción del tamaño medio del parche en una comparación de paisajes, es posible interpretar esta reducción como un incremento en la fragmentación del paisaje, por lo tanto, el tamaño medio del parche se considera una métrica muy útil. Sin embargo, el tamaño medio del parche no indica cuantos parches existen, ni tampoco muestra la variación en el tamaño. El número de parches, puede mostrar alteraciones en procesos ecológicos, como establecer el número de un subconjunto de una población espacialmente dispersa, o puede alterar también la estabilidad de las interacciones de las especies, como sus relaciones depredador-presa (Kareiva, 1990).

La desviación estándar del tamaño del parche, es una medida absoluta que relaciona el tamaño medio del parche y la diferencia de tamaño entre los parches; comparando dos paisajes, un menor valor para esta métrica puede reflejar parches más pequeños.

Mientras que la métrica de coeficiente de variación del tamaño del parche, puede ser más recomendable para comparar la variabilidad de los paisajes, ya que se trata de una variabilidad relativa sobre el tamaño medio del parche, de acuerdo a Mcgarigal y Marks (1995), las métricas de variabilidad sugieren que los paisajes modificados por actividades antrópicas son más uniformes en el tamaño del parche, que los paisajes no alterados.

De acuerdo con lo anterior, en el sistema ambiental de Cordero se puede observar un ligero incremento en algunas de las métricas del paisaje siguientes tablas. El número de parches representada por "NumP", mostro un decremento, para el caso de matorral desértico micrófilo en el año 1990 se contabilizaron un total de 3,675 fragmentos, pasando a 1954 para el 2023. Está métrica es un indicador solido del proceso de fragmentación de una zona, Sin embargo, no proporciona la dimensión del impacto provocado por el tamaño de los fragmentos. En este sentido, es importante tomar como referencia el tamaño medio de los parches, esta medición indicara la interacción en el paisaje del fragmento.

Así mismo el pastizal natural experimento una ligera fragmentación pasando de 60 fragmentos o parches en 1990 a 64 parches para el 2023. Las áreas agrícolas de temporal como de riego presentaron un incremento de 4 fragmentos a 203 para el 2023.

Tabla VII.10 Métricas evaluadas para el periodo 1990 en el sistema ambiental Cordero.

Uso de Suelo	MPS	NumP	PSSD	TLA	CA
Matorral desértico micrófilo	72595.5852	3675	808313.1561	331583232.2	266788775.4
Pastizal natural	1043362.3	60	3695954.38	331583232.2	62601737.79
Agricultura temporal-riego	548179.738	4	216533.2993	331583232.2	2192718.952

Tabla VII.11 Métricas evaluadas para el periodo 2023 en el sistema ambiental Cordero.

Uso de Suelo	MPS	NumP	PSSD	TLA	CA
Matorral desértico micrófilo	96459.3937	1954	623518.3132	234909740.1	188481655.3
Pastizal natural	203710.113	64	450114.7115	234909740.1	13037447.2
Agricultura temporal-riego	164485.899	203	297513.745	234909740.1	33390637.51

Cabe mencionar que dentro de las áreas específicas del proyecto en su mayoría tenemos un índice de disturbio bajo, pues aun y cuando se han realizado trabajos previos a la promovente para la extracción, así como recientes exploraciones su nivel de impacto hacia el ecosistema es aceptable, no obstante, se cuenta con áreas agrícolas las cuales tienen a elevar este nivel de disturbio a uno alto.

Fragilidad ambiental. Los modelos de fragilidad ambiental son una importante herramienta de decisión, ya que ayuda a cuantificar la sensibilidad ambiental y a comprender la relación entre las actividades humanas y la calidad del medio ambiente. La fragilidad ambiental, se considera como la capacidad de un ecosistema o comunidad a enfrentar agentes de cambio externos o de presión, tanto naturales como antropogénicos. Esta fragilidad se basa en la fortaleza, capacidad y velocidad de regeneración de los ecosistemas. También, la fragilidad ambiental se relación con el balance total de carga ambiental de un espacio geográfico. En este espacio se suma la condición de aptitud natural del mismo, así como también la carga ambiental inducida, y la capacidad de absorción de la carga ambiental adicional, vinculada a la demanda de recursos. La evaluación de la fragilidad está determinada por la relación entre los impactos de los componentes naturales, principalmente los del relieve (pendiente) suelo y usos de suelo y vegetación.

La integración de los componentes naturales de suelo, pendiente y uso de suelo y vegetación dieron como resultado el mapa del nivel de fragilidad ambiental. Las cinco clases o niveles de fragilidad ambiental se distribuyeron a lo largo del sistema ambiental regional, y la de mayor frecuencia es la fragilidad Baja. La fragilidad física del SAR muestra que el nivel de fragilidad Baja se distribuye en casi todo el sistema ambiental, misma que cuenta con una superficie de 26,525.46 ha, lo que corresponde al 77.34%, seguido de la fragilidad Moderada con una superficie de 6,920.989 ha, que corresponde a un 20.18%.

Tabla VII.12 Superficie por nivel de fragilidad.

Nivel de Fragilidad	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Muy baja	630.4198	1.84
Baja	26,525.4604	77.34
Moderada	6920.9894	20.18
Alta	0.0000	0.00
Muy Alta	219.6967	0.64
Total	**34,296.5662**	**100**

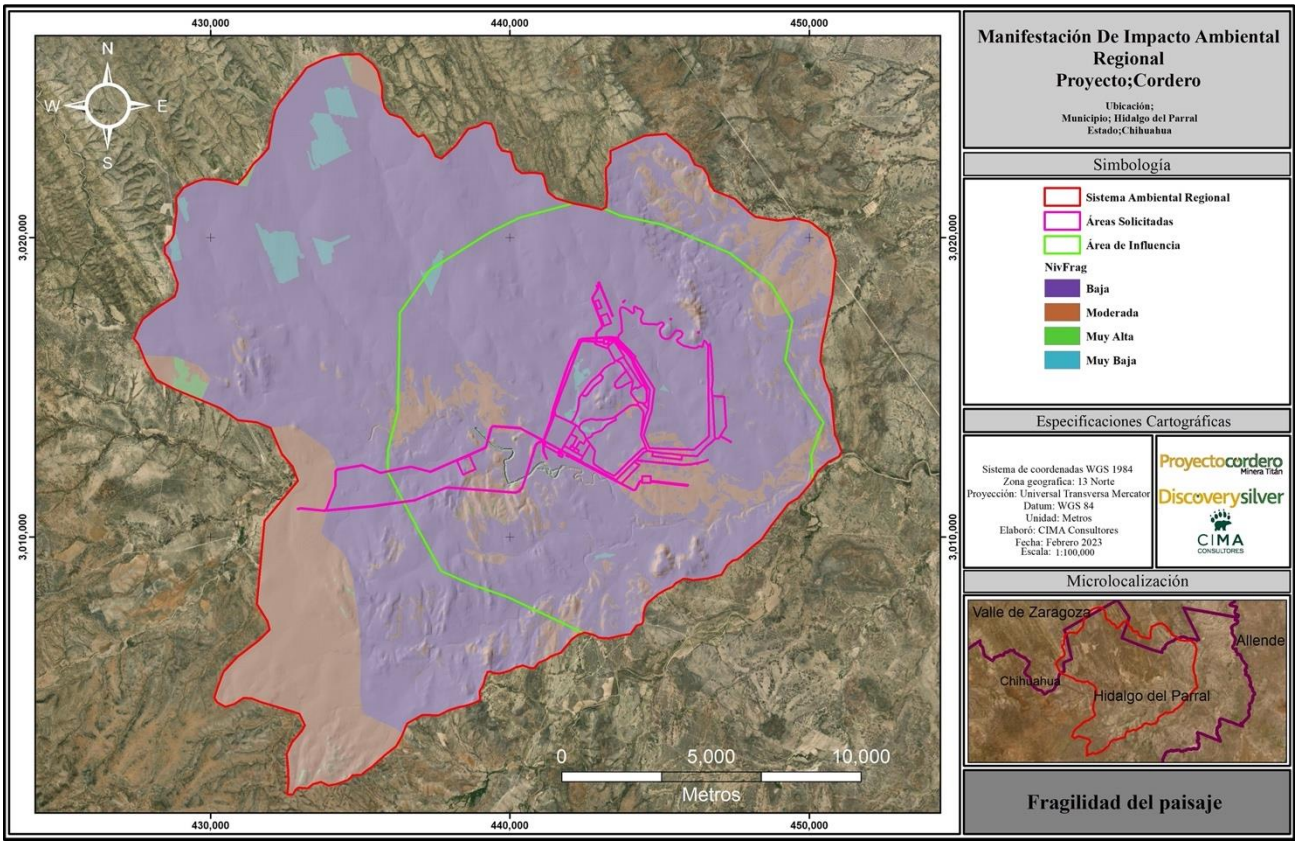


Figura VII.5 Fragilidad del paisaje dentro del SAR.

Estatus cultural y humano: tomando en cuenta los componentes que esta sub factor que engloba de manera general el estado económico y salud de las poblaciones que se encuentran dentro o cerca del SAR, pero también la salud de los trabajadores que se empleen en las diferentes actividades del proyecto, se cuenta con localidades de pocos habitantes, donde su principal actividad económica es la agricultura y la ganadería. Los centros de salud como hospitales se encuentran fuera del SAR, en la ciudad de Hidalgo del parral y Valle de Zaragoza respectivamente. Las habitantes de las localidades rurales cercanas tienden a migrar hacia las localidades urbanas en busca de trabajo o estudio.

El crecimiento urbano es bajo, pues no existe una diversidad de oficios o actividades que permitan la subsistencia, sin mencionar que los sueldos en ocasiones suelen ser bajos, en un futuro próximo no se espera que esta tendencia cambie a no ser que lleguen nuevas actividades que permitan una remuneración y sobre todo un trabajo fijo adecuada la cual sea determinante para que la población evite emigrar hacia fuera de las localidades de origen.

En cuanto al aspecto cultural, no se tiene presencia de pueblos indígenas los cuales tienden a tener una cultura más arraigada a las tradiciones religiosas o ceremoniales, por lo que el lugar se limita a las fiestas patronales y algunas otras festividades que se dan a nivel nacional. A menara general tenemos que sin el proyecto la condición es estable para el SAR actualmente en base a los siguientes análisis específicos.

Antropización. La antropización se define como la transformación que el ser humano ejerce sobre el medio, ya sea sobre el biotipo o la biomasa. A nivel regional existe perturbación ambiental por actividades antrópicas, que han originado la aparición de extensas áreas alteradas, modificando el antiguo ecosistema. Estas áreas alteradas, se dedican a diferentes actividades como zonas dedicadas al cultivo de riego, a la actividad pecuaria o la ganadería.

La calidad de los ecosistemas fue evaluada en la relación al grado de antropización en cada uno de ellos, basándonos en el mapa de antropización del Noroeste del país proporcionado por la CONABIO. Según los

datos de Margarita Soto (1997), aquellas zonas diagnosticadas como: poco, débilmente y parcialmente modificadas, corresponden a espacios con un grado de modificación tal, que es posible su recuperación por vías naturales. Mientras que, las zonas diagnosticadas como: medianamente, fuertemente, muy fuertemente y drásticamente modificadas, corresponden a zonas donde la modificación ha dado paso a la secundarización bien establecida, con el posicionamiento de sistemas agrícolas y pecuarios o incluso se han afectado componentes abióticos como la cobertura edáfica, microclima o microrelieve, por lo que estas zonas son consideradas las de mayor afectación.

Tomando en cuenta el grado de antropización en el espacio delimitado para el proyecto "Cordero" se puede observar que el efecto adverso negativo no es alarmante al considerarse desde afectaciones débilmente hasta poco modificado. Esto quiere decir que se considera en niveles óptimos por la calidad ecosistémica que existe en el SAR.

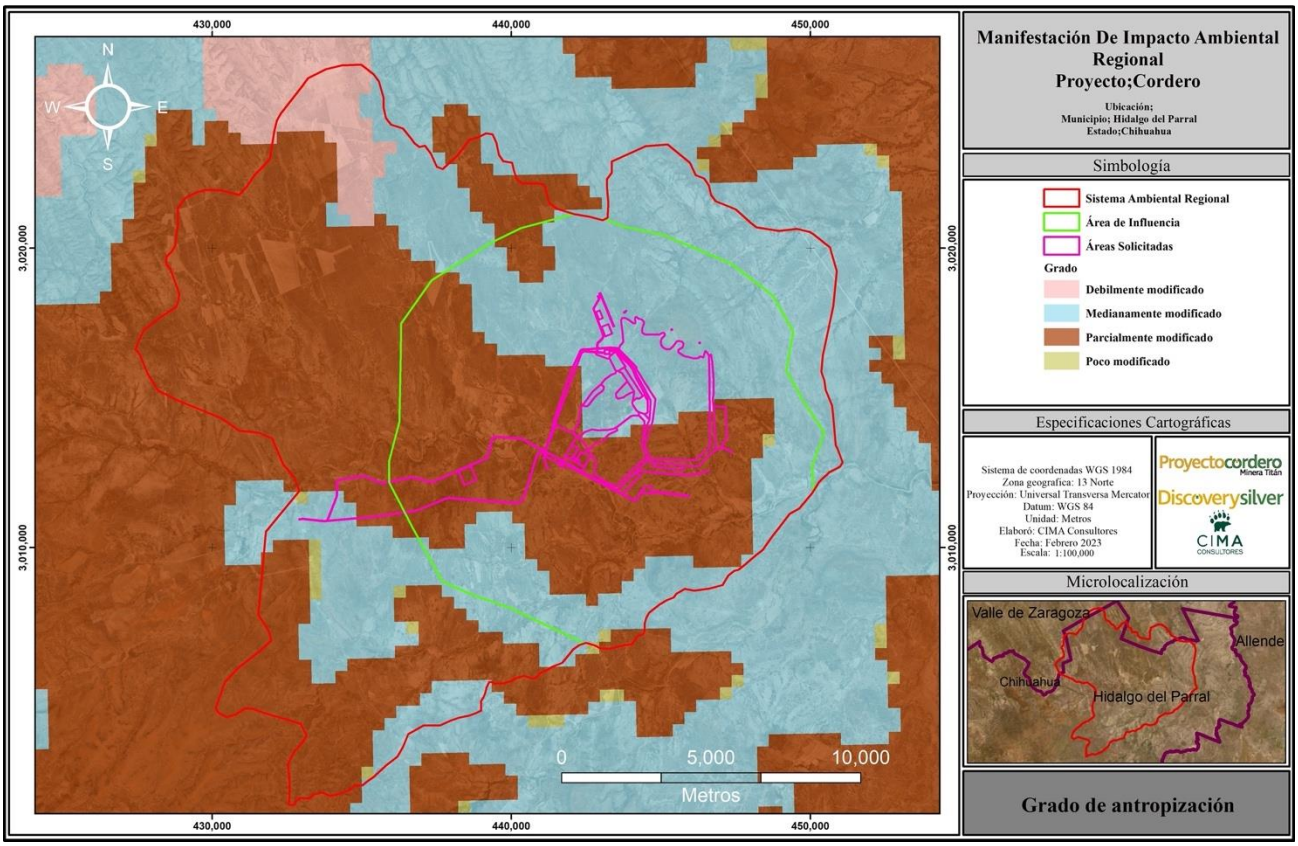


Figura VII.6 Nivel de antropización dentro del SAR.

Índice de impacto antropogénico. México no es la excepción en la tendencia global del deterioro de ecosistemas y de la pérdida de especies que se ha documentado durante los pasados 25 años, y que ha sido recientemente descrita a nivel mundial (CONABIO 2009, 2017, Ripple et al. 1997, WWF 2018). Los resultados de la actividad humana durante las últimas décadas, se han traducido notablemente en la crisis de la biodiversidad, y en la pérdida de la condición integra de los ecosistemas.

Para un país megadiverso como México, es una situación compleja el incluir el estado (composición, estructura y función) de los ecosistemas, de las especies, diversidad genética y agrobiodiversidad, entre otros componentes. De acuerdo con esta evaluación de la condición del Capital Natural en México, se puede deducir que dos tercios del país presentan altos niveles de degradación, y solo 12 estados mantienen condiciones de sustentabilidad donde aún pueden generarse bienes y servicios ecosistémicos sin poner en riesgo el Capital Natural de futuras generaciones. Nueve estados tienen su capital natural en riesgo, es decir, con una alta probabilidad de alcanzar niveles no sustentables, y once estados han prácticamente agotado su capital natural,

lo que representa un vacío importante en el legado ecológico-evolutivo para mantener el capital natural de futuras generaciones.

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) establece el Índice de Impacto Antropogénico (IIA), con el fin de reconocer el cambio que ejerce el ser humano a través de las actividades económicas productivas. Al evaluar esta medición de impactos y en relación al SAR el cual se encuentra en el **valor bajo a moderado** presentando un espacio en donde los ecosistemas no se consideran sensibles.

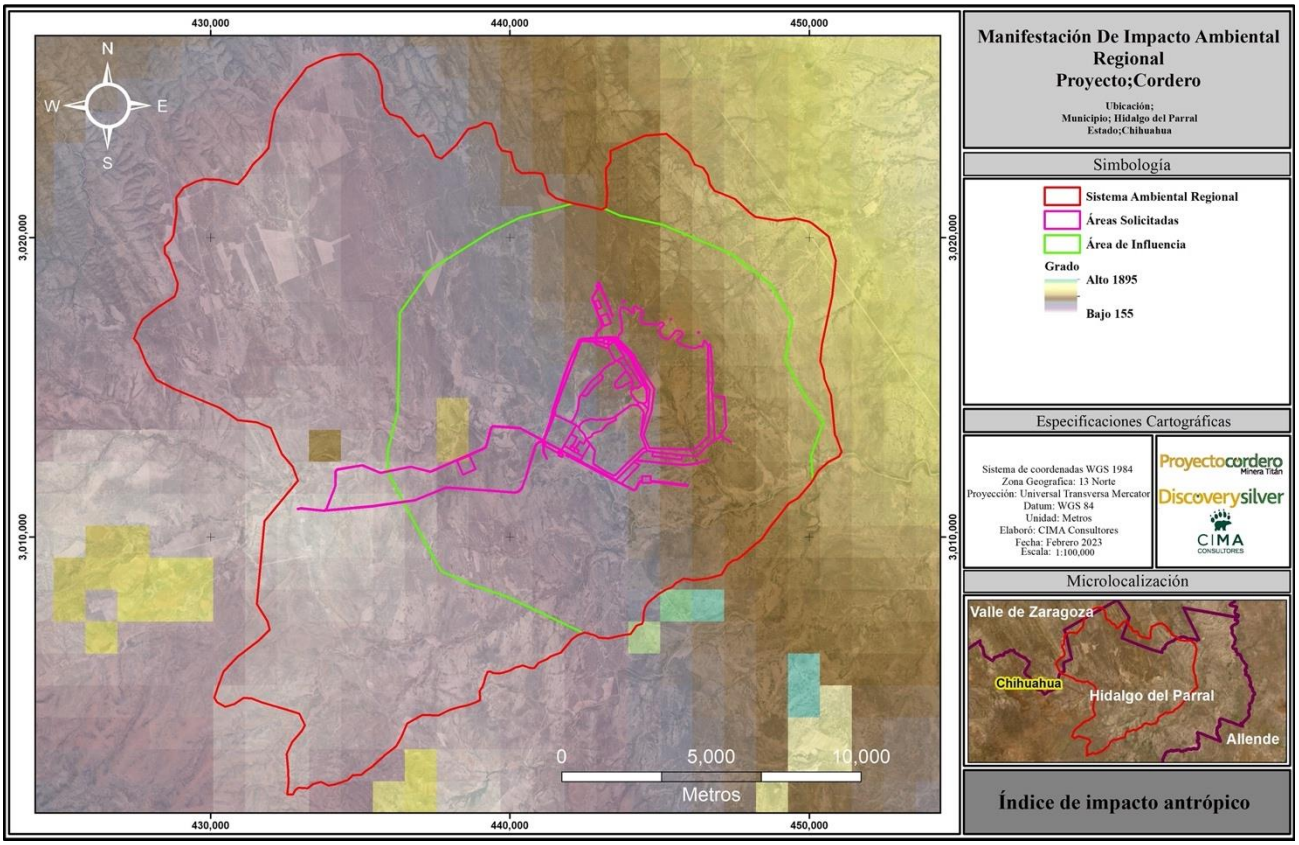


Figura VII.7 Índice de impacto antrópico dentro del SAR.

En las evaluaciones previas de la antropización e impacto antrópico, tenemos que los valores máximos alcanzables para las áreas solicitadas es moderado, pero con gran cantidad de secciones o superficies bajas, esto indica que existen pocos disturbios bien definidos en el lugar, que hayan modificado sustancialmente el uso del suelo, con excepción de la agricultura que puede ser bien percibida, sin embargo existen otros elementos difícilmente cuantificables a estas escalas, pues el cambio de los pastizales naturales a matorrales con especies poco palpables para el ganado posiblemente sea el impacto de mayor relevancia pero pocas veces analizados, puesto que se requieren grandes recursos así como trabajo de campo para determinar su situación, sin embargo para el presente estudio esto pudo ser observado en base a los diferentes recorridos de campo así como los sitios de vegetación levantados dentro del SAR y áreas solicitadas.

Resumen escenario sin proyecto

La tendencia de deterioro del sistema ambiental regional es lenta, pues en parte la propiedad privada o ejidal solo permite el acceso a los pobladores locales, por lo que se tiene con poco injerencia de población externa, así mismo el desarrollo de actividades primarias como ganadería, agricultura y minería son los trabajos más desarrollados, siendo la agricultura la de mayor preocupación pues se considera la apertura de áreas forestales a otras inducidas, el ganado presente ha provocado cambios en los ecosistemas, pasando de áreas de pastizales ampliamente distribuidos a matorrales, dado a una cantidad elevada de cabezas de ganado que puedan afectar

considerablemente los potreros del SAR. Cabe mencionar que estas actividades primarias no consideran en ningún momento la ejecución de medidas de mitigación que remedien o mitiguen los impactos ambientales, incluidas las actividades mineras previas a la promovente, sin embargo, al ser poca las actividades desarrolladas su deterioro se da de manera baja a regular y no es percibido en un corto tiempo a no ser que las actividades se incrementen de manera desordenada, tal como se presentó previamente en el apartado de pronósticos y transiciones para el año 2043, donde se asume que la agricultura siga ganando terreno y el ecosistema en este caso el pastizal pierda la mayor parte y en menor medida el matorral.

VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto

Dentro de este apartado se considera la ejecución del proyecto, pero sin llevar a cabo las medidas de mitigación y prevención.

Suelo: El proyecto contempla desmonte y despalme del área, lo que puede propiciar la pérdida de suelo tanto por acción del viento como por lluvia. Esto es por quedar el suelo expuesto a estos factores erosivos.

Por otra parte, el proyecto trae consigo variadas fuentes que pueden contaminar el suelo y aportar condiciones no favorables para el ecosistema como lo son una mala disposición de los residuos peligrosos o bien agentes químicos almacenados, así como aquellos derivados de los hidrocarburos como grasas, aceite, combustibles y lubricantes.

Dado a las actividades a desarrollar no es viable el establecimiento vegetal en los usos solicitados, por lo que el suelo será compactado y en gran medida perderá los nutrientes del suelo lo que imposibilita el restablecimiento vegetal en un futuro, sin mencionar la existencia de planchas de concreto o impermeables. La construcción de estructura que al momento no existen, lo que cambiara el relieve del lugar, implantando uno artificial, el cual compactara el suelo. Aun y cuando parte de la superficie cuente con áreas agrícolas, otra porción se considera como vegetación forestal, la cual cambiara a un uso completamente distinto al actual.

Con la ejecución del proyecto se modificará notablemente la estructura geológica en la zona destinada para tajo así como la instauración de tepetateras y presa de jales. Aunque la modificación es considerable, la superficie a afectar no considera un riesgo para el SAR.

Por otra parte, el proyecto contempla diferentes actividades que ponen en riesgo la calidad del suelo. Es de aclararse, que dicho riesgo es considerando una operación fuera de lo normal, desastres naturales o error humano, ya que se considera el uso de explosivos, combustibles y químicos que durante su traslado y manejo pudieran accidentalmente contaminar el suelo y modificar la calidad del mismo dentro del SAR.

Erosión hídrica. Actualmente la erosión hídrica es considerada como ligera, pues se cuenta con pendientes reducidas, bajas precipitaciones y con una continuidad vegetal regular, lo cual en base a los cálculos arroja como resultados una baja erosión. Sin embargo el retiro del estrato florístico modifica sustancialmente este rubro, púes se estima un cambio de erosión ligera a una de erosión alta, con lo que se perderá el suelo fértil de las áreas solicitadas, si no se aplican las diferentes medidas de mitigación, prevención o bien compensación de los impactos ambientales, lo que se traduce en una gran pérdida del suelo o impacto a este componente.

Erosión eólica. La ejecución del proyecto, contempla un incremento en cuanto a los impactos ambientales, no siendo la excepción para el componente del suelo en sentido de la erosión, pues la promovente solicita la remoción de vegetación la cual al retirar la capa vegetal su grado de erosión tiende a incrementarse considerablemente, pasando de una erosión moderada a un alta, en el sentido del presente numeral, se hace referencia a la ejecución del proyecto sin realizar alguna medida de mitigación, dicho lo anterior, el incremento de erosión es notorio aunque en menor medida que en la erosión hídrica.

El rango de erosión alta, puede ser apreciado dentro de las áreas del proyecto, las cuales no tendrán una variación importante en comparación con la actual, sin embargo la remoción de la vegetación en aquellas partes con erosión ligera si se contempla un incremento, elevando el nivel de erosión y sin la aplicación de medidas de mitigación el impacto permanecerá durante el desarrollo del proyecto.

Agua: con la ejecución del proyecto no se afectarán escorrentías de importancia que reduzca de manera considerable los escurrimientos superficiales aun y cuando estos sean catalogados como propiedad de la nación por parte de la CONAGUA, pues son escurrimientos intermitentes que solo llevan agua durante la temporada de lluvia, sin embargo si existirá cambios para los escurrimientos. En cuestión de la infiltración, se dejará de infiltrar parte del agua por la remoción vegetal dado a la instauración del proyecto, es importante tener en cuenta que cierta parte del proyecto se encuentra sobre áreas de uso agrícolas que ya ha deteriorado el terreno en cuestión de capacidad de infiltración.

Una mala disposición de los residuos, en especial los peligrosos son una fuente de contaminante capaz de inferir en la hidrología superficial, así como la subterránea. Sin embargo, el factor más relevante es el uso de agentes químicos que pueda ser almacenados como lo es el cianuro y que con el contacto con el recurso hídrico contaminen se vea contaminado, misma que dependerá de la cantidad derramada.

Con la remoción de la vegetación se mermará la cantidad de agua infiltrada e incrementaran los escurrimientos superficiales, además del arrastre de basura que afectara la calidad del agua.

En cuanto a la disponibilidad, desde un inicio, el planteamiento del proyecto tomó en cuenta el factor limitante agua. Por lo cual, el proceso fue diseñado para no requerir la apertura de nuevos pozos en la región, siendo el abastecimiento del agua inicialmente del agua de laboreo que surja al trabajar en la construcción del tajo. Sumado a lo anterior, se planea la construcción de un acueducto que conduzca las aguas residuales desde la ciudad de Hidalgo del Parral para su tratamiento adecuado y posterior uso dentro del proceso y otras actividades como riego de caminos (un proyecto futuro, no evaluado ni solicitado en la presente a MIA-R). Por último se pretende cambiar el uso de agua actualmente concesionada, el cual pasara de uno agrícola a industrial, aquí no se incrementa la demanda únicamente la modificación al uso.

Balance hídrico. La remoción vegetal permite al agua que precipita incrementar su potencial de infiltrarse hacia los mantos acuíferos, sin embargo las altas temperaturas y bajas precipitaciones limitan este proceso hídrico. Del total de agua que precipita se estima que poco más del 90% vuelve a la atmosfera por el proceso de evapotranspiración, otra porción escurre aguas abajo y el resto se infiltra, siendo menor al 1% del volumen total precipitado.

Aun y cuando el volumen infiltrado es bajo, el modificar la estructura que actualmente guarda el SAR, el grado de infiltración se reducirá, pues se incrementan los escurrimientos superficiales y al compactar las diferentes áreas solicitadas se evita que el agua pueda descender hacia el subsuelo. Si bien el ecosistema tiene capacidad para adaptarse a estos cambios, en donde el SAR contempla un bajo nivel de antropización o modificación en su entorno la perdida de recarga de agua será representativa y más si no se realizan prácticas de compensación, que aporten nuevas entradas de agua hacia los mantos freáticos.

Atmósfera: el proyecto, de manera inherente, generará emisiones de gases y partículas a la atmósfera, así como de ruido ambiental; lo anterior, debido al aumento del tránsito vehicular, el uso de equipo y/o maquinaría con motor de combustión interna y el movimiento de material. Es de considerar que el proyecto se ubica ligeramente al centro del SAR por lo cual las emisiones y partículas suspendidas se disiparan en las zonas aledañas, en cuanto a las localidades rurales no se considera una afectación directa, con excepción del uso de caminos de terracería para acceder al proyecto.

Los constantes trabajos en especial la construcción producirá ruido y estará presente en los alrededores inmediatos de la áreas solicitadas, así mismo las vibraciones aunque estas se presentara en espacios contiguos a la maquinaria o equipos pero su afección se da principalmente para el personal operativo, por ultimo tenemos los olores que suele jugar un papel cualitativo, pues dependerá de la percepción de los trabajadores o bien población en general la cual se presentara por la emisión de humos o polvos provenientes de los equipos de combustión interna y con un mal manejo por los residuos domésticos y mala disposición de aguas negras.

Con la ejecución del proyecto se promoverá la suspensión de partículas suspendidas de polvo derivado del tráfico de vehículos pesados y ligeros durante toda la vida útil del proyecto. Estos mismos vehículos son fuentes móviles de contaminación por ser equipos de combustión interna. El trasiego de material es considerado una fuente importante de polvos, así como los trabajos de voladuras y trituración principalmente, ya que esta última

actividad suele darse de manera prolongada. Estas partículas pueden ser transportadas por toda el área de influencia del proyecto para el caso de partículas menores, aunque las partículas más finas tienen el potencial de sobrepasar los límites del SAR.

Flora: la ejecución del proyecto contempla el desmonte del área, por lo cual la pérdida individuos de flora es inevitable, con una afectación de manera indirecta de los servicios ambientales que proveen las comunidades vegetales, entre las que destacan captura de carbono, generación de oxígeno, infiltración del agua hacia los mantos freáticos, retención de suelo, áreas de refugio, alimentación y reproducción para la fauna silvestre entre otros más, estos servicios serán disminuidos o afectados aun y cuando sea una superficie baja, siendo uno de los impactos más representativos del proyecto, aunado a ello la posible contaminación de agentes peligrosos, incubación de gases, polvos, malas prácticas ambientales pone en riesgo la vegetación colindante.

Pronóstico y transiciones en el Sistema Ambiental Cordero. El área del proyecto cuenta con **2,273.078 hectáreas** de las cuales **2,043.176** hectáreas requieren ejecutar el cambio de uso de suelo de terrenos forestales, esta superficie corresponde a vegetación secundaria de matorral y de pastizal natural, un total de **229.902** hectáreas corresponden a áreas desprovistas de vegetación, las cuales corresponden a áreas agrícolas de riego, áreas agrícolas de temporal, y caminos principales existentes, los caminos generados durante las etapas de exploración vigentes, serán contabilizados como superficies forestales.

Retomando la sección anterior, el pronóstico hacia el año 2043 por el método de Markov, estima que existían poco cambios o variaciones, en donde el incremento mayor se da para el uso de agricultura pero aun en baja escala, siendo los factores de agricultura tecnificada una limitante dado a su costo, sin embargo bajo ese ensenaría no fue contemplado el uso minero que se dará una con la ejecución del proyecto, el cual es de 2273.078 hectáreas, lo que afectara a los usos actuales. Bajo estas circunstancias, la remoción de vegetación sin aplicar las medidas de mitigación y prevención traerá consigo impactos directos e indirectos sobre el medio ambiente, siendo los componentes, de suelo, agua aire y biodiversidad los más afectadas, así como los servicios ambientales que prestan los ecosistemas como generación de oxígeno, captura de carbono por mencionar algunos.

Fauna: la ejecución del proyecto contempla el desmonte del área y por ende la reducción del área para alimentación y refugio de fauna silvestre, así mismo el paso continuo de vehículos así como ruidos continuos e inclusive permanentes propiciara a que la fauna silvestre se aleje de estos espacios y tenga que rodearlos, a fin de localizar nuevas brechas o corredores biológicos por los cuales transitar sin el temor o molestia de las actividades humanas.

En el supuesto de la contaminación del agua, la fauna silvestre puede verse afectada, incluso al grado de hacer perecer por el consumo de la misma si se encontrara contaminada, un atropello por el paso de vehículos es una situación que puede presentarse al exceder los límites de velocidad, así como permitir la cacería de las especies faunísticas.

Paisaje: atendiendo a este punto, la proyección de los escenarios de paisaje toma en cuenta los criterios utilizados para su valoración de impacto en el apartado correspondiente, los cuales fueron, principalmente, el cambio de belleza escénica y antropización que se pudiera ver mermado por alteraciones derivadas del proyecto. Como se mencionó en el escenario sin proyecto, el SAR no ha sido utilizado como potencial desarrollo turístico, por lo cual este aspecto no será afectado, sin embargo, eso no implica la no afectación pues se establecerán estructuras ajenas al lugar lo que causa una disminución del paisaje, a esto se deberá de sumar el ruido y polvos generados con el desarrollo de la actividad, movimiento de vehículos y maquinaria. Cabe mencionar que existen pocas localidades rurales en las cercanías y el tráfico suele ser local al ser propiedad privada o ejidal, loque reduce a un impacto visual reducido, sin embargo, se espera exista una afectación en cuanto a la visibilidad que al ser una región plana con bajos lomeríos, las actividades pueden ser apreciadas a distancia.

Estatus cultural y Humano: este componente en comparación con el resto evaluado tiende a ser positivo en la mayoría de factores evaluados, pues el proyecto traerá consigo una cantidad de empleos directos e indirectos que pueden ser tomados por los habitantes de las localidades cercanas, se estima que el acumulado de obra

llegará a su máximo en la Fase 3, con un total de **995 empleos directos** y considerando cifras de CAMIMEX, se llegaría un estimado de **3,980 empleos indirectos**, lo cual se reflejara en más oportunidades de empleo y bienestar para sus familias. Si bien es cierto, la cantidad de empleos será moderada pues existen pocas localidades que se localicen cerca del proyecto, sin embargo todo empleado contara con las prestaciones de seguridad social establecidas en la normatividad aplicable. Dentro del SAR no existen actividades económicas diversas, por lo que un proyecto de este giro ayuda a diversificar las opciones de bienestar, así mismo será necesario la contratación o prestación de servicios que no son ejecutados por la promovente y que serán ejecutados por las localidades cercanas como comedor, restaurantes, hospedaje des ponchados entre otros.

Uno de los puntos pocas veces valorados es la seguridad operacional que trabajara en el proyecto, aun y cuando no se considera una afectación bajo una operación normal, es conocido que existen situaciones de bajo riesgo que en una recurrente y prolongada exposición puede mermar la salud, como lo es el ruido, polvos, humo, trabajos repetitivos, condiciones inadecuadas etc., así mismo existen situaciones adversas referidas a los accidentes que pueden generar incapacidades, daños en extremidades principalmente o afectaciones de consideración inclusive provocar la muerte.

Otro factor importante en tener en cuenta es el potencial riesgo poblacional y ambiental que el aumento de tráfico de vehículos para acceder al proyecto o bien el uso de sustancias cianuradas, explosivos y combustibles pueden propiciar, sobre todo en la zona delimitada como área de influencia.

Antropización. Las ares solicitadas se catalogan actualmente como parcialmente y medianamente modificadas, siendo una categoría baja en cuanto a transformación la transformación que el ser humano ejerce sobre el medio, ya sea sobre el biotipo o la biomasa, cabe mencionar que esta categoría no suele estar presente en los ecosistemas, pues el crecimiento de las ciudades, demanda de recursos naturales o bien cambio de uso de suelo en especial la agricultura tiende a modificar estos valores a otros más perturbados o modificados, sin embargo en el SAR existe una baja diversificación de usos, siendo los naturales los de mayor relevancia pues la ganadería extensiva es la practica empleada con mayor intensidad que si bien tiene un cambio en la estructura vegetal por el sobrepastoreo, los servicios ambientales pueden seguir llevándose a cabo, se estima que los rangos de parcialmente y medianamente modificado en cuanto a las áreas solicitadas cambien a altamente modificado.

El proyecto en base a la superficie requerida será precursor de una dinámica de cambio, que sin la aplicación de las medidas de control adecuadas puede extenderse más allá de los limites solicitados, pues una deficiente o nula supervisión ambiental es factor clave para establecer la delimitación de los polígonos autorizados.

Índice de impacto antropogénico (IIA) . Bajo el contexto natural, tenemos que el IIA, considera a la fecha un valor de bajo a moderado, esto en virtud a que existen pocas actividades que modifiquen la estructura natural del ecosistema, así mismo la propiedad privada y ejidal limita el acceso a personas ajenas, inclusive las modificaciones naturales como incendios no suelen ser comunes, lo que permite que de manera natural y antrópica las modificaciones en el índice de impacto sean reducidas.

El cambio por la ejecución del proyecto se estima que pasen de bajo a medio hacia una de media a alta, estas modificaciones no pueden ser mitigadas en gran medida durante la operación, pues es necesario contar con las diferentes superficies para lograr un adecuado funcionamiento, su reversibilidad se dará principalmente al término de la vida útil y reconformación de un área impactada por una natural.

Resumen del proyecto sin ejecución de obras de conservación o mitigación

Los cambios potenciales que se pueden presentar con el desarrollo del proyecto son variados y diversos, por un lado tenemos un incremento en los niveles o grados de erosión eólica e hídrica, el balance hídrico se verá modificado, pues la cantidad de agua infiltrada se reducirá y los escurrimientos superficiales incrementaran en comparación con el estado actual, la calidad de agua pueda verse afectada derivado a un mal manejo de los residuos o agentes químicos como combustibles, para el componente flora tenemos al reducción de los usos actuales y la inclusión de uno nuevo (minero), el cual cambiara la condición del lugar como lo es la antropización y índice de impacto antrópico los cuales cuentan con valores bajos y su tendencia al cambio es a un nivel alto.

La creación del proyecto sin el desarrollo de las medidas de mitigación y una supervisión ambiental interna y externa repercute de manera adversa y de manera significativa, pues todo proyecto traerá consigo una serie de impactos ambientales, que en su mayoría serán adversos. En este caso la remoción de la vegetación es uno de los principales pues se afecta indirectamente otros como suelo, agua, aire, fauna y paisaje etc.

La cuestión del manejo inadecuado de los residuos y agentes químicos es un tema de preocupación, pues el descontrol y falta de supervisión trae consigo la contaminación del suelo y agua, pero para el caso del cianuro puede llegar a afectar a los trabajadores y medio ambiente.

La autorización del proyecto sin la ejecución de las medidas de mitigación planteadas, así como la normatividad vigente, no viable a ser desarrollada, sin embargo, la promovente se compromete a dar un cabal seguimiento en apoyo de personal interno y supervisión externa que garantice su cumplimiento.

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

El escenario ambiental actual se visualiza como compatible, con el uso del suelo actual del área del proyecto. Las medidas planteadas son consideradas para equilibrar la condición actual del entorno en el que interactuará el proyecto. Las acciones consideradas para el manejo de la fauna y la flora del sitio, permiten su continuidad y evolución natural, así como los diferentes programas a ejecutar en favor del suelo, agua, riesgo, aire, residuos etc.

A continuación, se hace una descripción de los escenarios considerando las medidas de mitigación:

Suelo: aplicando las medidas propuestas, las cuales están encaminadas a evitar, mitigar y compensar la afectación a partir de la ejecución del proyecto, se estima que en cuestión del factor suelo se va a prevenir la degradación gradual del suelo en la cual se proponen una serie de medidas que previenen el daño al componente suelo dentro de las áreas solicitadas, las cuales se describen a continuación:

Posterior a la actividad de desmonte se acopiará el suelo fértil para ser usando en la etapa de cierre, para acelerar el proceso de revegetación con especies nativas buscando el establecimiento vegetal o bien empelarlo para restaurar áreas degradada dentro del SAR. Se tiene la posibilidad de generar composta con los residuos vegetales, producto del área de comedor a fin de emplearlo y producir especies en el vivero planteado o bien en las actividades de reforestación en áreas contiguas fragmentadas. Cabe mencionar que los residuos vegetales como ramas o arbustos serán triturados y esparcidos como mejoradores de suelos en espacios con baja cobertura vegetal o en actividades de restauración.

El uso de letrinas portátiles será empleado en los frentes de trabajo a fin de evitar la contaminación del suelo evitando afectaciones en el SAR. Los accidentes son situaciones que no pueden evitarse por completo aun y cuando se realicen mantenimientos preventivos, deductivos y correctivos, por lo que el derrame accidental de residuos como aceites, grasas combustibles entre otras pueden llegar a presentarse, sin embargo en cuanto este sea detectado se aplicara el programa de suelos contaminados, recolectando el material afectado y mandado al almacén temporal de residuos peligrosos para su posterior disposición final por una empresa acreditada, en casos de derrames mayores se restaurara el sitio conforme a la normatividad ambiental aplicable, buscando que el SAR no se vea afectado por este rubro de manera indirecta por la ejecución del proyecto.

Para el caso de los depósitos de material que puedan ser arrastrados, se colocara un canaleta o cuneta alrededor, evitando que las precipitaciones arrastren este material aguas abajo propiciando la erosión de los suelos, con ello se canalizaran las aguas de lluvia sin que se tenga afectación. Con la pretendida reforestación, en espacios degradados, se propiciará el establecimiento vegetal y por ende la retención de los suelos, evitando la erosión del sistema ambiental regional y mejorando su condición actual, el cual pretende ser una medida compensatoria.

El manejo y disposición de los diversos tipos de residuos que serán generados debido a las actividades del proyecto desde el inicio, estarán sujetas a un programa interno de control y manipulación, así como los planes particulares que establece la normatividad en materia de residuos peligrosos, así como mantenimiento preventivo y chequeo a la maquinaria y vehículos utilizados en el proyecto con el fin de evitar o minimizar las

probabilidades de que ocurra algún incidente de fuga o derrame que pudiese ocasionar contaminación de suelo o cuerpos de agua.

Las actividades que se llevarán a cabo para la prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales eviten la erosión del suelo y favorezcan a la recarga de los mantos freáticos que se encuentran en la zona, así mismo se preservará al ecosistema de procesos de fragmentación en las áreas sujetas a cambio de uso de suelo o afectaciones ambientales que se deriven de las actividades del proyecto.

Se prevé que los efectos en el área debido a la realización del proyecto y sus impactos hacia la cobertura vegetal serán reversibles en virtud que la alteración que se producirá podría ser asimilada por el medio ambiente de un mediano a largo plazo.

El impacto a la geomorfología es difícil de mitigar, pues aun y cuando se realicen labores de restauración al final de la vida útil del proyecto, no es factible rellenar el tajo y dejarlo en condiciones parecidas antes de la ejecución del mismo, pasa de igual forma con las tepetateras y presa de jales, por lo cual se pueden considerar impactos residuales. Debido a lo anterior, no se consideran medidas de mitigación para devolver las áreas anteriormente mencionadas a condiciones iniciales. Sin embargo, sí se proponen algunas de carácter atenuante, entre las que destaca la reforestación cuando el terreno así lo permita.

Para el tajo, las medidas consisten en brindar a sus paredes estabilidad con la finalidad de prevenir derrumbes que causen la expansión no controlada y fortuita del mismo. Por su parte, en la tepetatera y presa de jales la medida de minimización de impacto consiste en la suavización de los taludes al término de su vida útil, con la finalidad de que brinden la mayor estabilidad posible, evitando movimientos de masa, así como para disminuir el riesgo de erosión.

Con todas las consideraciones anteriormente mencionadas, derivadas de las medidas contempladas, se puede concluir que, no se pondrá en riesgo el sub factor suelo dentro del SAR. Si bien es cierto, se considera desmonte y despalme, la vegetación no será desmontada de manera contundente o completa y en ningún momento quedara desnudo por un tiempo prolongado, el cual propicia a ser erosionado, ya que los diferentes usos que se proponen llevan acciones que compensan en gran medida dicha desnudes, tal es el caso del sellamiento, el cubrimiento con otros materiales o infraestructura, aunado a ello el desmonte será paulatino y programado conforme se vallan requiriendo espacios para trabajar. No obstante, se ejecutarán diferentes obras de conservación de suelo con la finalidad de compensar el suelo que llegue a ser arrastrado aguas abajo con una capacidad de retención superior a la que se perderá. El incremento de la erosión en las áreas solicitadas no podrá ser revertido, si no hasta la etapa de abandono del proyecto, sin embargo la creación de diferentes obras de conservación del suelo distribuida dentro del SAR, mejoraran la condición y prevendrán aquellos espacios degradados fuera de la actividad minera, lo anterior refiere a que se recuperara el suelo que se perderá por llevar a cabo el cambio de uso de uso de suelo en áreas contiguas al proyecto.

Erosión hídrica. Actualmente la erosión hídrica es considerada como ligera y pasara a un moderada - alta con la ejecución del cambio de uso de suelo, pero al aplicar las medidas de mitigación y prevención propuestas este valor no pretende sea reducido en gran medida, sin embargo si compensara la erosión hídrica que se perderá con el desmonte y un poco más a fin de mejorar la condición de SAR donde el proyecto tiene injerencia.

Erosión eólica. Los cambios de erosión eólica que actualmente presentan son de moderada a alta y esta se incrementara en gran parte de la superficie solicitada a alta aunque con espacios moderados, para mitigar estos impactos, igual que su antecesor (erosión hídrica), se plantean una serie de medidas de mitigación y compensación dentro del SAR y em parte fuera del arrea solicitada, dado a que no es posible la implementación de obras de conservación de suelo en espacios donde se desarrollaran diferentes actividades, pero si dentro del SAR a fon de reducir el impacto de erosión.

La ejecución del proyecto, contempla un incremento en cuanto a los impactos ambientales, no siendo la excepción para el componente del suelo en sentido de la erosión, pues la promovente solicita la remoción de vegetación la cual al retirar la capa vegetal su grado de erosión tiende a incrementarse considerablemente, pasando de una erosión ligera a moderada a un alta, en el sentido del presente numeral, se hace referencia a la

ejecución del proyecto sin realizar alguna medida de mitigación, dicho lo anterior, el incremento de erosión es notorio aunque en menor medida que en la erosión hídrica.

El rango de erosión alta, puede ser apreciado dentro de las áreas del proyecto, las cuales no tendrán una variación importante en comparación con la actual, sin embargo la remoción de la vegetación en aquellas partes con erosión ligera si se contempla un incremento, elevando el nivel de erosión y sin la aplicación de medidas de mitigación el impacto permanecerá durante el desarrollo del proyecto.

Agua: aplicando las medidas propuestas, las cuales están encaminadas a evitar, mitigar y compensar la afectación a partir de la ejecución del proyecto, se proyecta que en cuestión de escorrentías no existirá una afectación de gran magnitud, por lo cual de manera puntual se atenderá realizando canaletas y pequeñas obras de drenaje para direccionar dichos escurrimientos, así mismo solicitar y apegarse a las disposiciones de CONAGUA, puesto que ciertas actividades tienen injerencia sobre arroyos pertenecientes a la nación, los cuales son de bajos ordenes

Con la recuperación, almacenamiento y conservación del suelo fértil proveniente de las áreas de ocupación del proyecto, reducirá la disponibilidad de que el material pueda ser arrastrado al lecho de los escurrimientos mayores y arroyos que se encuentren cerca aun y cuando las precipitaciones son bajas.

Iniciando las etapas de preparación del sitio y durante el avance de la conformación del terreno, al momento de retirar la vegetación, la acción se realizará de forma programada, progresiva y direccionalmente, con esto se evitará la exposición del terreno innecesaria y su efecto en el incremento de la velocidad del flujo de los escurrimientos en temporadas de lluvias.

El promovente evitará la obstrucción de arroyos y escurrimientos en todas sus etapas, asociado a estas actividades la promovente propone la elaboración de obras mecánicas que favorecerán la infiltración de agua.

Se realizará monitoreo continuo de calidad de las aguas: subterráneas, de proceso, residual industrial y sanitaria. Los análisis serán realizados de manera interna semanal y mensualmente, por otro lado a través de un laboratorio externo acreditado y aprobado de manera cuatrimestral y semestralmente según corresponda en cumplimiento con la normatividad aplicable.

Se contará con el almacenamiento de los residuos conforme a la normatividad aplicable, evitando siempre el contacto de estas sustancias con características CRETIB con el agua, así como contenedores con tapa. Para el caso de los vehículos, maquinara y equipos se realizarán revisiones visuales previa a su utilización a fin de corroborar que no existen derrames o fugas de grasas, aceite, lubricantes, combustibles, etc.

Se contará con una planta de tratamiento de agua residual, la cual eliminará aquellas compuestos o agregados que puedan afectar el ambiente, esta agua podrá ser empleada para el riego de caminos. También se considera la instalaran baños o letrinas portátiles en los frentes de trabajo, a fin de evitar el fecalismo al aire libre y ser fuente contaminante del agua.

Considerando que el escenario en materia de agua es poco favorable en regiones desérticas, este sub factor fue atendido de manera directa con medidas adecuadas y factibles para reducir al mínimo el impacto al mismo. En cuestión de la afectación a escorrentías, se realizarán obras pequeñas y medianas para respetar a la medida de lo posible los cauces naturales, dichas obras son canaletas a los lados de caminos y obras de drenaje pluvial en zonas donde se detecte sean cauces con capacidad de crecimiento en temporada de lluvias.

Por último y posiblemente el impacto de mayor repercusión es el empleo del agua para llevar a cabo el proceso de beneficio, si bien es cierto que el recurso hídrico necesario es elevado, pocas veces es valorado como un circuito cerrado, es decir que el agua que entra en el proceso en ningún momento puede ser perdido por alguna fuga o derrame, esto se debe a que comúnmente es sobre esta solución que en combinación con el agua, se encuentra el mineral de interés. Únicamente el agua que se evapora es perdida y por ende debe de ser recuperada de las fuentes de abastecimiento de agua, que en primer lugar será el uso del agua de laboreo. Cabe mencionar

que la presa de jales forma parte de este circuito cerrado y la recuperación de posible mineral y agua no permite fallas o fugas en su proceso, que a su vez se evita la contaminación del suelo y agua por el uso de las soluciones cianuradas.

En el proyecto se contará con un Plan de custodia y protección del agua avalado por un tercero en la materia el cual incluye todas las medidas de prevención y control mencionadas anteriormente. Este plan se actualizará en las diferentes etapas de proyecto, dicho plan contará con indicadores de eficiencia que será comunicados a partes interesadas tal es el caso autoridades federales, estatales y municipales, así como comunidad aledaña al Proyecto Cordero.

Una vez que haya concluido el proyecto se dará inicio al programa de restauración ambiental, con este se evitará que permanezcan áreas del terreno expuestas en zonas de erosión y el aporte de sedimentos a los cuerpos de agua. Una vez que se realice la restauración de las áreas afectadas por el desarrollo del proyecto, se favorecerá que se incremente la infiltración del agua superficial y disminuya su efecto erosivo asociado en áreas sin vegetación.

En materia de calidad de agua se tienen contempladas una serie de medidas que ayudaran a mayor control sobre los procesos que puedan tener una afectación negativa, dichas medidas llevarán un seguimiento en todas las etapas del proyecto con la finalidad de que sean progresivas. Los monitoreos de calidad de agua propuestos ayudaran a no perder de perspectiva este tema y poder tomar acciones si se presentará alguna anomalía.

Balance hídrico. El balance de agua, una vez ejecutado el proyecto pretende ser modificado pues se infiltrara una menor cantidad e incrementara el escurrimiento superficial, aunado a ello el empleo de agua de laboreo para el beneficio de minerales afectara la disponibilidad del agua en los mantos freáticos, sin embargo la promovente busca en todo momento una armonía en este sentido, para el caso del desmonte y perdida de infiltración se ejecutarán diferentes obras de conservación de agua que ayudaran a infiltrar una mayor cantidad de la que se perderá por la remoción de la vegetación y que a su vez sirven para mitigar la erosión provocada. Por otro lado, el uso del agua de laboreo pretende ser eficientizada, pues se contará con un circuito cerrado el cual evita fugas y mejora la recirculación de este recurso para someterlo nuevamente el proceso, siendo el agua que se evapora la única que se perderá, cabe mencionar que en etapas posteriores se plantea el uso del agua tratada de la ciudad de Hidalgo del Parral como opción a fin de reutilizar estas aguas y reducir la de laboreo. Estas acciones permiten al SAR mantenerse en un equilibrio entre el proyecto y el medio natural.

Atmósfera: la contaminación atmosférica por polvos es un impacto complicado de controlar, sin embargo, se proponen diferentes medidas que ayudan a disminuir la generación de polvos sobre todo en la temporada de estiaje, como riego de caminos, lonas en el traslado de material y límites de velocidad, que, si bien no logran contrarrestar totalmente este impacto, si logran reducirlo.

Teniendo detectado las principales afectaciones que este sub factor podría presentar y aplicando las medidas propuestas, las cuales están encaminadas a evitar, mitigar y compensar la afectación a partir de la ejecución del proyecto, fue necesario preparar diferentes acciones, como lo son el riego de caminos y áreas de tránsito, esto con la finalidad de evitar la dispersión de polvos al ambiente, así mismo aquellos camiones o vehículos que transporte materiales de construcción contaran con lonas el cual combinado con el establecimiento de límites y control de velocidad disminuirá el polvo dispersado a la atmosfera y que sea arrastrado por las corrientes de viento.

Para evitar que alguna área del terreno donde se pretenden realizar los trabajos quede expuesta, el desmonte se realizara de realizar de manera programada, progresiva y direccionalmente, tal como se ha descrito en las medidas de mitigación del presente documento.

El suelo fértil que se removerá de las áreas que se pretenden ocupar será confinado en un sitio especial con la finalidad de ser utilizadas en las labores de restauración que se llevaran a cabo en las áreas afectadas, así mismo con estas acciones se evitará que el suelo removido se disperse en el aire. De igual manera se mantendrá la vegetación adyacente al proyecto con el objeto de que esta misma forme una cortina que amortigüe la dispersión de partículas.

El mantenimiento adecuado conforme a las recomendaciones del fabricante serán un punto de consideración, pues con ello se evita la generación de humos o vapores contaminantes mayor a lo que deberían de generar bajo una operación normal, también se considerara el monitoreo de escapes a los vehículos a fin de conocer la tendencia y en caso de sobre pasar los límites máximos permisibles se someterán a mantenimiento inmediato a fin de reducir los niveles de emisión, para el caso de fuentes fijas también serán monitoreadas de manera recurrente.

Una forma de monitoreos, es realizar los estudios de PST, PM10 y PM2.5 para conocer el grado de impacto de la promovente que al ser comparadas con diferentes periodos de tiempo se puede conocer si el impacto por emisiones se ha incrementado, en caso de ser así se aplicaran medidas adiciónalas a fin de reducir las fuentes de contaminación y generación.

Es importante mencionar que en el SAR se presentan vientos constantes que ayudan a disipar con rapidez los polvos y otros contaminantes. Sumado a lo anterior, no se cuenta con localidades cercanas al proyecto que pudieran verse afectadas, y el personal que este en frentes de trabajo donde se genere alta densidad de polvos deberán portar su equipo de protección personal.

Por todo lo anterior, podemos deducir que, si bien los contaminantes atmosféricos generados durante la vida útil del proyecto no pueden ser contrarrestado en su totalidad, con las medidas propuestas, si se logra atenuar el impacto y evitar un riesgo al personal, comunidades o el ambiente dentro del SAR.

Flora: considerando que el sub factor flora recibe impactos derivados de disminución de cobertura y pérdida de individuos, las medidas propuestas consideran revertir en la medida de lo posible estos impactos. Principalmente el recate de flora y las reforestaciones con especies nativas en zonas degradadas dentro del SAR y en áreas que se vayan cerrando parcialmente, buscan disminuir la afectación a especies protegidas y restaurar espacios donde se favorezca la sucesión ecológica natural.

Como se mencionó anteriormente, las especies de flora que serán afectadas por la actividad de desmonte están representadas ampliamente en el SAR y en la región. Sin embargo, se tienen consideradas una serie de medidas de mitigación que ayuden a proteger la flora aledaña al proyecto y con esto impedir una afectación más extensa de la contemplada. De igual forma, con estas medidas, se busca llevar la restauración del área al final de la vida útil del proyecto, lo anterior con la finalidad de propiciar condiciones adecuadas para fomentar la rápida sucesión ecológica hacia condiciones lo más similar al ecosistema circundante. Debido a lo anterior, se pronostica un escenario donde las poblaciones de flora continúen con buena distribución y vigorosidad.

En primera instancia se consideró el uso de área agrícola, con el fin de que la afectación a la vegetación fuera menor, aquí se instauraran aquellos servicios u obras complementarias para el desarrollo adecuado del proyecto, reduciendo considerablemente el impacto al ambiente.

Una de las actividades a realizar, es la construcción de un vivero, en el cual se reproducirán especies de la región fin de mejorar hábitats degradados, compensando los servicios ambientales que fueron perdidos por el desarrollo proyecto y sobre todo por las actividades de desmonte.

Se plantea realizar un rescate de especies normadas, así como de interés ecológico, beneficiando aquellos individuos susceptibles o catalogados en algún estatus de riesgo evitando la disminución de sus poblaciones.

Se realizará un monitoreo de biodiversidad, con sitios de monitoreo continuos dentro del sistema ambiental regional, a fin de conocer las tendencias de incremento o bien afectaciones que se puedan, a fin de tomar medidas pertinentes. Cabe mencionar que se contara con una brigada contra incendios forestales, las cuales estarán capacitados y con el equipo adecuado para apoyar en caso de ser necesario la degradación por estas situaciones adversas.

Por último, es importante mencionar que se realizara una restauración o cierre, en el cual se realizaran prácticas de reforestación en las áreas afectadas, con el fin de devolver al sitio a una condición similar a la actual.

Fauna: las medidas propuestas para la protección de la fauna están pensadas para minimizar el riesgo de que cualquier individuo sufra daño antes, durante y después de la ejecución del proyecto, por lo cual la exclusión de áreas de trabajo, el rescate constante de individuos en las inmediaciones del proyecto, así como el mejoramiento del hábitat circundante por medio de bebederos y obras de suelo son algunas acciones de alto impacto positivo sobre la fauna.

Previo a cualquier actividad, se plantea ejecutar el programa de rescate y ahuyentamiento de especies faunísticas, dando prioridad a las de lento desplazamiento, pues estas son las más susceptibles a ser afectadas por la actividad de desmonte y despalme, las especies a ahuyentar y en última instancia rescatar – reubicar son todas, sin importar si se encuentran listadas o no en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Sumado a lo anterior, con los programas de monitoreo de biodiversidad se podrá detectar si existen cambios en las poblaciones locales, permitiendo así tomar decisiones oportunas para reducir cualquier impacto no previsto.

Se establecerán comederos y bebederos para la fauna silvestre a fin de apoyarlos sobre todo en épocas de secas donde el alimento y el agua es más escaso, así mismo se evita el desplazamiento de la fauna por actividades del proyecto. La promovente dentro de sus políticas, tiene estrictamente prohibido el daño a la fauna silvestre, aunado a ellos se capacitará en temas ambientales a los trabajadores a fin de conservar la biodiversidad de la región.

Paisaje: el paisaje es una condición que una vez alterado, es difícil de revertir. Sin embargo, las medidas de mitigación que ayudan a mejorar el impacto visual que genera el proyecto son aplicadas en la etapa de abandono, donde, a raíz del retiro de infraestructura y acciones de restauración y reforestación, el lugar, paulatinamente irá recuperando un estado más integral con el ecosistema circundante, que incluso podrá ser mejor al actual. El cual en gran parte a perdido las especies prioritarias para dar paso a malezas provocado por las actividades ganaderas, así como recuperar aquellos espacios que al momento se cuenta con espacios agrícolas en el área solicitada.

Cabe mencionar que existen obras que modificaran el relieve como la tepetatera, presa de jales y tajos, sin embargo solo este último será considerado como un impacto residual hacia el paisaje ya que se dejara una oquedad o depresión de consideración, mientras que las otras dos aun y cuando modifique el relieve, es viable a instaurarse vegetación natural, por lo que en un mediano a largo plazo no puede ser perceptible a la vista simple.

Actualmente el SAR incluido el área del proyecto cuentan con una fragilidad paisajística baja a moderada, esto por el cambio de uso de suelo que se llevó a cabo para el establecimiento de parcelas agrícolas, aunque se presentan en baja medida, por lo que parte del impacto visual ha sido afectado por lo que el establecimiento de este proyecto si incrementara el impacto visual y es prácticamente hasta la etapa de abandono del sitio en que se verá beneficiado.

Como medida adicional, se considera la restauración de espacios degradados o en tendencia, a fin de mejorar el hábitat dentro del SAR, aunque no sea dentro del el área del proyecto, esto como medida de compensación.

Estatus cultura y Humano: aplicando las medidas de mitigación propuestas, se espera que no exista un riesgo para las poblaciones cercanas, se llevará a cabo verificaciones de calidad de aire y se mantendrá un puente de comunicación abierto para atender cualquier afectación social, económica o ambiental que no se allá podido visualizar en el presente trabajo. Por lo tanto, se espera que la ejecución del proyecto sea positiva para la región.

Se contará con un departamento de relaciones comunitarias, el cual llevar a cabo diferentes medidas o acciones a fin de favorecer y dar prioridad a las comunidades cercanas. Se dará la oportunidad de emplearse a los pobladores de las localidades adyacentes teniendo un salario bien remunerado y estable que satisface las necesidades básicas por completo, donde el acceso a una atención medica cambia radicalmente para el personal contratado y por ende inscritos bajo algún programa de salud para ellos y su familia.

En un inicio se plantea la necesidad de adquirir bienes y servicios que en su mayoría serán foráneos, sobre todo provenientes de las grandes ciudades, pero con el paso del tiempo al observar una oportunidad de vender sus servicios los pobladores comenzarán a tener una relación directa e indirecta con el proyecto, que proyecta la

apertura o bien una ampliación y mejora en los restaurantes, hoteles, talleres de reparación automotriz, farmacias, tiendas de abarrotes y tiendas de autoservicio, renta de casas, servicios especializados entre otras, lo anterior considerado como un detonante para activar la economía local.

Empresa socialmente responsable. Aunado lo anterior, la promovente cuenta con un sistema de estándares de sostenibilidad (SMS), identifica sus partes interesadas y mantiene constante comunicación, esto como parte de las acciones como Empresa Socialmente Responsable (ESR). A continuación se presenta de manera general las estrategias a emplear

PROGRAMA ESR Proyecto Cordero

I. Estrategia.- Identificar y atender los impactos que generan riesgos ambientales en agua, aire, suelo y en Disminuir o mitigar los posibles riesgos ambientales generados de las actividades propias del Proyecto.

Acciones:

1. Realizar los estudios y seguimientos pertinentes en materia de riesgos en los elementos de aire, agua, suelo y energía.
2. Otorgar seguimiento a los estudios con indicadores y métricas especificadas por la Normatividad vigente en México.
3. Implementar las medidas de mitigación pertinentes a los impactos generados según lo marca la normatividad vigente más allá de lo especificado por las autoridades de forma expresa en la Evaluación de Impacto Ambiental y el Cambio de Uso del Suelo, entre otros.

II. Estrategia.- Atención especial al cuidado, ahorro y protección del agua.

Acciones:

1. Programa de Custodia y Protección del agua en todas las fases del proyecto.
2. Asegurar que el personal del Proyecto Codero, visitantes y proveedores de bienes y servicio cumplan con las indicaciones contemplados en el numeral anterior.
3. Actuar a nivel de comunidades, en coordinación con el gobierno de estado para promover el uso eficiente del agua en el hogar, la industria y actividades agropecuarias.
4. Mantener una coordinación continua con el programa de Difusión y Comunicación, para informar al público en general sobre las actividades y resultados contemplados en Programa de Custodia y Protección del Agua.

III. Estrategia.- Identificar y atender los impactos que generan riesgos ambientales en materia de biodiversidad.

Acciones:

1. Identificar las especies de flora y fauna silvestre presentes en la zona, con especial énfasis en aquellas especies o poblaciones enlistadas en riesgo según la NOM-059- SEMARNAT-2010 para su correcto manejo.
2. Identificar hábitats prioritarios o refugios de fauna de las especies enlistadas en el numeral anterior, a fin de generar las acciones pertinentes para su cuidado y protección.

IV. Estrategia.- Cumplimiento de las especificaciones emanadas por las instancias oficiales.

Acciones

1. Dar cumplimiento en tiempo y forma a las especificaciones que marquen los estudios ambientales entregados oficialmente por Proyecto Cordero a las instancias gubernamentales (Evaluación de Impacto Ambiental, Cambios de Uso del Suelo y otros).

Se considera que la ejecución del Proyecto Cordero, traerá beneficios sociales y persigue desarrollarse en armonía con la sociedad, esto reforzado con las estrategias indicadas con anterioridad.

Resumen del proyecto con la ejecución de obras de conservación o mitigación

Aun y cuando se desarrollen las medidas de mitigación, el proyecto representa ser un impacto adverso, pero esto es algo que sucede casi con cualquier proyecto o actividad, que pretenda cambiar al uso de suelo, de uno natural a uno inducido, sin embargo, el grado o magnitud que representa disminuye considerablemente dando una viabilidad, técnica, económica y ambiental la cual garantice su operación, los impactos son muy puntuales, mismos que pueden ser compensado con las medidas planteadas en el plan de manejo ambiental, así como otras disposiciones normativas, aunado a ello se propone la contratación de un supervisor ambiental externo el cual valide los informes, estudio, medidas de mitigación implementadas que no forme parte de la empresa a fin de complementar la parte de supervisión, misma que es de gran relevancia para el desarrollo de cualquier proyecto.

Por lo descrito con anterioridad, el proyecto pretende realizar una serie de programas y obras con el fin de eliminar, reducir, minimizar o en su caso compensar los impactos generados por el desarrollo de las actividades, con la finalidad de mantener la calidad del Sistema Ambiental Regional, asi mismo se buscara en la medida posible el buscar ciertas certificaciones o estándares los cuales se enumeran a continuación.

- Programas de rescate de flora y fauna
- Monitoreo de Agua
- Monitoreo de Aire
- Programa de conservación y restauración de suelos.
- Programas de mantenimiento preventivo a maquinaria y equipos
- Monitoreo de biodiversidad (acuática y terrestre)
- Programa de capacitación ambiental
- Supervisión ambiental externa
- Programas de reforestación, etc.
- Certificación como empresa socialmente responsable (ESR)
- Certificación como empresa segura ante la STPS
- Certificación como Industrial Limpia ante PROFEPA
- Sistema de gestión ambiental basado en ISO14001:2015
- Sistema de gestión de seguridad basado en ISO45001:
- Certificación como "Great place to work" o "Gran lugar para trabajar" en español.

Sumado a lo anterior y tal como se menciona dentro del capítulo VI denominado "Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales", se cuenta con cada aspecto que deberá de seguirse dentro del programa de vigilancia ambiental para dar el cumplimiento ambiental requerido para asegurar la sustentabilidad del proyecto.

VII.4 Pronóstico ambiental.

En base al pronóstico ambiental, se busca predecir las características futuras del ambiente bajo el supuesto del desarrollo del proyecto y como sus diferentes medidas de mitigación y prevención pueden dar viabilidad al proyecto. A continuación, se presenta un resumen general de la condición que guarda el lugar, así mismo bajo el segundo supuesto de describir su escenario con el proyecto pero sin efectuar medidas de mitigación y por último uno con la ejecución del proyecto, pero con las medidas de mitigación. Estos serán presentados por componente ambiental.

Tabla 1.1 Vinculación de los capítulos anteriores con el actual

Vinculación de los capítulos anteriores con el actual	
Sección	**Nombre del capitulo**
Descripción y análisis del escenario sin proyecto.	Capítulo IV Descripción del sistema ambiental regional (SAR) y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región.
Descripción y análisis del escenario con proyecto (sin medidas de mitigación)	Capítulo V Identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional.
Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección.	Capítulo VI Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional

Dicho lo anterior es dentro de los diferentes capítulos en donde se abordan temas de relevancia, a fin de que la autoridad evaluadora tenga los elementos suficientes y pueda dictaminar de la mejor manera el desarrollo y viabilidad de cualquier proyecto, siendo el capítulo IV, el que permite conocer el estado actual o base del SAR, el capítulo V permite conocer los impactos ambientales que se darán por el desarrollo del proyecto sin alguna medida de mitigación y el capítulo VI referente a las medidas de mitigación que pueden establecerse en el proyecto, haciendo referencia únicamente a aquellas que pueden tener un impacto benéfico de mayor relevancia, estos tres capítulos tienen una alta correlación con las secciones de este capítulo VII, las cuales se presentan a continuación.

Tabla 1.2 Vinculación de los capítulos anteriores con el actual

Vinculación de los capítulos anteriores con el actual				
Componente ambiental	**Factor ambiental**	**Descripción y análisis del escenario sin proyecto.**	**Descripción y análisis del escenario con proyecto (sin medidas de mitigación)**	**Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección.**
Suelo	Erosión hídrica	Ligera	Alta	Moderada a alta, con compensación al 100% Acciones Obras de conservación de suelo dentro del SAR La compactación y riego de áreas limita la erosión
	Erosión eólica	Moderada y alta	Alta	Moderada a alta, con compensación al 100% Acciones

				Obras de conservación de suelo dentro del SAR La compactación y riego de áreas limita la erosión
	Suelo fértil	El suelo fértil es abundante	Perdida de suelo fértil	Perdida de suelo fértil (temporal) Acciones Almacenamiento del suelo fértil de áreas solicitadas Generación de composta Triturar los materiales vegetales
	Contaminación	Posible contaminación sin remediación	Mayor probabilidad de contaminación si atender	Mayor probabilidad de contaminación, pero con atención Acciones Colocación de letrinas portátiles Construcción de PTAR Programa de manejo de RSU, RP y RME Plan de manejo de residuos mineros, etc.
	Uso de suelo	Ganadero, agrícola y minero	Ganadero, agrícola y minero (incrementa)	Ganadero, agrícola y minero (incrementa) Acciones Cierre de mina
Topografía	Cambio de relieve	Sin alteración significante	Alteraciones significantes (tajo, tepetatera y presa de jales) con remediación a muy largo plazo después del cierre	Alteraciones significantes (tajo, tepetatera y presa de jales) con remediación a corto y mediano plazo después del cierre Acciones Aplicación del plan de cierre
Agua	Balance hídrico	Baja infiltración y escurrimientos bajos	Baja infiltración e incremento en los escurrimientos	Baja infiltración e incremento en los escurrimientos, pero con compensación de la infiltración al 100% Acciones Obras de conservación de agua Plan de custodia y protección del agua
	Agua subterránea (uso)	Agua concesionada con uso agrícola	Cambio del agua concesionada con uso industrial Uso de agua de laboreo	Cambio del agua concesionada con uso industrial Uso de agua de laboreo

				Acciones Circuito cerrado para uso eficiente del agua Empleo de agua tratada de la cd de Hidalgo del Parral No se solicitan nuevas concesiones, solo compra
	Calidad	Algunos valores resultaron ser altos, la mayoría se mantiene por debajo de los LMP	Sobrepasar los LMP en la calidad del agua	Lo valores se mantendrán Acciones Monitoreo continuo Plan de custodia y protección del agua Circuito cerrado
Atmosfera	Calidad	Calidad buena	Calidad media	Calidad buena Acciones Monitoreo de partículas Mantenimientos Uso eficiente de combustibles Programa de reducción de carbono
	Cantidad	Baja	Baja – media	Baja Acciones Monitoreo de partículas Riego de caminos Mantenimientos Uso eficiente de combustibles Control de la velocidad en caminos sin pavimentar
	Cambio climático	Bajas generación de GEI	Alta generación de GEI	Mediana generación de GEI Acciones Monitoreo de partículas Mantenimientos Uso eficiente de combustibles Compra de bonos de carbono Restauración de espacios degradados
	Ruido	Baja	Medio	Bajo – medio Acciones Monitoreo de ruido Mantenimientos Uso de equipos eficientes
Flora	Diversidad	Alta	Alta pero con pérdida de individuos	Alta pero con pérdida de individuos y reposición Acciones Programa de rescate Programa de reforestación Programa de restauración

				Vivero
	Especies normadas	Alta	Alta pero con pérdida de individuos	Alta pero con pérdida de individuos y reposición Acciones Programa de rescate Programa de reforestación Programa de restauración Vivero
	Perdida de especies nativas	Alta (sobrepasoreo)	Alta (sobrepastoreo)	Media Acciones Programa de capacitación Diversificación de actividades Reforestación de espacios fragmentados)
Fauna	Diversidad	Alta	Alta pero con pérdida de individuos	Alta, con baja o nula perdida de individuos Acciones Programa de rescate
	Especies normadas	Alta	Alta pero con pérdida de individuos	Alta, con baja o nula perdida de individuos Acciones Programa de rescate
	Cacería	Alta	Alta	Baja Acciones Capacitación ambiental Prohibición de cacería
Paisaje	Índice de disturbio	Bajo	Moderado a alto	Moderado Acciones Plan de cierre Restauración ambiental Buenas prácticas mineras
	Fragilidad	Baja	Moderado a alto	Moderado Acciones Restauración de espacios degradados Monitoreo de partículas Mantenimientos Riego de caminos Control de la velocidad en caminos sin pavimentar Plan de cierre
	Calidad	Alta	Moderada	Alta a moderada Acciones

				Restauración de espacios degradados Monitoreo de partículas Mantenimientos Riego de caminos Control de la velocidad en caminos sin pavimentar Monitoreo de ruido Plan de cierre
Estatus cultural y humano	Empleos	Baja a nula	Moderada a alta	Alta Acciones Contratación prioritaria local, regional, municipal, estatal, nacional e internacional Adquisición de bienes y servicios
	Derrama económica	Baja	Moderada a alta	Alta Acciones Diversificación de actividades Inversiones de consideración Contratación de personal Adquisición de bienes y servicios Fondo minero Empleos bien remunerados
	Riesgo poblacional	Bajo	Alto	Bajo (alto solo en operación extraordinaria) Acciones Código del cianuro Control de velocidad de vehículos Monitoreo de Agua, aire y ruido
	Riesgo laboral	Moderado	Alto	Bajo Acciones Sistema de gestión ambiental basado en ISO14001:2015 Sistema de gestión de seguridad basado en ISO45001: Certificación como "Great place to work" o "Gran lugar para trabajar" en español
	Antoipizacion	Bajo	Alto	Moderado a alto Acciones Plan de cierre Restauración ambiental

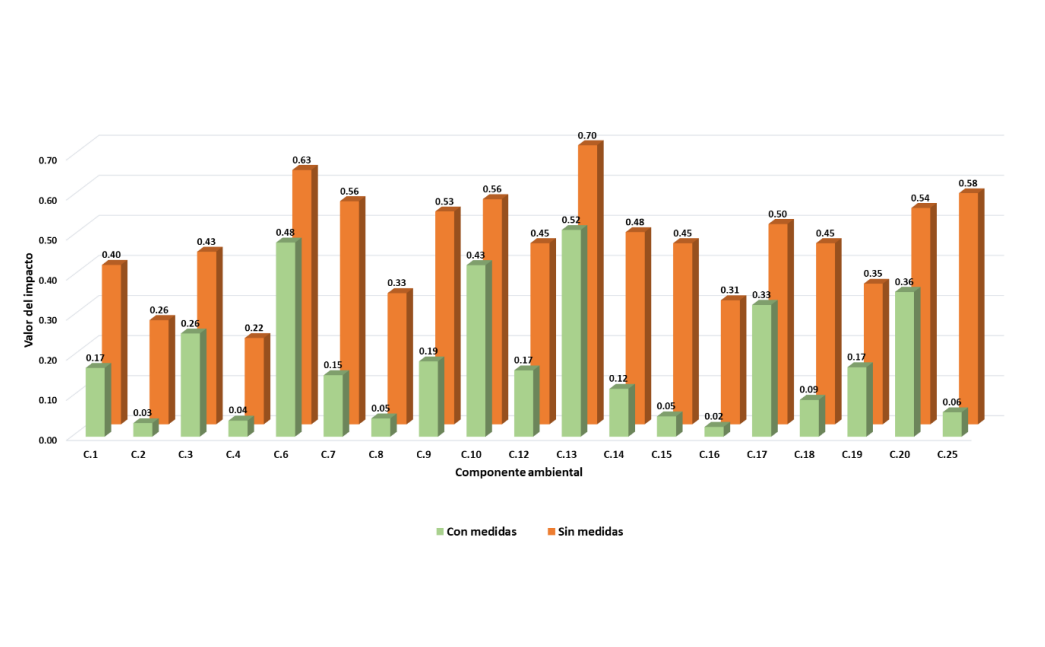
	Indice de impacto antropico	Bajo	Alto	Moderado a alto Acciones Plan de cierre Restauración ambiental

El desarrollo del proyecto contempla diferentes etapas y la interacción con diferentes componentes ambientales que tienen una relación compleja entre sí, aunado a ello se cuenta con algunos impactos sinérgicos, residuales y acumulativos que deberán de ser evaluados ampliamente a fin de dar viabilidad al proyecto en cuestión.

En el capítulo anterior, se determinó el balance que existe entre el nivel de impacto contra las medidas de mitigación, arrojando resultados de interés, en donde su intensidad se ve reducida tras aplicar las diferentes medidas de mitigación , prevención y /o compensación por etapa y que puede reforzar lo desarrollado en el pronostico ambiental, aun y cuando estas no fueron realizadas por componente ambiental, si fueron relacionadas directamente con aquellos impactos de mayor relevancia para el proyecto. Para ello se realizó una comparación, entre la ejecución del proyecto sin medidas de mitigación y con medidas de mitigación, en donde la mayoría de ellos disminuyo al menos 1 valor en cuanto al impacto detectado para cada componente y por etapa, las cuales se desarrollan a continuación.

- **Preparación del sitio y construcción**

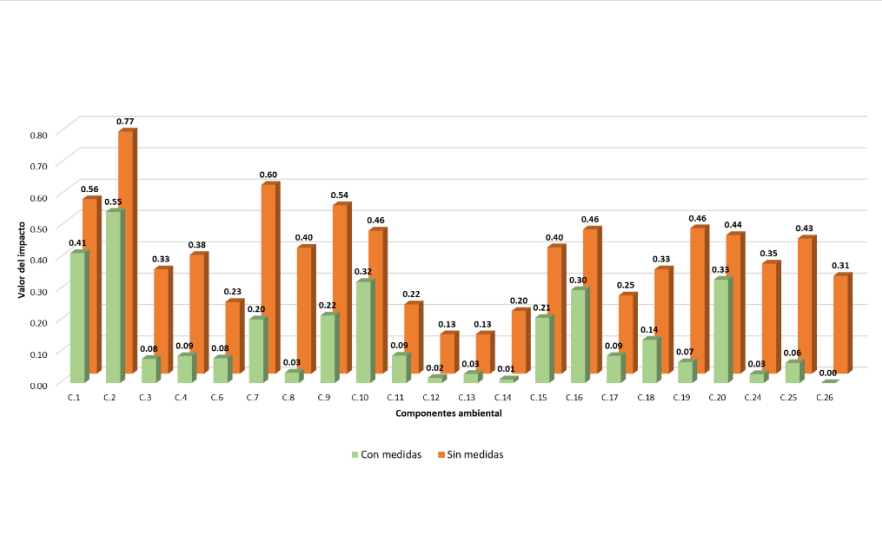
Dentro de esta etapa se contará con los impactos más relevantes, pues es qui donde se pierde la cobertura vegetal, la cual presta sus servicios ambientales como generación de exigen, captura de carbono, refugio de la fauna, incrementa la infiltración por mencionar solo algunos. En una sumatoria de los impactos potenciales tenemos un valor de 10.23 y con la ejecución del proyecto con las medidas de mitigación este se reduce a un 5.2, es decir el impacto que se mitiga ronda la mitad, lo que se refleja como una situación favorable al medio ambiente receptor, pues en gran medida se compensan los impactos adversos.



Gráfica VII. 3. Escenarios de impacto ambiental Sin y Con la aplicación de las medidas de mitigación – Etapa Preparación del sitio y construcción.

❖ Operación y mantenimiento

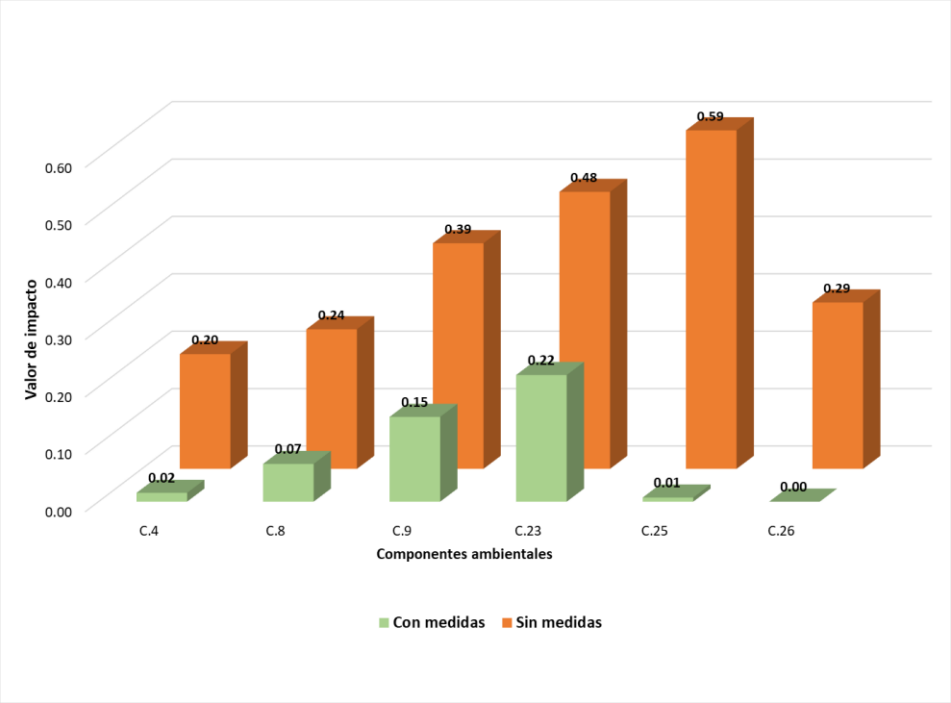
Dentro de esta etapa el impacto general suele ser menor que la anterior, pues el desmonte y despalme ha sido realizado, sin embargo se añaden otros adicionales como el manejo de sustancias peligrosas, incremento en la generación de polvos y ruido por mencionar algunos, aquí la sumatoria del impacto es de 9.91, pero al ejecutar las diferentes medidas de mitigación a los componentes ambientales afectados, este se reduce a un 4.43, lo que equivale al 44.7%, lo que permite una viabilidad a ser desarrollado.



Gráfica VII. 4. Escenarios de impacto ambiental Sin y Con la aplicación de las medidas de mitigación – Etapa operación y mantenimiento

❖ Cierre y post-cierre

Por último, pero no menos importante, tenemos la etapa final, en donde se busca devolver al sitio a una condición similar a la que se encuentra. Cabe mencionar que dentro de esta etapa se refieren a las actividades desarrolladas vistas del punto de vista de ejecución y no como medidas de mitigación. En gran parte, la ejecución sin presentar las medidas de mitigación, los impactos suelen ser elevados, pero que, al ejecutar las diferentes acciones, su impacto se reduce significativamente, dentro esta fase ya no se considera el desmonte de la primer etapa ni uso de agentes químicos, con lo cual se puede reducir sustancialmente los impactos, pues en su mayoría recae en el uso de la maquinaria y equipo, manejo de residuos, entre otras que pueden ser tratadas con mayor facilidad



Gráfica VII. 5. Escenarios de impacto ambiental Sin y Con la aplicación de las medidas de mitigación – Cierre y post-cierre.

Visto lo anterior, podemos observar que las medidas de mitigación propuestas, son capaces de dar certeza y viabilidad ambiental para el desarrollo del proyecto, pues tienen la capacidad de reducir de manera significativa los impactos identificados. En cuanto a los impactos residuales tenemos que existirán algunos de ellos, sobre todos aquellos referentes al área de tajo, pues no es viable volver a depositar el material dentro del, únicamente la estabilización de taludes, cercado, sin embargo en proyecto similares suelen funcionar como un reservorio de agua, en especial para estas áreas áridas, para el caso de la tepetatera y presa de jales su impacto se considera también residual, pues cambiara el relieve y se almacenarán permanentemente los materiales, sin embargo dentro de estas superficies es posible lograr una reforestación o restauración completa con las especies típicas del lugar, por lo que en un mediano a largo plazo pueden dejar de ser visibles dentro del entorno en el que se encuentran.

Respecto a las especies faunísticas que se encuentren en el área requerirán de una atención especial dada su categoría de protección, la empresa realizará los trabajos pertinentes para evitar que estas mismas se vean afectadas por las actividades.

El medio socioeconómico es el receptor de los efectos benéficos del proyecto. Como resultado de lo anterior, se observa que el proyecto es de relativa importancia social y económica en el área, ya que generara una importante cantidad de empleos directos e indirectos, así como una derrama económica de importancia.

En base a los análisis realizados, tenemos que el SAR se encuentra estable y que el desarrollo del proyecto traerá consigo una serie de medidas que modificaran sustancialmente su situación, pero sobre todo sobre las áreas solicitadas y en menor medida el área de influencia. Sin embargo se consideran diferentes medidas a favor los cuales mitigaran esos impactos ambientales, pero no será hasta el abandono del sitio en que se devuelva a una condición similar a la que se encuentra actualmente.

Tomando en cuenta la propuesta de las medidas de mitigación y que no se presentan elementos de vinculación normativa que limiten la obra, se concluye que el proyecto es viable desde el punto de vista social y económico, ambientalmente aceptable y congruente con las políticas vigentes.

Se concluye por lo tanto que la realización del proyecto es adecuada en el escenario natural y socioeconómico en que se proyectó, ya que genera beneficios sociales y económicos y tomará las medidas necesarias para mitigar los efectos adversos sobre la seguridad y el medio ambiente. Por lo que se concluye que el proyecto es VIABLE a ser desarrollado.

CAPÍTULO VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

Proyectocordero
Minera Titán

CIMA
CONSULTORES

Julio 2023

Great Place To Work. Certified NOV 2022 - NOV 2023 México

ESR Empresa Socialmente Responsable

MUJERES WiM - MÉXICO -

CONTENIDO

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 1

VIII.1 Presentación de la información. 1

VIII.1.1 Cartografía 1

VIII.1.2 Fotografías 1

VIII.1.3 Videos. 1

VIII.2 Otros anexos 1

VIII.2.1 Memorias 2

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1 Presentación de la información.

El estudio se presenta grabado en 2 discos compactos y una memoria externa USB incluyendo la manifestación de impacto ambiental, imágenes, planos e información que complementa el estudio, asimismo se presenta un disco que será utilizado para consulta pública.

Se presenta un original impreso de la Manifestación de Impacto Ambiental, asi como del Resumen ejecutivo.

VIII.1.1 Cartografía.

Los planos que se presentan en el estudio contienen el título; la nomenclatura y simbología explicadas; coordenadas UTM, la escala y orientación. Además, para una mejor visualización se presenta el **Anexo cartográfico.**

VIII.1.2 Fotografías.

Se presentan en algunos capítulos del documento, así como un Anexo fotográfico general (**Anexo IV.14**), Anexo de flora (**Anexo IV.8**) y Anexo de fauna (**Anexo IV.11**)

VIII.1.3 Videos.

No se presenta.

VIII.2 Otros anexos

Anexo	Descripción
Anexo I.1	Documentación legal
Anexo II.1	Listado de coordenadas de áreas solicitadas
Anexo II.2	Información geoespacial en formato .shp, .kml, .dxf de áreas solicitadas
Anexo II.3	Diseño de tajo y tepetateras y programas de minado
Anexo II.4	Diseño de Presa de Jales
Anexo II.5	Arreglo general de la planta
Anexo II.6	Criterios de diseño del Almacén de Residuos peligrosos
Anexo II.7	Diagramas de flujo de procesos
Anexo II.8	Carta compromiso de la JCAS para suministro de agua residual
Anexo II.9	Oficio CNA para uso de agua de laboreo
Anexo II.10	Concesiones de agua subterránea
Anexo II.11	Balance de agua de contacto
Anexo II.12	Oficio de respuesta de CENACE
Anexo II.13	Plan de cierre
Anexo II.14	Resultados de laboratorio de jales
Anexo II.15	Resultados de laboratorio de tepetate
Anexo II.16	Reporte de estimación de generación de GEI
Anexo III.1	Oficio de PROFEPA de cumplimiento
Anexo III.2	Programa de Cierre

Anexo III.3	Oficio ingreso a SEDUE acerca del OT
Anexo III.4	Certificaciones con que cuenta Minera Titán
Anexo III.5	Estudio de Licencia Social
Anexo III.6	Oficio de respuesta COEPI y oficio ingresado INPI
Anexo III.7	Documentación referente al agua disponible
Anexo III.8	Catálogos INAH y oficio ingresado al INAH
Anexo IV.1	Coordenadas del SAR y archivos digitales
Anexo IV.2	Coordenadas del AI y archivos digitales
Anexo IV.3	Resultados muestreo de agua
Anexo IV.4	Resultados de muestreos de PM y PST
Anexo IV.5	Corrida de riesgo ALOHA
Anexo IV.6	Resultados muestreo de ruido
Anexo IV.7	Resultados análisis estadístico de flora
Anexo IV.8	Catálogo fotográfico de flora silvestre
Anexo IV.9	Tecnicas de muestreo de Fauna Silvestre
Anexo IV.10	Metodos estadisticos de fauna Silvestre
Anexo IV.11	Catálogo fotográfico de fauna silvestre
Anexo IV.12	Descripcion e importancia del Carbono
Anexo IV.13	Linea base social
Anexo IV.14	Catálogo fotográfico general de trabajos realizados
Anexo VI.1	Programa de rescate de flora
Anexo VI.2	Programa de rescate de fauna
Anexo VI.3	Área de Conservación Cordero
Anexo VI.4	Programa de reforestación
Anexo VI.5	Programa de conservación de suelo y agua

VIII.2.1 Memorias

- Se presentan las memorias de cálculo correspondiente a los análisis estadísticos de flora y fauna, en formato Excel.
- Resultados de estudio de campo de vegetación
- Resultados de laboratorio de análisis de agua, aire, suelo
- Estudios técnicos

SÍNTESIS CURRICULAR DE LA EMPRESA.

CIMA S.C. realiza una amplia gama de trabajos de carácter medioambiental, que varían desde la realización de estudios de evaluación de impacto ambiental, estudios técnicos justificativos para el cambio de uso de suelo, y a su vez programas integrales de restauración y programas de cierre, manejo de los sistemas de información geográfica, elaboración de cartografía digital, elaboración de planes de manejo de recursos naturales y los propios de la gestión ambiental, desde nuestra constitución, hemos tenido presente la importancia de satisfacer las necesidades propuestas por el cliente para lograr el éxito de los proyectos que éstos nos plantean. Como profesionistas interdisciplinarios siempre hemos destacado por trabajar para la preservación del entorno y la protección del medio natural.

Nuestro Equipo.

Biol. Hugo Ritkey Bolaños García, biodiversidad
Dr. Alfredo Pinedo Álvarez, análisis espacial
Dr. Víctor Manuel Aguilar Soto, forestal
Dra. Karla Ozuki Chacón Chumacero, dirección de proyecto
Dra. Ziury Karina Ortiz Caballero, análisis riesgos
Ing. Alan Miguel Chávez Anchondo, obra suelo
Ing. Alberto Alejandro Barrios Arzola, socioeconómico
Ing. Edwin Banda Banda, cartografía
Ing. Harim Rivera Oloño, socioeconómico
Ing. Jair Alonso Duarte Hernández, manejo drone
Ing. Jesús Alejandro Rodela Guerra
Ing. Katya Yadira Trejo Bernal
Ing. Mauricio Javier Bretado De Los Ríos, forestal
Ing. Oscar Israel Trejo Osuna, biodiversidad
Ing. Ulises Hernández Ávila
Lic. Diana María Miramontes, administración
Lic. Ecóloga Ana Laura Preciado Amaya, listados flora y fauna
Lic. Ecóloga Soraida Sánchez Duarte, impactos
Lic. Ecólogo Andrés Bueras Gasca, trabajo campo fauna
Lic. Ecólogo Juan Manuel Haro Medina, encargado trabajo de campo.
Lic./Ing. Luis Javier Corrales Lerma, encargado de vinculación.
Lic./Ing. Diego Abel Rivera Oloño, análisis biodiversidad
M.C. Cesar Manuel Fernandez Villalobos, dirección estudio
M.C. Edgar Adrián Romero Becerra, usos mineros
M.C. Irving Filiberto Reza Moreno, pronósticos

Literatura citada y consultada

- **Álvarez, T. y M. González.** 1987. Fauna, Atlas Cultural de México. SEP-INAH. Grupo Editorial Planeta. San Mateo, Tecoloapan, Edo. de México, México.
- **Anderson, S**. 1972. Mammals of Chihuahua, taxonomy and distribution. Bull.
- **Arriaga, L., Espinoza, J.M., Aguilar, C., Martínez, E., Gómez, L. y E. Loa (Coordinadores).** 2000. Regiones Terrestres Prioritarias de México. CONABIO. México.
- **Aung, T. S., T. B. Fischer y J. Buchanan.** 2020. Land use and land cover changes along the China-Myanmar Oil and Gas pipelines – Monitoring infrastructure development in remote conflictprone regions. PLoS ONE. 15(8): e0237806.
- **Behler, J.L.** 1989. The Audubon Society Field Guide to North American Reptiles and Amphibians. Alfred A. Knopf Publish. New York, USA.
- **Benítez, H., Arizmendi, C. y L. Márquez.** 1999. Base de Datos de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves, AICAS. CIPAMEX, CONABIO, FMCN y CCA. México. http://www.conabio.gob.mx.
- **Bocco, G., M. Mendoza y O. Masera.** 2001. La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacán. Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación. Investigaciones Geográficas. Instituto de Geografía, UNAM, México. 44:18-38.
- **Bolstad, P. V. y T. M. Lillesand.** 1991. Rapid maximum likelihood classification. Photogramm. Eng. Remote Sensing. 57:67-74.
- **Bravo-Hollis, H.** 1978. Las cactáceas de México. Vol. I, 2ª Ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

- **Bravo-Hollis, H. y H. Sánchez-Mejorada.** 1991. Las cactáceas de México. Vol. II. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- **Bravo-Hollis, H. y L. Scheinvar.** 2002. El interesante mundo de las cactáceas. 2ª Ed., 1ª Reimp. Fondo de Cultura Económica, México, D.F.
- **Brower, J. and J. Zar.** 1984. Field and laboratory methods for general ecology. WM.C. Brown Company Publishers. Debuque, Iowa. USA. 194 P.
- **Burt, W.H. y R. Grossenheider**. 1987. Mammals. Peterson Field Guides. Houghton Mifflin Company. Boston, MS. USA.
- **Cabral, P.; Zamyatin, A. Markov** Processes in Modeling Land Use and Land Cover Changes in Sintra-Cascais, DYNA-COLOMBIA. 2009, 191–198.
- **Ceballos G., y F. Eccardi.** 1996. Diversidad de fauna silvestre. CEMEX, 2da. Ed. Monterrey, N.L. México. 191 pp.
- **Clark, W.S. and B.K. Wheeler.** 1987. Hawks (Peterson Field Guides). Houghton Mifflin Company. Boston,MS. USA
- **CITES.** 2023. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, (Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres; Apéndices I, II y III). United Nations Environment Programme (UNEP). Geneva, Switzerland. http://www.cites.org.
- **Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Gerencia de Restauración Forestal.** 2018. Protección, restauración y conservación de suelos forestales (Manual de obras prácticas). Edit. Comisión Nacional Forestal. Zapopan, Jalisco, México. 295 P.
- **CONABIO** Regiones hidrológicas prioritarias. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO. México.
- **CONAPO** 2020. Índice PIB per cápita, Estimaciones del Consejo Nacional de Población.
- **CONEVAL** 2020: Indicadores, índice y grado de rezago social, estimaciones del CONEVAL con base en el II Conteo de Población y Vivienda 2020.
- **CONEVAL** 2012 Construccion de las líneas del bienestar https://www.coneval.org.mx/Informes/Coordinacion/INFORMES_Y_PUBLICACIONES_PDF/Construccion_lineas_bienestar.pdf
- **Coppin, P., I. Jonckheere, K. Nackaerts, B. Muys y E. Lambin**. 2004. Digital change detection methods in ecosystem monitoring: a review. Int. J. Remote Sens. 25:1565–1596.
- **COTECOCA.** 1978. Índices de Agostadero. Chihuahua. Comisión Técnica Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero. SARH. México, D.F.
- **Daniel, O.** 1998. Subsidios al uso del índice de diversidad de Shannon, en: Congreso Latinoamericano IUFRO, Valdivia-Chile. http://www.ufgd.edu.br
- **Dunn, J.L., Watson, G.E. and J.P. O´Neill.** 1994. Field guide to the birds of North America, 2nd Edition. Ed.National Geographic Society. 1994. National Geographic Society. Washington, D.C. USA. 464 P.
- **Estrada-Castillón. E. y J.E. Villarreal-Quintanilla.** 2010. Flora del Centro del Estado de Chihuahua, México. Acta Botánica Mexicana 92: 51-118.
- **García, E.** 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Edit. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Serie Libros, No. 6. 5ª edición, corregida y aumentada. Ciudad de México, México. 90 P.
- **Glenn, D.C.; Lewin, R.K.; Peet,** T.T.V. Plant Succession: Theory and Prediction; Chapman & Hall: London, UK, 1992.
- **Griggs, J.** 1997. American Bird Conservancy´s Field Guide (All the birds of North America). Harper Collins Publishers, Inc. New York, NY, USA.
- **GUIA FAO** 1990. Disponible en: CONSERVACION 13/6 de GFAO CONSERVACION - Las 2 versiones Manual de campo para la ordenación de cuencas hidrográficas... 1.1 Necesidad del estudio y planificación de cuencas hidrográficas 1.2 Definiciones www.fao.org/docrep/006/T0165S/t0165s00.HTM
- **Healey, S. P., W. B. Cohen, Y. Zhiqiang y O. N. Krankina.** 2005. Comparison of Tasseled Cap-based Landsat data structures for use in forest disturbance detection. Remote Sens. Environ. 97:301-310.

- **Heilig, G.K.,** 1994. Neglected dimensions of global land-use change: reflections and data. Population and Development Review. 20(4):831-859.INEGI. 1997. Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie I, continuo nacional, escala: 1:250000. Instituto Nacional de Ecología - Dirección de Ordenamiento Ecológico General e Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Digitalización de las cartas de uso del suelo y vegetación elaboradas por INEGI entre los años 1980-1991 con base en fotografías aéreas de 1968-1986. México.
- **Hu, Z.; Lo, C.** Modeling urban growth in Atlanta using logistic regression. Computers, Environment and Urban Systems. **2007**, 31, 667–688.
- **INEGI.** 1999. Conjunto de Datos Geológicos Vectoriales G1301. Escala 1:250,000. Serie I. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- **INEGI.** 2001. Conjunto De Datos Vectoriales de la Carta Edafológica 1: 250 000 Serie I. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- **INEGI.** 2001. Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. Sistema topoformas, escala: 1:100000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- **INEGI.** 2009. Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie IV, continuo nacional, escala: 1:250000. Dirección General de Geografía. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Aguascalientes, Ags., México.
- **INEGI.** 2010. Red hidrográfica, subcuencas hidrográficas de México, escala: 1:50000. edición: 2. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, Ags., México.
- **INEGI.** 2013. Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación escala 1:250 000, serie V, escala: 1:250000. edición: 2a. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, Ags., México.
- **INEGI.** 2017. Guía para la interpretación de cartografía: uso del suelo y vegetación: escala 1: 250,000: serie VI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
- **INEGI.** 2020. Localidades de la República Mexicana, 2020, escala: 1:250000. edición: 1. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México.
- **INEGI,** 2020. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. XII Censo General de Población y Vivienda. Principales resultados por localidad.
- **INEGI.** 2021. Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI, escala: 1:250 000. edición: 1. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México.
- **INIFAP** 2006. Manual práctico para la identificación de las principales plantas de agostadero de Chihuahua.
- Instituto Nacional de Migración. Tendencias y características de la migración mexicana a Estados Unidos.http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/migracion_internacional/migracion_y_salud/cap1.pdf
- Instituto Nacional de Migración. Origen y destino de la migración reciente de mexicanos a Estados Unidos.http://conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/intensidad_migratoria/pdf/Regiones.pdf
- IVIECH 2006. Dirección Técnica; Departamento de Supervisión de Obra, Anuario estadístico para el estado de Chihuahua.
- **Kalaw. T.** 1997. Tránsito hacia el Desarrollo Sustentable, México.
- **Kauth, R.J. y G.S. Thomas.** 1976. The Tasselled Cap—A Graphic Description of the Spectral-Temporal Development of Agricultural Crops as Seen by LANDSAT. LARS Symposia. 159:41-51.
- **Koleff, P., J. Soberon** 2008. Patrones de diversidad espacial en grupos selectos de especies, en capital natura de México, vol I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México.
- **Köppen, W.** 1936. "Das geographische System der klimate in Handbuch der Klimatologie", *Band I. Teil C*., Berlin, pp. 1-44.
- **Laferriére, J. y R. Gilbertson.** 1992. Fungi of Nabogame, Chihuahua, México. Mycotaxon, Vol. XLIV, No. 1: 7387.
- Lambin, E. F., B.L. Turner, H. J. Geist, S. B. Agbola, A. Angelsen, J. W. Bruce, O. T. Coomes, R. Dirzo, G. Fischer, C. Folke, P.S. George, K. Homewoodk, J. Imbernon, R. Leemans, X. Lin, E. F. Moran, M. Mortimore, P.S. Ramakrishnan, J. F. Richards, H. Skanes, W. Steffen, G. D. Stone, U. Svedin, T. A. Veldkamp, C. Vogel y J. Xu. (2001). The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change, 11*(4), 261–269. https://doi.org/10.1016/S0959-3780(01)00007-3.
- **Lamprecht, H.** 1962. Ensayo sobre unos métodos de análisis estructural de los bosques tropicales. Acta

científica venezolana. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela. Vol. 13. Núm. 2. pp. 57 – 65.

- **Lebgue, T., y A. Valerio. 1986**. Manual para identificar las gramíneas de Chihuahua. Gobierno del Estado de Chihuahua. Chihuahua, Chih. México.
- **Lebgue, T. y G. Quintana.** 2013. Cactáceas de Chihuahua (segunda edición). Edits. Proveedor Integracional y Servicios Ambientales, S.A. de C.V (PISA), Secretaría de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno del Edo. de Chihuahua, Instituto Chihuahuense de la Cultura del Gob. del Edo. de Chihuahua, y Ecología y Comunidad Sustentable A.C. (Ecos A.C.). Chihuahua, Chih. México. 273 Pp.
- **Lebgue, T., Quintana, G. y R. Soto.** 2015. Pinos y encino de Chihuahua. Edits. Fac. de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua, Fondo Mixto CONACYT-Gob. del Edo. de Chihuahua, Instituto Chihuahuense de la Cultura, del Gob. del Edo. de Chihuahua, Chihuahua, Chih. México. 377 Pp.
- **Lemos J.A., H.M. Smith y D. Chiszar.** 2004. Introducción a los anfibios y reptiles del Estado de Chihuahua. Universidad Nacional Autónoma de México CONABIO. México, D.F.
- **Leopold, A.S.** 1977. Fauna Silvestre de México. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D.F.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.
- **Lillesand, T., R. W. Kiefer y J. Chipman**. 2015. Remote Sensing and Image Interpretation. 7a ed. John Wiley & Sons, Inc. E.U.A.
- **Linares, E., Bye, R.A. y B. Flores.** 1999. Plantas medicinales de México, usos y remedios tradicionales. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.155pp.
- **Luján A., C., E. Magaña M.** 1999. Conceptos de desarrollo sustentable. Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales. Delicias Chihuahua.
- **Martínez, M.** 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas, Fondo de Cultura Económica, México, D.F. 1220 pp.
- **Matteucci, S. y A. Colma.** 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington. Monografía Núm. 22.
- **Melgoza, A., Morales, C.R., Sierra, J.S., Royo, M.H., Quintana, G. y T. Lebgue.** 2008. Manual práctico para la identificación de las principales plantas en los agostaderos de Chihuahua (2ª Ed.). Edits. Fundación Produce Chihuahua y Unión Ganadera Regional de Chihuahua (U.G.R.CH.). Chihuahua, Chihuahua, México. 214 P.
- **Melgoza, A., Royo, M., Sierra, S., Fierros, R., Lebgue, T. y C. Castillo**. 2003. Manual de plantas forrajeras. Folleto técnico Nº 8. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. CIRNOC. Campo experimental La Campana. Chihuahua, Chih., México.
- **National Geographic Society (NGS).**1994. Field guide to the birds of North America, 2nd Ed. National Geographic Society. Washington, D.C. USA.
- **Olivas, M.P.** 1999. Plantas medicinales del estado de Chihuahua (Vol. I). Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ). Cd. Juárez, Chih., México.
- **Pérez Silva, E. y E. Aguirre Acosta.** 1986. Flora micológica del estado de Chihuahua, México. I. Anales del Instituto de Biología, UNAM (57), Serie Botánica (No. Único): 1732.
- **Peterson, R.T. y E.L. Chalif.1987.** Mexican Birds. Houghton Mifflin Company. Boston, MS. USA.
- **Powell, M.** 1988. Trees & Shrubs of Trans Pecos Texas. Big Bend Natural History Association. TX. USA. Ramamoorthy, T., Bye, R., Lot, A. y J. Fa., Comps. 1998. Diversidad biológica de México: orígenes y distribución. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Programa de restauración ecológica. Chihuahua, Chih., México.
- **Puyravaud, J. P.** 2003. Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. For. Ecol. Manage. 177:593-596.
- **Ramírez Pulido, J., Castro Campillo, A., Arroyo Cabrales, J. y F.A. Cervantes.** 1993. Lista taxonómica de los mamíferos terrestres de México. Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. México, D.F.
- **Ramírez Pulido, J., López Wilchis, R., Müdespacher Ziehl, C. y I. E. Lira.** 1986. Lista y bibliografía reciente de los mamíferos de México. Edit. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. México, D.F.

- **Read, J. M. y N. Lam.** 2002. Spatial methods for characterising land cover and detecting land- cover changes for the tropics. Int. J. Remote Sens. 23:2457-2474.
- **Robbins, Ch., B. Brown y H. Zim.** 1983. Birds of North America (A guide to field identification) Golden Press. New York, USA.
- **Royo, M. y A. Melgoza.** 2005. Las plantas con estatus para el estado de Chihuahua. Folleto técnico No. 14, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), CIRNOC, Campo Experimental La Campana, Chihuahua, Chih., México.
- **Rzedowski, J. 1983.** La vegetación de México, Ed. Limusa. México, D.F..
- **SDM,** 2007. Secretaría de Desarrollo Municipal del Estado de Chihuahua. Municipios del Estado de Chihuahua. http://municipios.chihuahua.gob.mx/ [consulta 26 mayo. 2023]
- Secretaría de Desarrollo Municipal del Estado de Chihuahua. Municipios del Estado de Chihuahua. http://municipios.chihuahua.gob.mx/ [consulta 25 mayo. 2023]
- **Shreve, F.** 1939. Observations on the vegetation of Chihuahua.
- **Spellenberg, R.** 1988. Field Guide to North American Wild Flowers, Western region (9th Ed.) The Audobon Society. Alfred Knopf, Inc. New York, USA. 862 Pp.
- **Stebbins, R.C.** 1987 The Audubon Peterson Field Guide to Reptiles and amphibians. Houghton Mifflin Company. Boston, MS. USA.
- **Stubbendieck, J., Hatch, S.L., and C.H. Butterfield**. 1997. North American Range Plants (fifth edition). University of Nebraska Press. Nebraska, USA. 500 p.
- **Turner II, B. L., W. B. Meyer y D. L. Skole**. 1994. Global Land-Use/Land-Cover Change: Towards an Integrated Program of Study. Ambio. 23:91-95.
- **Tveten, J.** 1993. The Birds of Texas. Shearer Publishing. Texas, U.S.A.
- **Palacio.** 2002. Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. Gaceta 62. Instituto Nacional de Ecología. SEMARNAT, México pp. 21-37.
- **Whitaker, J.O.** 1989. The Audubon Society Field Guide to North American Mammals. Alfred A. Knopf Publish. New York, USA.