**Área que clasifica**. -Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental

**Identificación del documento**. -Versión pública del presente estudio en materia de impacto ambiental.

**Partes clasificadas**.- Nombre, correo electrónico, teléfono(s), domicilio, RFC, CURP, fotografías, firmas concernientes a las personas físicas identificadas e identificables, diversas al promovente o su representante legal.

**Fundamento Legal**. - La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 115 segundo párrafo de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

**Razones**. - Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable.

**Firma del titular.- Julio César García Vergara**

**Fecha y número del acta de la sesión del Comité donde se aprobó la versión pública**.– Resolución **ACTA_15_2026_SIPOT_2T_2026_ART 67_FVI,** en la sesión celebrada el 17 de Julio del 2026.

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**

# CAPÍTULO I.

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

SIN TEXTO

## ÍNDICE

CAPÍTULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL....1
I.1 Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental....1
I.1.1 Nombre del proyecto....1
I.1.2 Ubicación del proyecto....1
I.1.3 Duración del proyecto....4
I.2 Datos generales del promovente....5
I.2.1 Nombre o razón social....5
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente....5
I.2.3 Nombre y cargo del Represente Legal....5
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones....5
I.2.5 Nombre del responsable técnico del estudio....5
I.2.5.1 Registro federal de contribuyentes....6

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. 1. Presencia de fenómenos....4
Tabla I. 2. Datos del responsable técnico del estudio....6
Tabla I. 3. Participantes en la elaboración del estudio....6

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I. 1. Ubicación del proyecto a nivel estatal. ....1
Figura I. 2. Ubicación del proyecto a nivel municipal. ....2
Figura I. 3. Carreteras para el acceso al proyecto. ....3

SIN TEXTO

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

## I.1 Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental

### I.1.1 Nombre del proyecto

"Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas"

### I.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto se ubica en la localidad de San Martín, en el municipio Sombrerete, en el estado de Zacatecas, al noroeste de la cabecera municipal, con la siguiente dirección: Calle Mineral San Martín S/N, localidad San Martín C.P. 99109, Sombrerete, Zacatecas.

En la siguiente Figura se puede observar la ubicación del proyecto dentro del Estado de Zacatecas.

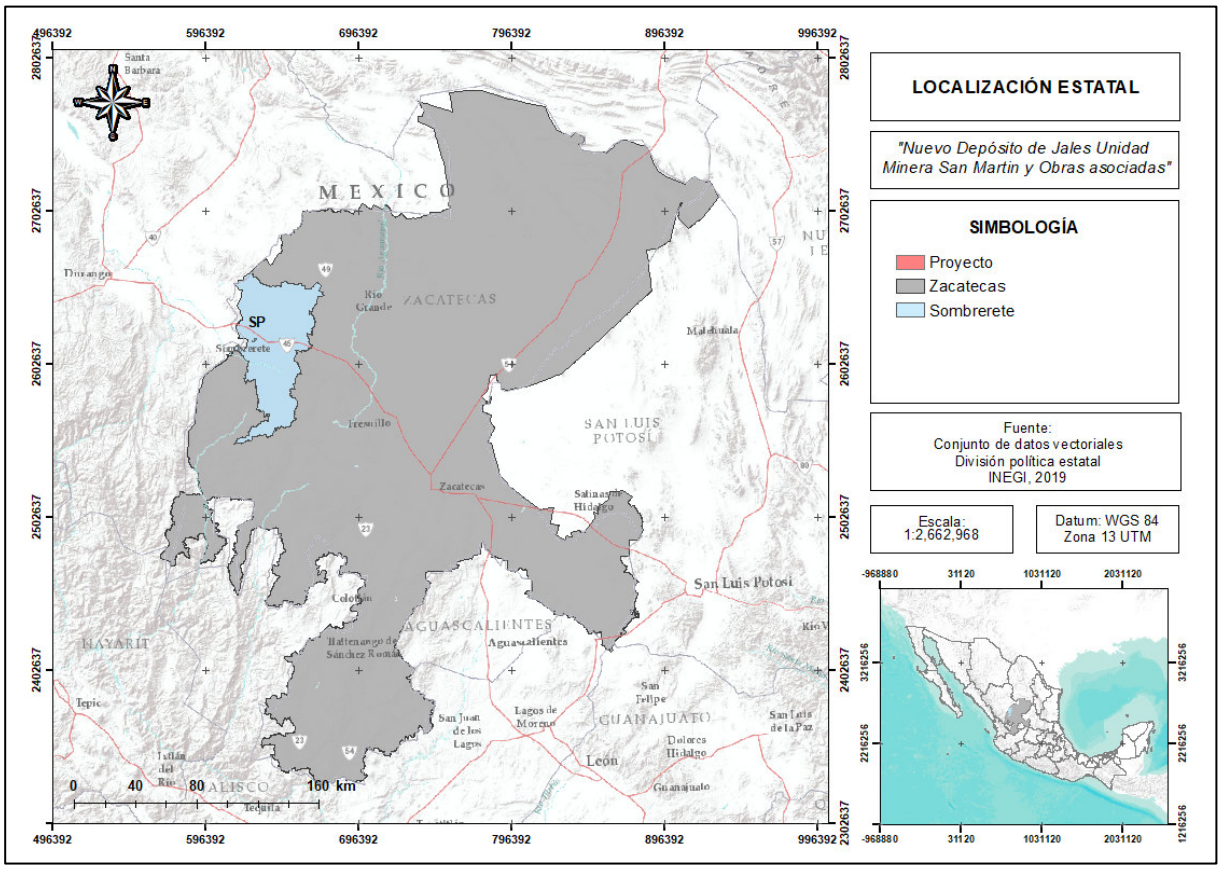



*Figura I. 1. Ubicación del proyecto a nivel estatal.*

Para llegar al sitio del proyecto partiendo desde la capital del estado, se debe dirigir hacia el sureste por Primera Priv. de la Primavera hacia la C. De La Primavera por 28 m. Seguido se debe girar a la derecha con dirección a la C. De La Primavera y seguir por 41 m. A continuación, se debe de girar a la izquierda con dirección a Venustiano Carranza y continuar por 200 m. Posteriormente se deberá de girar a la derecha con dirección a P.º la Bufa y seguir por 190 m.

Una vez en la desviación hacia Zacatecas -Fresnillo/México 45D, se debe de girar a la derecha con dirección a Blvd. Adolfo López Mateos/Guadalupe - Zacatecas/México 45 y seguir por 27.2 km, para luego continuar por Zacatecas - Fresnillo/México 45D por 11.5 km. En este punto se debe de incorporar a Enrique Estrada-Fresnillo/México 45 y seguir por 12.6 km, para continuar por México 45D por 20.2 km. En este punto se deberá incorporar a Fresnillo - Saín Alto/México 45 y continuar por 97.7 km. Una vez en el entronque que conduce a la Unidad Minera San Martín se deberá de girar a la izquierda y seguir por 3.9 km para posteriormente continuar recto hacia C. Insurgentes por 1.2 km y girar a la izquierda y seguir por 700 m. Finalmente se deberá de continuar recto por 170 m para llegar al sitio del proyecto.

Así mismo, la Figura I.2 presenta la ubicación del proyecto dentro del municipio de Sombrerete, Zacatecas.

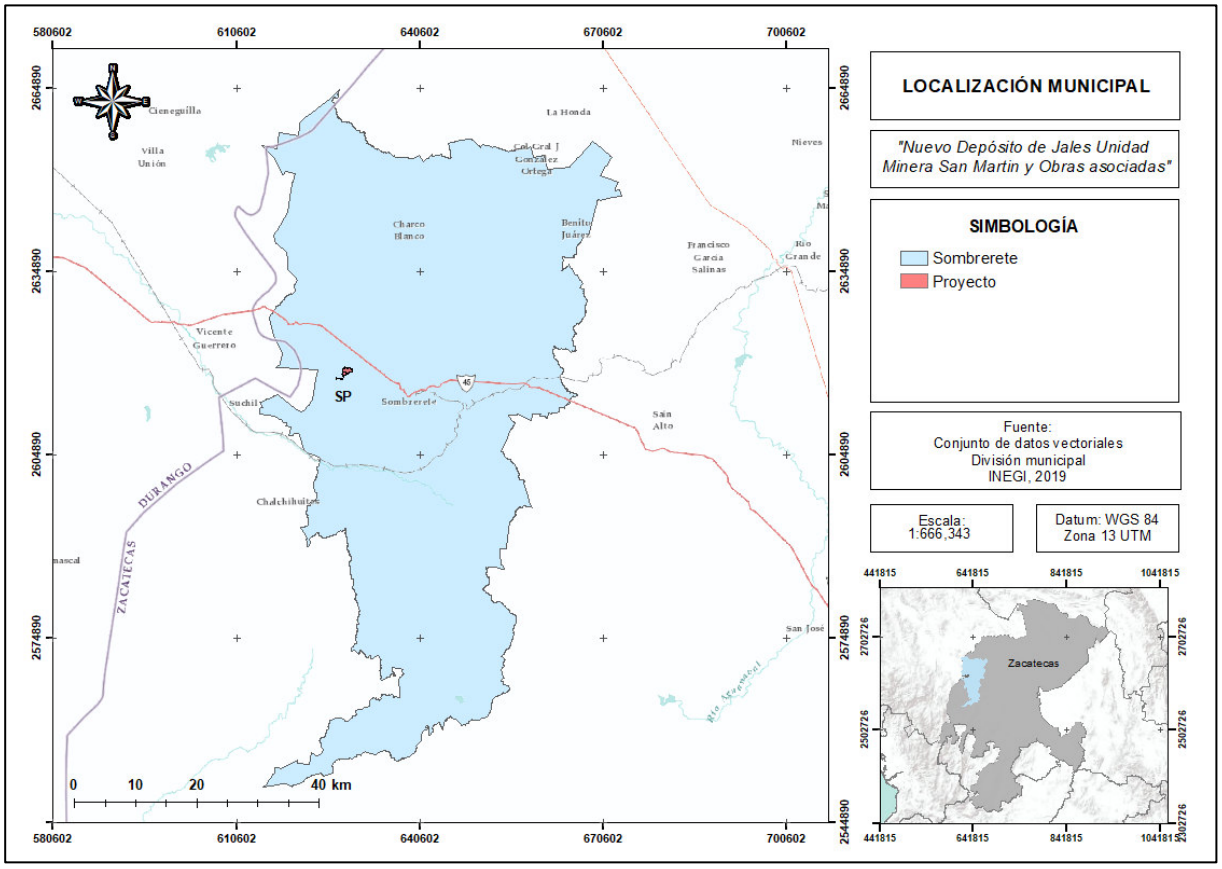



*Figura I. 2. Ubicación del proyecto a nivel municipal.*

En ese sentido, el área propuesta para la ejecución del proyecto es de **170.62 ha**, las cuales se ubican en la localidad de San Martín perteneciente al municipio de Sombrerete, Zacatecas. Para acceder al proyecto desde la cabecera municipal de Sombrerete, se debe seguir la siguiente ruta:

Partiendo desde la Glorieta Pueblo Mágico ubicada en la cabecera municipal de Sombrerete se continúa sobre la vialidad Sombrerete - El Calabazal y se transita por 4.3 km. Luego se gira hacia la izquierda para incorporarse a la carretera federal 45 en el tramo Vicente Guerrero - Sombrerete por 7.2 km hasta llegar al entronque a San Martín, en el cual se gira a la izquierda y se transita en ese sentido por 4.87 km hasta llegar a la caseta de acceso principal de la Unidad Minera San Martín.

Dentro de la Unidad Minera se dirige al área de los depósitos de jales ya autorizados y en operación para llegar al proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas”.

En la Figura I.3 se muestran las carreteras principales para acceder al sitio del proyecto; se observa a la Carretera federal 45 en el tramo Vicente Guerrero – Sombrerete y la Carretera estatal 24 que conduce a la localidad de San Martín.

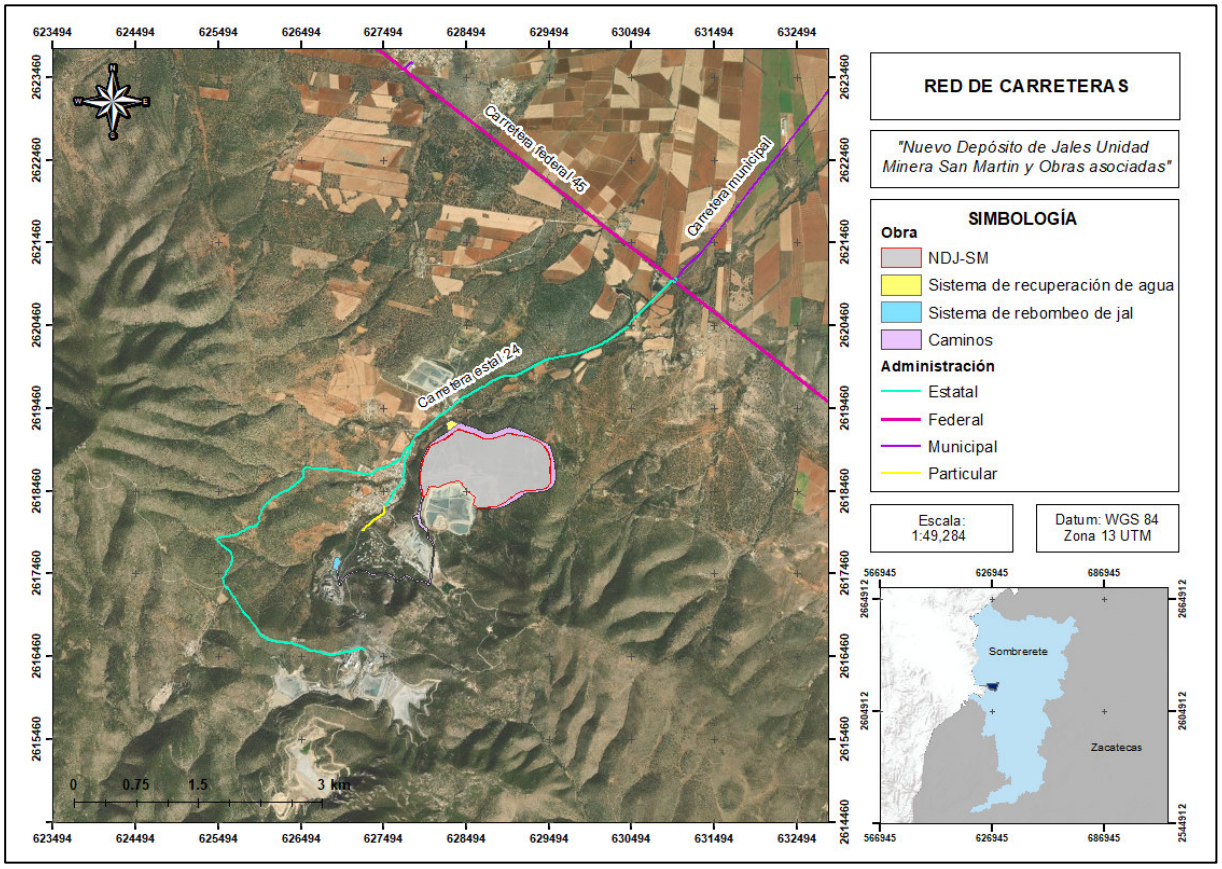



*Figura I. 3. Carreteras para el acceso al proyecto.*

Por otra parte, la Tabla siguiente muestra diversos fenómenos que se pueden presentar o que el sitio del proyecto sea vulnerable para su presencia.

*Tabla I. 1. Presencia de fenómenos.*

| Fenómeno | Presencia o Grado de vulnerabilidad | Descripción |
|---|---|---|
| Cañones, lechos y cauces de arroyos | Sí | Presenta corrientes de agua de tipo intermitente. |
| Fallas geológicas | No | La falla geológica más cercana se localiza a 34.81 km de distancia. |
| Zonas de deslizamiento | No | No se ubica en una ladera susceptible a deslizamiento. |
| Zonas de inundación | Alta | Presenta un índice de vulnerabilidad alto. |
| Procesos de erosión | Sí | Presenta erosión de tipo hídrica y eólica. |
| Desembocaduras y ríos | No | Presenta desembocaduras y ríos. |
| Vulnerabilidad de asentamientos humanos por deslaves | Baja | Presenta una vulnerabilidad baja de asentamientos humanos por deslaves. |
| Vulnerabilidad de los asentamientos humanos por inundaciones | Baja | Presenta una vulnerabilidad baja de asentamientos humanos por inundaciones. |

### I.1.3 Duración del proyecto

Se estima un periodo de vida operativa para el proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas” de unos ***18.26 años*****,** distribuidos por etapas, como se muestra a continuación:

- *Etapa-I* ≈ 4.64 años
- *Etapa-II* ≈ 6.30 años
- *Etapa-III* ≈ 11.27 años
- *Etapa-IV* ≈ 18.26 años

De tal manera que se puede considerar el tiempo total de vida útil de 21.01 años (252.12 meses) tomando en cuenta los siguientes conceptos:

- ***Preparación del sitio:*** Se llevará en 12 meses.
- ***Construcción inicial:*** Se realizará en una etapa de 9 meses.
- ***Operación y mantenimiento****:* Durará 219.12 meses.
- ***Cierre y abandono (conceptual/preliminar)****:* Se realizará en 12 meses.

**Anexo I.1** Programa de Trabajo.

En ese sentido, para la Preparación del sitio del Proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas” que comprende el bordo iniciador, se llevará a cabo en 12 meses; la etapa de Construcción comprende la construcción del bordo iniciador en 9 meses y la etapa de Operación y mantenimiento se llevará a cabo en un periodo de 219.12 meses. Comprende, además, la preparación del sitio y construcción de las cuatro etapas de sobre elevaciones. Finalmente, la etapa de Cierre y abandono se llevará en 12 meses.

Por otra parte, el diseño del “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas” contempla una vida útil operativa de 21.01 años (252.12 meses), considerando que la tasa de producción es de 2,985 toneladas por día.

Cabe aclarar que este plan es sólo un esquema general de lo que deberá realizarse para el adecuado y seguro abandono del sitio del "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas", pero las actividades, los tiempos de ejecución o incluso hasta los usos de suelo futuros, podrían variar conforme se vaya acercando el inicio de la etapa post-operativa, y en función de las condiciones que prevalezcan en su momento.

## I.2 Datos generales del promovente

### I.2.1 Nombre o razón social

El nombre de la empresa es ***Industrial Minera México Sociedad Anónima de Capital Variable***, la cual se encuentra debidamente constituida mediante escritura pública **XXXXXXX** protocolizada en las Notarías Publicas **XXXX** y **XXXX** del Distrito Federal, ante la Fe del **XXXXXXXXXXXXXXXXXXX**, el **XXXXX** de **XXXXXXX** del año **XXXXXXX** (**Anexo I.2**).

### I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

**XXXXXXX XXXXXXX** (**Anexo I.3**)

### I.2.3 Nombre y cargo del Represente Legal

El Ingeniero **XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX** quien ocupa el cargo de Representante legal es el apoderado legal de Industrial Minera México mediante escritura **XXXXXXX** (**Anexo I.4**), mismo que se anexa su identificación oficial (**Anexo I.5**).

### I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

La dirección es para oír y recibir notificaciones es la siguiente:

[redacted]

### I.2.5 Nombre del responsable técnico del estudio

Servicios de Consultoría Certificada S.C.

La presente Manifestación de Impacto Ambiental Regional del proyecto "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas", fue elaborada por Servicios de Consultoría S.C. La calidad de la información, conclusiones y estimaciones contenidas en el mismo son consistentes con la calidad de nuestros servicios, basados en:

1) La información disponible durante la elaboración del estudio;
2) Los datos entregados por otras fuentes, incluyendo a la Unidad Minera San Martín, S.A. de C.V.

### I.2.5.1 Registro federal de contribuyentes

**XXXXXXXXXXXXX** (**Anexo I.6**).

En la Tabla I.2 se describen los generales del responsable Técnico del Estudio y en el que se incluye su copia de la Cédula Profesional.

*Tabla I. 2. Datos del responsable técnico del estudio.*

| | |
|---|---|
| **Nombre** | **XXXXXXXXXXXXX** |
| **RFC.** | **XXXXXXX** |
| **CURP** | **XXXXXXXXXXXXX** |
| **Cédula profesional** | **XXXXXXX** (**Anexo I.7**) |
| **Puesto** | Representante Legal |
| **Correo electrónico** | **XXXXXXXXXXXXX** |

Asimismo, en la Tabla I.3 se enlista los generales de los participantes en la elaboración del Estudio.

*Tabla I. 3. Participantes en la elaboración del estudio.*

| Nombre | Profesión | Cédula Profesional | Área de participación |
|---|---|---|---|
| **XXXXXXX** | **XXXXXXX** | **XXXXXXX** | Coordinación general del estudio. |
| **XXXXXXX** | **XXXXXXX** | **XXXXXXX** | Coordinación general del estudio. |
| **XXXXXXX** | **XXXXXXX** | **XXXXXXX** | Coordinación de la información. |
| **XXXXXXX** | **XXXXXXX** | **XXXXXXX** | Especialista en Sistemas de información geográfica (SIG). |
| **XXXXXXX** | **XXXXXXX** | **XXXXXXX** | Levantamiento de la información y elaboración de planos. |
| **XXXXXXX** | **XXXXXXX** | **XXXXXXX** | Levantamiento de la información y elaboración de planos. |

# CAPÍTULO II.

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

SIN TEXTO

# ÍNDICE

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, 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 ..... 2
II.1.2. Justificación ..... 3
II.1.3. Ubicación física y dimensiones del proyecto ..... 4
II.1.4. Inversión requerida ..... 5
II.2. Características particulares del proyecto, plan o programa ..... 6
II.2.1. Programa de trabajo ..... 20
II.2.2. Preparación del sitio y Construcción ..... 21
II.2.3. Operación y mantenimiento ..... 29
II.2.4. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones ..... 33
II.2.5. Residuos ..... 35
II.2.6. Generación de gases efecto invernadero ..... 38
II.2.6.1. Identificar por etapas del proyecto, en su caso las fuentes generadoras de gases de efecto invernadero ..... 38
II.2.6.2. Determinación de los gases de efecto invernadero que se generaran durante las diferentes etapas del proyecto, como sea el caso de vapor de agua, $CO_2$, $CH_4$, $N_2O$, CFC, $O_3$, entre otros ..... 40

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II. 1. Nuevo depósito de jales y obras auxiliares. 3
Tabla II. 2. Presupuesto para el proyecto. 5
Tabla II. 3. Superficie toral que ocupa el proyecto. 20
Tabla II. 4. Maquinaria y equipo utilizado para la etapa de preparación del sitio. 21
Tabla II. 5. Mano de obra para la etapa de construcción. 28
Tabla II. 6. Maquinaria y equipo utilizado para la etapa de construcción. 28
Tabla II. 7. Mano de obra para la etapa de operación y mantenimiento. 33
Tabla II. 8. Maquinaria y equipo utilizado para la etapa de operación. 33
Tabla II. 9. Maquinaria y equipo utilizado para la etapa de cierre y abandono. 33
Tabla II. 10. Residuos generados por la realización del Proyecto. 35
Tabla II. 11. Residuos de manejo especial a generar por la realización del Proyecto. 36
Tabla II. 12. Número total de personas considerados para la ejecución del Proyecto. 37
Tabla II. 13. Gasto de diésel para la Preparación del sitio. 38
Tabla II. 14. Gasto de diésel en los vehículos para la Etapa de Preparación del sitio. 38
Tabla II. 15. Gasto de diésel para la etapa de Construcción. 38
Tabla II. 16. Gasto de diésel en los vehículos para la etapa de Construcción. 39
Tabla II. 17. Gasto de diésel en la etapa de Operación y mantenimiento. 39
Tabla II. 18. Gasto de diésel de vehículos en la etapa de Operación y mantenimiento. 39
Tabla II. 19. Gasto de diésel para el Cierre y abandono del proyecto. 39
Tabla II. 20. Gasto de diésel para los vehículos en el cierre y abandono del proyecto. 40
Tabla II. 21. Memoria de cálculo de gases de efecto de invernadero en la Preparación del sitio. 40
Tabla II. 22. Memoria de cálculo de gases de efecto de invernadero en etapa de Construcción. 41
Tabla II. 23. Memoria de cálculo de emisiones en Operación y mantenimiento. 42
Tabla II. 24. Memoria de cálculo de gases de efecto de invernadero etapa de Cierre y abandono. 43
Tabla II. 25. Gasto total de energía eléctrica (Operación y mantenimiento). 44
Tabla II. 26. Emisiones indirectas (Operación y mantenimiento). 44
Tabla II. 27. Total de emisiones de COeq en Operación y mantenimiento. 44
Tabla II. 28. Cálculo de las emisiones contaminantes por el uso de combustibles y energía eléctrica. 44
Tabla II. 29. Coeficiente de atenuación del aire. 46
Tabla II. 30. Mediciones de ruido hechas al equipo que se utilizará en el Depósito de Jales. 47
Tabla II. 31. Niveles de ruido permitidos por NOM-080-SEMARNAT-1994. 47

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II. 1. Obras del proyecto. 5
Figura II. 2. Caminos de acceso del proyecto. 13
Figura II. 3. Planta de construcción del Nuevo Depósito de Jales Unidad San Martín. 14
Figura II. 4. Perfil de construcción del Nuevo Depósito de Jales Unidad San Martín. 15
Figura II. 5. Diseño del bordo iniciador. 24
Figura II. 6. Sección final del Nuevo Depósito de Jales Unidad San Martín, (bordo iniciador y cuatro etapas de sobre elevación). 32

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

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

El proyecto denominado **"Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas"** pertenece al sector minero y consiste en la construcción de un nuevo depósito de jales, así como de obras complementarias que permitan el almacenamiento final de los jales producidos en la Unidad Minera San Martín, propiedad de la empresa Industrial Minera México S.A. de C.V., ubicado en la localidad San Martín, en el municipio de Sombrerete, en el estado de Zacatecas.

La Unidad Minera San Martín construirá un nuevo depósito de jales, a partir de las actividades de explotación de un banco de materiales a cielo abierto para aprovechar el material para construcción del bordo iniciador, operación del jal depositado, rehabilitación de caminos de acceso, instalación de líneas de conducción de aguas y jales, y líneas de transmisión eléctrica.

Este proyecto consiste en la construcción de un nuevo depósito de jales, así como unas obras auxiliares necesarias para garantizar la operación correcta de esta, y con ello el aseguramiento del manejo adecuado de los jales que se generan durante la operación de la planta proceso. Todo el conjunto de obras se desarrollará en una superficie de 170.62 ha con una vida útil de 21.01 años.

Los objetivos principales son:

- Cumplir con el requerimiento en materia de impacto ambiental para obtener la autorización para el desarrollo de las obras y actividades que conforman el proyecto "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas".

- Desarrollar el proyecto con base en la Política de sustentabilidad de la empresa Industrial Minera México S.A. de C.V., al identificar las áreas ambientales susceptibles de ser alteradas o modificadas, y los recursos ambientales y socioeconómicos que podrían verse impactados de forma positiva o negativa por el desarrollo del proyecto; así como el establecimiento de las medidas de prevención, mitigación y restitución necesarias para contrarrestar los efectos negativos.

- Detectar oportunamente todos aquellos impactos (ambiental, social y técnico) que puedan poner en riesgo la operación segura del proyecto y que puedan alterar las condiciones ambientales de la zona en que se desarrolla.

- Desarrollar de manera responsable las medidas de prevención y mitigación de protección ambiental, generando indicadores que ayuden a dar un seguimiento oportuno y continuo con la finalidad de disminuir la vulnerabilidad ante los efectos adversos del cambio climático.

- Demostrar a través de una metodología probada de evaluación, que el proyecto es viable ambientalmente y necesario para la continuidad operativa y eficiente de la Unidad Minera San Martín, y con ello la contribución a la estabilidad y desarrollo económico de la región.

- Asegurar la operación de la Unidad Minera a largo plazo, manteniendo estándares de seguridad y calidad durante la vida útil del Depósito de jales, cumpliendo con un adecuado manejo de residuos, así como una eficiente recuperación de agua que pueda ser reutilizada en el proceso de producción y que nos ayude a minimizar el consumo de agua limpia.

- Contar con una estrategia social que ayude a mejorar la calidad de vida de los trabajadores, sus familias, así como de las comunidades que se encuentren en el área de influencia del proyecto.

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

El proyecto consiste en la construcción de un nuevo depósito de jales, así como una serie de obras auxiliares que permitan generar un manejo adecuado de los residuos mineros que se generan durante el proceso de explotación de los minerales metálicos presentes en el área (oro, plata, cobre, plomo, zinc y otros minerales no ferrosos).

Actualmente la Unidad Minera San Martín cuenta con dos depósitos de jales activos, los cuales están por llegar a su capacidad máxima de operación, por tal razón es necesario desarrollar un nuevo depósito de jales que cumpla con los requisitos que demanden los estudios de ingeniería, el volumen de jal que se genera durante la operación de la planta proceso, y los requerimientos para dar cumplimiento a la legislación ambiental.

En ese sentido, el proyecto consiste en la construcción de un nuevo depósito de jales y obras asociadas necesarias para la operación segura de este, las cuales tienen por objeto almacenar los jales producidos durante el tiempo de **vida útil del proyecto** que ha sido estimado aproximadamente de unos **21 años,** considerando la **vida operativa de 20 años.**

La construcción del nuevo depósito de jales será una obra de ingeniería geotécnica diseñada para el almacenamiento y disposición final de los jales, donde la construcción y operación se llevarán a cabo de manera simultánea, misma obra que requerirá una superficie de 170.62 ha.

Los criterios técnicos considerados para la selección del sitio y método constructivo del proyecto fueron acordes a la Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003. Que Establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación de sitio, proyecto, construcción, operación y post-operación del depósito de jales.

El sitio del proyecto se ubica en la zona mineralizada de San Martín-Sabinas, en la cual se presentan deformaciones geológicas de Calizas-Lutitas-Areniscas, en contacto con un intrusivo-skarn, así como tobas riolíticas. Específicamente el Nuevo depósito de Jales se ubica en la Unidad geológica de calizas y lutitas (KyCz-Lu).

La Unidad Minera San Martín incluye un conjunto de procesos de minado y beneficio de minerales con valores de plata, cobre y zinc, integrando las etapas de:

- Minado y acarreo de mineral en mina subterránea
- Beneficio de minerales mediante trituración, molienda y concentración de minerales por flotación, y
- Manejo de residuos mineros mediante disposición en depósitos de jales y en relleno hidráulico.

- Operaciones unitarias de servicios auxiliares, tales como laboratorios, almacenes, talleres, subestaciones eléctricas, oficinas administrativas, etc., todas necesarias para la operación de la minera.

Con la realización de las actividades anteriores se genera el jal, que es un residuo minero al cual se le debe dar un manejo adecuado y este dependerá de las características fisicoquímicas que resulten, pero deberá ser almacenado en un depósito de jal.

Durante la etapa de construcción se generarán residuos provenientes de la excavación del área en donde se pretende colocar el vaso del nuevo depósito de jales. Estos residuos requerirán de un espacio para su disposición por lo que Industrial Minera México ha decidido darle valor a este tipo de residuos y serán utilizados para la conformación del bordo iniciador del Depósito de jales.

Para brindar una mayor seguridad, el método constructivo seleccionado para el nuevo depósito de jales es el método Aguas abajo y requerirá de algunas obras auxiliares para su correcto funcionamiento, por lo que en la Tabla II.1 se agrega el listado de las obras pertenecientes al proyecto.

*Tabla II. 1. Nuevo depósito de jales y obras auxiliares.*

| Área o polígono | Nombre de la obra |
|---|---|
| 1 | NDJ |
| 2 | CAMINOS |
| 3 | CAMINOS Y TUBERIAS |
| 4 | TUBERIAS |
| 5 | AREA TEMPORAL |
| 6 | PILETA DE RECUPERACION |
| 7 | PILETA DE RECUPERACION DE EMERGENCIA |
| 8 | TALLER MECÁNICO 14 M3 |
| 9 | CENTRO DE AUTOLAVADO |
| 10 | EMBOVEDAMIENTO DE TUBERÍA PRESA 6 |
| 11 | DIQUE DE CLARIFICACIÓN DE AGUA DE LA PRESA 6 |
| 12 | CONTRAPOZO ROBBINS ALIMAK |
| 13 | CONTRAPOZO ROBBINS TEPETARERO |
| 14 | CONTRAPOZO ROBBINS PILETAS |
| 15 | CONTRAPOZO ROBBINS SUBESTACIÓN PARA LA INYECCIÓN DE JAL |
| 16 | CONTRAPOZO ROBBINS LUPITA PARA LA INYECCIÓN DE JAL 1 |
| 17 | ESTACIÓN DE COMBUSTIBLES |
| 18 | CAMINO A ACCESO ROBBIN LUPITA |

### II.1.2. Justificación

Este proyecto se justifica debido a que actualmente los dos depósitos de jales activos de la Unidad Minera San Martín de la empresa Industrial Minera México S.A. de C.V.; denominados Presa 5-7 y Presa 6, operan mediante el proceso de celdas de extracción y deposición, el cual se encuentra condicionado a la disponibilidad de sitios para acomodo de jal seco.

Motivo por el que se proyecta construir un nuevo depósito, denominado “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas”, con el cual se estará en condiciones de atender las necesidades de operación en el largo plazo, siempre manteniendo la seguridad durante el almacenamiento de los jales generados durante el proceso de beneficio, así como en del agua que será retornada al proceso minimizando el consumo de agua cruda.

Así pues, previendo una posible interrupción en la producción debido a la ausencia de un sitio adecuado para disponer los residuos mineros generados durante el proceso de beneficio, la promovente ha diseñado una obra para este fin, con capacidad suficiente para almacenar el

volumen de jales que se generaría durante **219.12 meses** de producción continua a un ritmo de **2,778 toneladas por día.** Dicha obra se ha denominado como "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras asociadas" (Proyecto), y es la que suscita la elaboración y presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental, ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para su autorización en materia de impacto ambiental conforme al marco jurídico aplicable, teniendo como base la Guía para obras del Sector Minero en su Modalidad Regional.

***Contribución al desarrollo sustentable de la región***

De acuerdo con las definiciones contenidas en el Artículo 3° fracción I de la LGEEPA, Ambiente es el conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

Bajo este concepto, el proyecto de la Unidad Minera San Martín, que cuenta con factibilidad técnica, viabilidad comercial, que por sus características y dimensiones tendrá una influencia mayor en el entorno socioeconómico de la región, y que se desarrollará bajo una firme política que dicta el compromiso de la empresa promovente por prevenir la contaminación, garantizar un lugar seguro y saludable para su personal, establecer buenas relaciones con las comunidades vecinas, cumplir con los requisitos legales y otros, y mejorando continuamente los procesos productivos a través de un Sistema de Gestión Integral, estableciendo diversos controles para mitigar los impactos que generará; encuentra su principal justificación precisamente en el desarrollo sustentable que pretende generar, donde coincidan el crecimiento económico, el bienestar social, el aprovechamiento eficiente de los recursos naturales y la conservación del ecosistema en el que está inmerso.

### II.1.3. Ubicación física y dimensiones del proyecto

El proyecto se ubica en la localidad de San Martín, en el municipio Sombrerete, en el estado de Zacatecas, al noroeste de la cabecera municipal, con la siguiente dirección: Calle Mineral San Martín S/N, localidad San Martín C.P. **XXXXXXXX**, Sombrerete, Zacatecas.

Para la ubicación del proyecto consideró la topografía, hidrología y sismicidad de la zona, el proceso constructivo se ha seleccionado de acuerdo con las especificaciones de la NOM-141-SEMARNAT-2003, que resultó ser el de "Aguas Abajo" con jales gruesos cicloneados (arena).

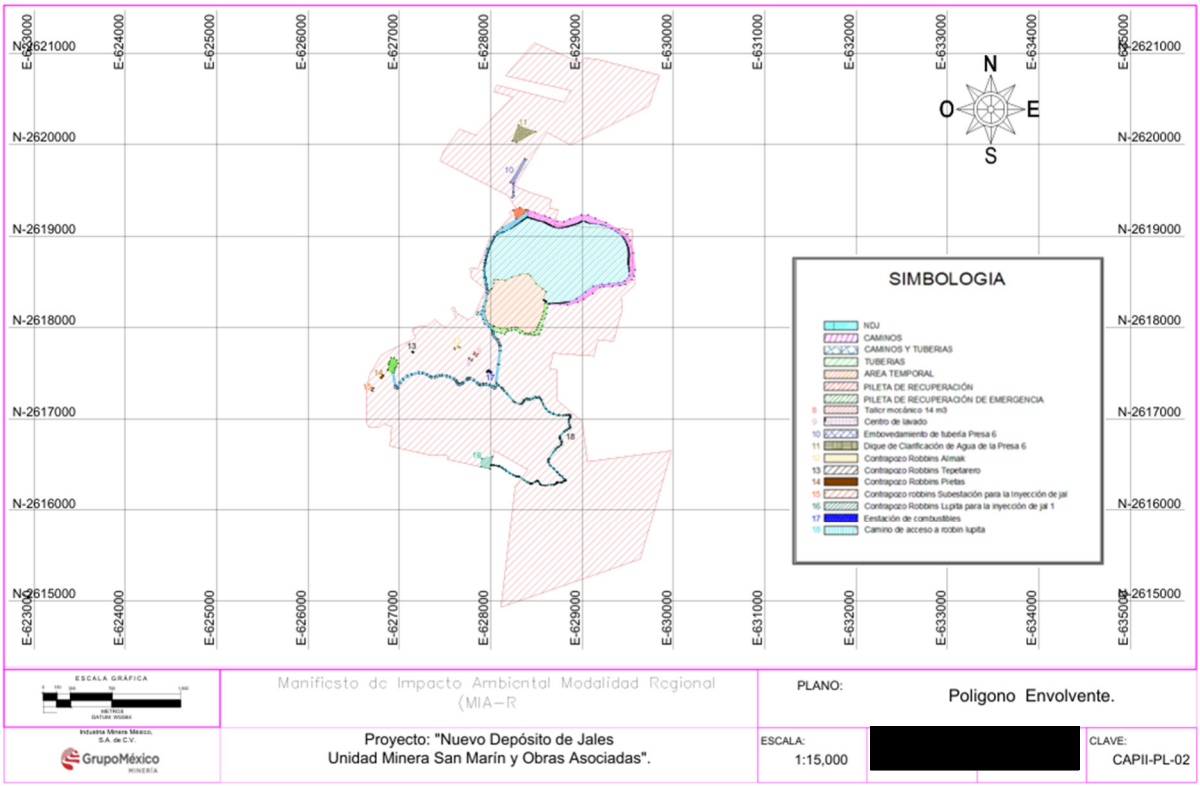



*Figura II. 1. Obras del proyecto.*

Como se puede observar, algunas secciones de las tuberías tanto del sistema de recuperación de agua y del sistema de rebombeo de jal se pretenden instalar dentro de los caminos, así como del bordo del depósito de jales nuevo

Las coordenadas de cada una de las obras se pueden encontrar de manera digital en el **Anexo II.1** del presente capítulo para verificar la ubicación. Así mismo, en el **Anexo II.4** se presenta el plano del polígono envolvente con las obras del proyecto.

### II.1.4. Inversión requerida

Se considera un estimado de US$ **XXXXXXXXXXX** (Ciento noventa millones de dólares 00/100), para la ejecución total del proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas” tal como se desglosa de forma general en la Tabla II.2.

*Tabla II. 2. Presupuesto para el proyecto.*

| Concepto | Presupuesto US$ |
|---|---|
| Etapa de Construcción de Bordo Iniciador (2554 msnm) | **XXXXXXXX** |
| Etapa de Primera Sobre elevación (2560 msnm) | **XXXXXXXX** |
| Etapa de Segunda Sobre elevación (2566 msnm) | **XXXXXXXX** |
| Etapa de Tercera Sobre elevación (2570 msnm) | **XXXXXXXX** |
| Etapa de Cuarta Sobre elevación (2580 msnm) | **XXXXXXXX** |
| *Preparación del sitio y Construcción* | **XXXXXXXX** |
| *Operación y mantenimiento* | **XXXXXXXX** |

| Concepto | Presupuesto US$ |
|---|---|
| *(Durante las 5 etapas operativas)* | |
| *Cierre y Abandono* | ***XXXXXXXX*** |
| **Inversión final** | **US$ XXXXXXXX** |

Adicionalmente por la aplicación de las medidas manifestadas en el Capítulo VI de esta MIA, propuestas para la prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales identificados a través del proceso de evaluación realizado, se estima una inversión adicional de aproximadamente de $ **XXXXXXXX** MXN.

***Periodo de recuperación del capital***

Debido que este proyecto es una obra de servicios asociada de forma directa a la operación de la Unidad Minera San Martín, no tiene un periodo neto de recuperación de capital. La recuperación de la inversión se obtendrá a través del aprovechamiento de las reservas minerales, de tal modo, que cada tonelada producida, llevará un costo por la inversión y operación de este proyecto.

La inversión para el proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas” proviene completamente de los recursos de Industrial Minera México, S.A. de C.V., es decir, es un proyecto financiado por la propia empresa promovente (inversión privada).

Cabe mencionar, que, estos montos son exclusivos de este proyecto, ya que cada proyecto se considera como una obra independiente, por lo que la inversión es adicional de cualquier otra que pueda manejarse como presupuesto de la Unidad Minera San Martín y sus obras asociadas.

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

El proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad San Martín”, ha sido diseñado de acuerdo con las especificaciones y criterios mencionados en la NOM-141-SEMARNAT-2003, que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y post-operación de depósitos de jales, el cual estará conformado por un depósito de jales diseñado con el método aguas abajo, un sistema de recuperación de agua, un sistema de rebombeo de jal y la rehabilitación de caminos.

A continuación, se enlistan los conceptos revisados para este proyecto:

- Eje de la cortina
- Condición de estabilidad del depósito.
- Distribución de los jales en el vaso del depósito.
- Nivel de desplante de la cortina.
- Banco de material
- Obras asociadas.

A continuación, se describe las características de las obras que componen al proyecto:

***General***

El diseño detallado del depósito de jales tiene en cuenta los siguientes requisitos:

- Confinamiento permanente y seguro de los jales.
- Control, recolección y reutilización de aguas de escorrentía y de proceso en Depósito de jales, incluida la recuperación y el retorno de posibles filtraciones.
- El agua recolectada en el Depósito de jales se transferirá a la planta, y la extensión de la poza sobrenadante se mantendrá al mínimo en todo momento.
- Tener la suficiente capacidad de almacenamiento para contener la tormenta de diseño en el Depósito de jales (10,000 años).
- Monitoreo continuo de la construcción y las operaciones para asegurar que se alcancen los objetivos de funcionamiento y se cumplan los criterios de diseño.

**1. Depósito de Jales**

La principal función de esta obra es almacenar un volumen total de15.94 millones de $m^3$ de jales que se generarán en la planta de proceso por un periodo de 20 años, por lo que para la construcción del nuevo depósito de jales y obras asociadas se requerirá una superficie de 170.62 ha, para el depósito de jales será conformado de la siguiente manera:

- Durante la etapa del Bordo iniciador (elevación = 2554 msnm): total de 3.83 Millones de m3 de jal.
- Durante la etapa Sobre elevación – I (elevación = 2560 msnm): total de 6.13 Millones de m3 de jal.
- Durante la etapa Sobre elevación – II (elevación = 2566 msnm): total de 8.95 Millones de m3 de jal.
- Durante la etapa Sobre elevación – III (elevación = 2572 msnm): total de 12.22 Millones de m3 de jal.
- Durante la etapa Sobre elevación – IV (elevación = 2578 msnm): en esta última etapa se tiene un total de 15.94 Millones de m3 de jal.

Para tener un mejor contexto, a continuación, se describe la conformación de cada parte de la presa.

- Bordo iniciador

El bordo iniciador requerirá una superficie de 13.51 ha., y será construido mediante el método aguas abajo. Este método constructivo provee un bordo más seguro al ser comparados con los métodos aguas arriba y eje central, básicamente porque la estabilidad no depende de las propiedades de resistencia de los jales.

Para iniciar la construcción de la cimentación del sitio en donde se propone el bordo iniciador, es necesario retirar la capa vegetal, así como todo el material que no es apto para formar parte de la cimentación que pueda provocar un deslizamiento.

Una vez retirado el material que no cumple con las características, se procederá a realizar el dentellón que este será construido con un volumen aproximado de 741,315 $m^3$ de material impermeable (arcillas) compactado al 95% del P.V.S.M.

Concluido el dentellón, se procederá con la construcción del bordo iniciador el cual será conformado de inicio con la colocación de aproximadamente 138,588 $m^3$ de material graduado para filtro (arenas y gravas), después se agregarán 138,583 $m^3$ de arena fina a media para transición y por último 1,375,313 $m^3$ de material bien graduado (arenas finas a medias con porcentajes de finos del 20%), todo esto será compactado al 95% del P.V.S.M y llegará a la cota 2554 m.s.n.m., dejando un ancho de corona de 9 m y llegando a una altura de 49.6 m.

Cabe mencionar que el material que será utilizado para la construcción de este bordo iniciador será obtenido del material que resulte de la excavación que se realizará para la conformación del vaso de almacenamiento.

Ya instalado el bordo iniciador y llegado a la altura 2554 m.s.n.m., se contempla la construcción de 4 sobrelevaciones que permitirán una vida operativa de 20 años. Estos crecimientos que de igual manera serán construidos por el método “aguas abajo”, tendrán taludes con pendientes de 2.5H:1V y un incremento por crecimiento de 6 m, mismos que serán compactados y reforzados con la colocación de textiles.

Las características de cada sobrelevación se mencionaron anteriormente y se describe a continuación:

- Durante la etapa Sobre elevación –I (elevación = 2560 msnm), total de 6.13 millones de $m^3$ de jal.
- Durante la etapa Sobre elevación –II (elevación = 2566 msnm), total de 8.95 millones de $m^3$ de jal.
- Durante la etapa Sobre elevación –III (elevación = 2572 msnm), total de 12.22 millones de $m^3$ de jal.
- Durante la etapa Sobre elevación –IV (elevación = 2578 msnm), total de 15.94 millones de $m^3$ de jal.

Como se menciona, estas sobrelevaciones serán realizadas con jales semi secos mecánicamente estabilizados con geotextiles. Para ver la viabilidad del uso de los jales, se procedió a realizar pruebas mecánicas, así como se mandaron muestras para obtener la caracterización de estos mediante pruebas analíticas tal como lo indica la NOM-141-SEMARNAT-2010 dando como resultado que el jal no es generador de drenaje ácido.
Para la construcción del “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín”, se inicia con la fundación del bordo con materiales graduados provenientes del material enrocado que se genere durante la preparación del vaso de este hasta una altura en la sección máxima de **49.6.** Los crecimientos se realizarán mediante el proceso constructivo aguas abajo con jales gruesos semi-secos mecánicamente estabilizados con geotextiles, con una pendiente de talud de 2.5H:1V, los jales gruesos (arenas con bajo porcentaje de finos) provienen de los hidrociclones instalados en la cortina y que son alimentados por una estación de rebombeo, que forma parte de este proyecto cumpliendo con lo establecido.

Como se mencionó, la construcción del nuevo depósito de jales se realizará mediante el método de aguas abajo, dejando un ancho de corona de 9.0 m en cada etapa de sobre elevación construida. Respecto al manejo del agua en el vaso del depósito, se mantendrán longitudes de playa de 3 a 4 veces la altura del depósito, generando pendientes hacia la zona de agua clarificada para su extracción por medio de bombas instaladas en balsas o sumergibles y enviadas a las piletas de agua recuperada.

La caracterización de los jales tal como lo indica la NOM.141-SEMARNAT-2010 se pueden encontrar de manera digital en el **Anexo II.2** del presente capítulo.

***Criterios de diseño***

Los criterios técnicos considerados para la selección del sitio y método constructivo del proyecto fueron los indicados en la Norma Oficial Mexicana 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 del depósito de jales.

***Factor de seguridad***

Para el análisis pseudoestático se tomó en consideración el criterio de utilizar la aceleración máxima del terreno ($a_0$) referenciado en el MOC-CFE-2015 y de acuerdo con la normativa internacional se refiere que para un depósito de jales cercano a una población se utilice un periodo de retorno (Tr) de 10,000 años, para el caso de estudio el "$a_0$" considerado fue de 0.18. De la evaluación del factor de seguridad con la metodología del equilibrio límite para las condiciones estático y de 1.19 a 1.75 para el caso pseudoestático.

Como los resultados obtenidos de los análisis de estabilidad, se puede concluir que la condición proyectada para cada una de las Etapas Constructivas del depósito de jales es estable, siendo así que cumple con los factores de seguridad mínimos recomendados por CFE, la ICOLD y la ANCOLD, entre otras.

***Caracterización de jales***

Considerando que el Proyecto implica la construcción de una nueva obra para la disposición de los jales producidos en el proceso operativo de beneficio actual.

Las caracterizaciones de los jales resultantes de proceso, en la actualidad, corresponden a colas de proceso no generadoras de drenaje ácido (alto potencial de neutralización) y material sin características de residuos peligrosos al ambiente por su toxicidad. La caracterización de jales conforme a la NOM-141-SEMARNAT-2003 y NOM-052-SEMARNAT-2005, se presenta en el **Anexo II.2**.

**2. Sistema de rebombeo y conducción de jales a partir del cajón de colas (existente), de la concentradora hasta el "Nuevo Depósito de Jales Unidad San Martín"**

Las colas finales provenientes de la Planta concentradora, descargan a un cajón de recibo de jales (existente) ubicado en la Planta de beneficio, para la deposición de jales en el depósito se construirá una estación de bombeo para la conducción con la presión requerida por los hidrociclones; para ello se utilizarán bombas centrífugas adecuadas para bombear el fluido con una concentración de sólidos 30-35%, mediante 2 tuberías de conducción con diámetro adecuado y con un longitud aproximada de 4.6 km, las tuberías se colocarán en la trayectoria existente y hasta la corona de la cortina del depósito, en donde se instalarán hidrociclones para separación de jales gruesos semi-secos (jales pasta) y lamas para su disposición final en el depósito.

Los equipos eléctricos y de bombeo se alimentarán por medio de una subestación y una línea eléctrica conectada a una subestación o línea más cercana a la Unidad Minera.

**3. Sistema de recuperación de agua desde las piletas del "Nuevo Depósito de Jales Unidad San Martín", hasta las piletas proyectadas de agua recuperada en la planta de beneficio de la Unidad San Martín.**

El agua acumulada en el vaso del depósito de jales será recuperada por medio de bombas instaladas en balsas y enviadas por medio de tubería hacia las piletas de agua recuperada.

El sistema de conducción de agua recuperada, contará con dos piletas de sedimentación, en las cuales se asientan los sólidos por efecto de la gravedad para acumularse en el fondo de la estructura, para su posterior retiro y limpieza, el agua clarificada pasará a un cárcamo de bombeo y será conducido por medio de un sistema de bombeo, hasta las piletas existentes de agua recuperada en la Planta de beneficio de la Unidad Minera para su posterior utilización, la tubería que se instalará será de acuerdo a las características del proyecto y se instalará a la orilla del camino de servicio con una longitud aproximada de **4.65 km.**

Los equipos de bombeo se alimentarán por medio de diésel y/o una línea eléctrica conectada a la más cercana a la zona de bombeo.

Es importante comentar, que paralelo a los caminos de acceso, se instalarán las tuberías (agua recuperada y jales); así como una línea de transmisión, la cual alimentará a la subestación y esta a su vez, a la estación de bombeo.

**4. Acondicionamiento y generación de jales.**

Estas instalaciones ya se encuentran construidas en la zona oriente de la unidad minera, donde el jal es generado dentro de la Planta de Beneficio y acondicionado para su traslado a la presa de jales por medio de piletas de espesamiento de jales, estación de bombeo, subestación eléctrica, piletas de captación de derrames, talleres de mantenimiento molinos y patios de materiales.

En esta zona se construirán dos nuevos contrapozos robbins que se usarán para inyectar jales al interior de la mina. Estos contrapozos serán de 3.66 metros de diámetro a una profundidad de 563 y 551 metros de profundidad desde superficie hasta el nivel 18 periférico, para enviar relleno a interior mina, removido de la presa de jales en camiones de 14 m3. Uno de ellos se denominará "Piletas" y el otro será llamado "Subestación Eléctrica"

**5. Conducción e inyección de jales.**

Esta área se encuentra contigua al área de acondicionamiento y es usada para trasladar los jales hacia la presa de jales, inyectar jal al interior de la mina a través de contrapozos robbins, barrenos de exploración y bocaminas antiguas. En la zona existen bocaminas, tiros y contrapozos de acceso a la mina, colonia de empleados y oficinas.

En este sector se construirán dos nuevos contrapozos robbins que se usarán para inyectar jal al interior de la mina, estos contrapozos serán de 3.66 metros de diámetro a una profundidad de 550 y 552 metros desde superficie hasta el nivel 20, para enviar relleno a interior removido de la presa de jales en camiones de 14 $m^3$ uno de ellos será llamado “Alimak” y el otro se denominará “El Tepetatero”

6. **Servicios auxiliares y manejo de jales.**

En esta zona ya se encuentran construidos los talleres de mantenimiento, almacenes de materiales, almacenes de combustibles, almacenes de residuos peligrosos, oficinas administrativas, instalaciones de contratistas, instalaciones antiguas de una planta de beneficio, una rampa “Victoria” para ingreso de jales a la mina, patios de secado y almacenamiento temporal de jales o tepetates en espera de ser ingresados a la mina, el acondicionamiento de jales para su ingreso a la mina se hará sobre una antigua presa de jales.

En esta zona se construirá una obra adicional para mantenimientos menores de los equipos que se usan para el movimiento de jales hacia el interior de la mina que se denominará “El Catorce Metros Cúbicos”

7. **Selección y preparación de jales para traslado a mina.**

Antes de ser cargados los jales para su transporte al interior de la mina, estos se tratan por medio de una secuencia de celdas que se construyen sobre la superficie de las presas de jales que son operadas alternadamente para retirar el exceso de humedad en los jales de tal manera que permita su manipulación y traslado en camiones de volteo, para esta actividad se usan tractores tipo buldócer, retroexcavadoras o cargadores frontales y camiones de volteo, y forman parte de los procedimientos diarios de la unidad minera, el abastecimiento de combustible de estos equipos se lleva a cabo en la estación de combustibles con que cuenta la unidad minera.

La descarga se realizará con espigas, los jales se sedimentan y el agua se dirige por gravedad alejada a la cortina de la presa y se bombea al estanque de agua en el fondo del vaso. La operación de la presa se realizará mediante la conformación de celdas/fosas de depositación, vaciando jales pulpa dirigidos del bombeo de jales desde planta de beneficio. El manejo de jales involucra un ciclo de depositación, secado y extracción de jales, para la formación de vaso en el depósito y el aprovechamiento de jal para el rellene de obras en interior mina, así como para el mantenimiento de los bordos intermedios de las celdas construidas. El sistema de celdas tiene el objetivo de la mejora en la depositación, secado y extracción de jal, delimitando áreas menores para agilizar el ciclo de manejo de jales.

Para el manejo y preparación de jales se abarca la operación de presa de jales 06, ubicada en un predio contiguo, el sistema de descarga de los jales hacia la mencionada presa consta de 2 líneas de PEAD de 12” con una longitud de 600 m tirada sobre terreno natural.

Se planea la construcción de cunetas de contención de la línea y 2 piletas de emergencia. El tramo de pileta es de 600 m con una sección trapezoidal y las piletas de una superficie de 15x5 con 2 m de profundidad.

Para la recuperación de agua se rehabilitará un dique que permita la calificación del agua recuperada para vaciado hacia piletas de bombas verticales y posteriormente para su conducción hacia planta. La construcción será una excavación de 4 m de profundidad con bordos intermedios para la sedimentación de sólidos y clarificación del agua.

Para la preparación y manejo de jales se construirá una obra adicional que servirá para que los operarios laven los vehículos usados en el proyecto antes de que abandonen las instalaciones, esta obra se construirá con el fin de prevenir dispersión de jales hacia el exterior de la propiedad, esta obra se denominará “Autolavado El Catorce Metros Cúbicos”

**8. Acarreo de jales y obras auxiliares.**

Los jales previamente secados son acarreados a las bocaminas La Verde y La Victoria que se encuentran al sur y centro de las instalaciones, este acarreo se hace por medio de camiones de volteo para su ingreso al interior de la mina para relleno y estabilidad de las áreas operativas. El abastecimiento de combustible de estos equipos se lleva a cabo en la estación de combustibles con que cuenta la unidad minera, en esta área se construirá un contrapozo Robbins a un costado de un camino existente, este contrapozo será de 3.66 metros de diámetro a una profundidad de 745 metros desde superficie hasta el nivel 20, para enviar relleno a interior removido de la presa de jales en camiones de 14 m3 y será denominado “Lupita”.

**9. Caminos de acceso**

El Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín requerirá de caminos de acceso, que en su mayoría serán por las brechas existentes. Por lo anterior se rehabilitarán bajo características de rodamiento, curvatura y pendiente en función de los vehículos que se usan dentro de la Unidad Minera San Martín.

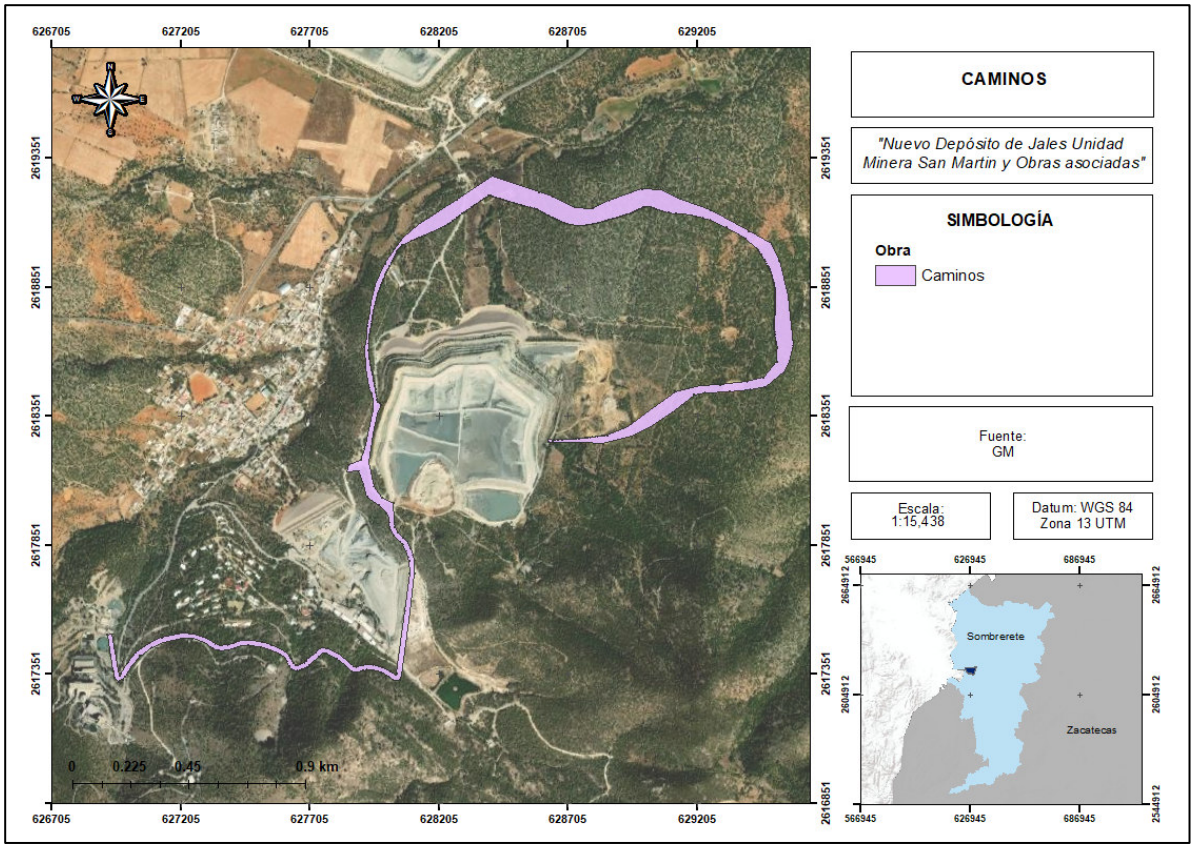



*Figura II. 2. Caminos de acceso del proyecto.*

A continuación, se menciona la infraestructura y obras asociadas a las obras que quedarían inmersas en el área propuesta:

- Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín 1
- Piletas de agua recuperada
- Estación de rebombeo 1
- Tramo de tubería de jales
- Tramo de tubería de agua recuperada
- Tramo de camino de acceso
- Acondicionamiento y generación de jales
- Conducción e inyección de jales
- Servicios auxiliares y manejo de jales
- Selección y preparación de jales para traslado a la mina
- Acarreo de jales y obras auxiliares

A continuación, se describirán cada una de las obras nuevas que se llevarán a cabo:

***Construcción de Nuevo Depósito de Jales Unidad San Martín***

Los criterios técnicos considerados para la selección del sitio y método constructivo del proyecto fueron los indicados en la Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003, que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la

caracterización y preparación de sitio, proyecto, construcción, operación y posoperación del depósito de jales.

Para el análisis pseudoestático, se tomó en consideración el criterio de utilizar la aceleración máxima del terreno (a0) referenciado en el MOC-CFE-2015 y que de acuerdo con la normativa internacional se refiere que para un depósito de jales cercano a una población se utilice un período de retorno (Tr) de 10,000 años, para el caso de estudio el considerado fue de 0.18. De la evaluación del factor de seguridad con la metodología del equilibrio límite para las condiciones estática y pseudoestática de la etapa actual, se obtuvieron valores que van de 1.86 a 2.47 para el caso estático y de 1.19 a 1.75 para el caso pseudoestático.

Con los resultados obtenidos de los análisis de estabilidad, se puede concluir que la condición proyectada para cada una de las Etapas Constructivas del depósito de jales es estable, siendo así que cumple con los factores de seguridad mínimos recomendados por CFE, la ICOLD y la ANCOLD, entre otras.

En la figura II.3 y figura II.4 se muestran la planta y perfil de construcción del Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín.




*Figura II. 3. Planta de construcción del Nuevo Depósito de Jales Unidad San Martín.*

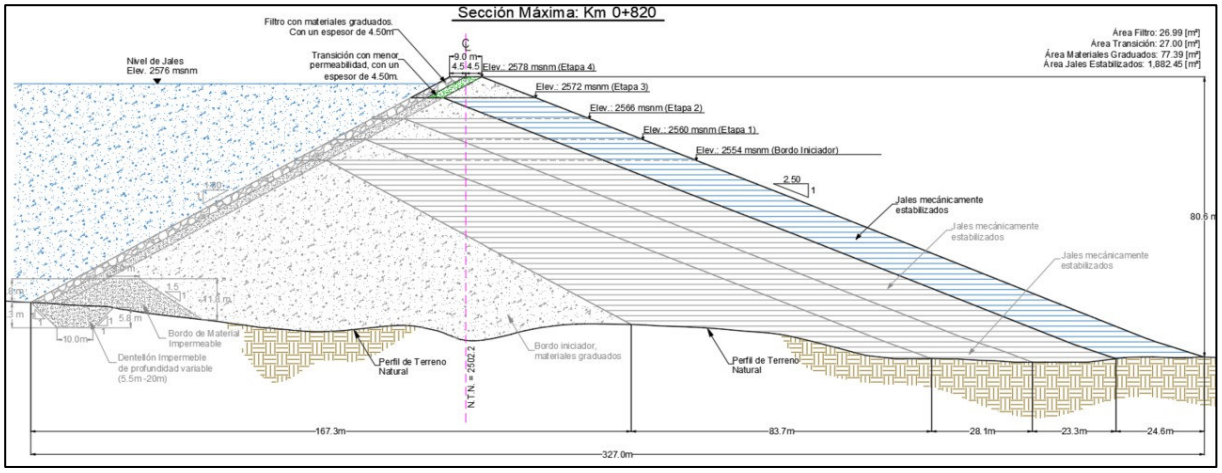



*Figura II. 4. Perfil de construcción del Nuevo Depósito de Jales Unidad San Martín.*

El depósito de jales que tendrá el volumen disponible para almacenar los sólidos de los jales, una porción del agua empleada en su transporte y el volumen para manejar las aguas pluviales que caen dentro del vaso abarcará una superficie de 120.27 ha.

Los parámetros de resistencia para el terreno de cimentación, específicamente del estrato superficial identificado como suelo con fragmentos de roca, se estimaron a partir de los resultados de los sondeos mixtos, con las correlaciones propuestas por Wolf (1989), Kulhawy y Mayne (1990) y Hatanaka y Uchida, (1996). Para el caso de los estratos más profundos, donde se identificó roca caliza de mediana a buena calidad, se asignó una resistencia heterogénea debido al tipo de roca, su intemperismo identificado en los núcleos obtenidos, así como a los resultados de los ensayes realizados a las muestras de roca.

Respecto a los jales, de manera conservadora, se asumió un comportamiento contractivo, tanto para materiales gruesos como finos y se propusieron parámetros a partir de la exploración realizada en 2022 para la instalación de instrumentación, así como del laboratorio de control de calidad que se realiza constantemente en los depósito de jales activos, asignando un comportamiento drenado a los materiales por encima de la línea de corriente superior (LCS) y un comportamiento no drenado a los materiales saturados por debajo de la LCS.

Finalmente, para las etapas de sobreelevación, al proyectarse mediante el proceso constructivo de aguas abajo y con jales semi secos gruesos (arenas) mecánicamente estabilizados con geotextiles, se asignaron propiedades de resistencia medidas en el proceso de compactación de los jales semi secos en bordos, así como la integración de geomallas para incrementar la resistencia al esfuerzo cortante.

***Piletas de agua recuperada***

El sistema de conducción de agua recuperada contará con piletas de sedimentación, en las cuales se asientan los sólidos por efecto de la gravedad para acumularse en el fondo de la estructura, para su posterior retiro y limpieza. El agua clarificada pasará a un cárcamo de bombeo y será conducido por medio de un sistema de bombeo, hasta tanques de agua recuperada en la planta de beneficio de la unidad.

***Construcción de tuberías***

Se construirán dos líneas de conducción, la primera línea corresponde a la conducción de jales e inicia desde la planta de beneficio y concluye hasta la corona del NDJ-SM, con una longitud aproximada de 4.6km. La segunda línea corresponde a la de agua recuperada, e inicia desde las piletas de agua recuperada, así como de la zona de aguas clarificadas en el vaso del depósito, con una longitud aproximada de 4.65 km. Cabe resaltar, que se instalarán en los extremos de los caminos existentes, así como en el trazo actual de la conducción de jales.

***Subestación eléctrica***

Los equipos eléctricos y de bombeo, se alimentarán por medio de una subestación y una línea eléctrica conectada a una subestación principal existente. La energía eléctrica es suministrada por la Comisión Federal de Electricidad, recibida y distribuida por la subestación.

El fortalecimiento de la infraestructura de transmisión y distribución permite garantizar la conducción suficiente y oportuna del fluido eléctrico a los centros de consumo, evitar descargas y aumentar la seguridad de las instalaciones.

***Línea de transmisión***

Por las características del proyecto, es necesario contar energía eléctrica para alimentar los equipos de bombeo, hidrociclones, etc. Por lo que se conectaran a la línea más cercana de acuerdo con la ubicación de los equipos.

***Caminos de acceso***

El nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín requerirá de caminos de acceso, que en su mayoría serán por las brechas existentes. Por anterior se rehabilitarán bajo características de rodamiento, curvatura y pendiente en función de los vehículos que se usan dentro de la Unidad Minera San Martín.

***Bancos de materiales***

Uno de los componentes principales del Nuevo Depósito de Jales Unidad San Martín, es el bordo iniciador. Para poder construir dicho bordo, es necesario contar con el material adecuado en cantidad y calidad. Por lo anterior, se incluyó dentro del proyecto un banco para la extracción de material, conformación y estructuración del bordo,

***Obras asociadas***

Para la operación y mantenimiento del nuevo Depósito de Jales Unidad San Martín, se usarán las instalaciones existentes en la unidad minera y se adicionarán cinco contrapozos Robbins para inyección de jales al interior de la mina, un área para mantenimientos menores y otra para lavado de los equipos usados para el movimiento de jales, los cuales se describen a continuación:

***Descripción del Robbins “Piletas”***

El Proyecto consta de la construcción de un robbins de 3.66 metros a una profundidad de 563 metros de profundidad desde superficie hasta el nivel 18 periférico, para enviar relleno a interior mina, removido de la presa de jales en camiones de 14 m3.

*Etapas de la construcción del Robbins "Piletas":*

- Limpieza del área.
- Trazo del proyecto mediante marcaje con cal hidratada.
- Remover tierra floja del área por medios mecánicos hasta encontrar terreno firme.
- Cimbrar el polígono para el área de robbins con madera.
- Suministro, fabricación y colocación de concreto premezclado comercial con factor de resistencia =250 kg/cm2, 90 m3.
- Fraguado de concreto por 10 días.
- Quitar cimbra de madera 2 días de trabajo.
- Instalación de Maquina robbins por 2 semanas.
- Iniciar con el pilotaje profundidad 551 metros a 12 pulgadas de diámetro, 5 meses. El detrito producido por la barrenación se llevará a los rebajes en interior mina para relleno.
- Se rimará el robbins con un diámetro de 3.66 metros, a la profundidad de 551 metros, el material producido por rimado se utilizará en relleno para los rebajes de interior mina.

***Descripción del Robbins ¨Sub-Estación Eléctrica¨***

El Proyecto consta de la construcción de un robbins de 3.66 metros a una profundidad de 551 metros de profundidad desde superficie hasta el nivel 18 periférico, para enviar relleno tipo jal a interior de la mina removido de la presa de jales en camiones de 14 m3.

*Etapas de la construcción del Robbins "Sub-Estación Eléctrica":*

- Limpieza del área.
- Trazo del proyecto mediante marcaje con cal hidratada.
- Remover tierra floja del área por medios mecánicos hasta encontrar terreno firme.
- Cimbrar el polígono para el área de robbins con madera.
- Suministro, fabricación y colocación de concreto premezclado comercial con factor de resistencia =250 kg/cm2, 65 m3.
- Fraguado de concreto por 10 días.
- Quitar cimbra de madera 2 días de trabajo.
- Instalación de Maquina robbins por 2 semanas.
- Iniciar con el pilotaje profundidad 551 metros a 12 pulgadas de diámetro, 5 meses. El detrito producido por la barrenación se llevará a los rebajes en interior mina para relleno.
- Se rimará el robbins con un diámetro de 3.66 metros, a la profundidad de 551 metros, el material producido por rimado se utilizará en relleno para los rebajes de interior mina.

***Descripción del Robbins "Alimak"***

El Proyecto consta de la construcción de un robbins de 3.66 metros a una profundidad de 550 metros desde superficie hasta el nivel 20, para enviar relleno a interior removido de la presa de jales en camiones de 14 $m^3$.

*Etapas de la construcción del Robbins "Alimak":*

- Limpieza del área.
- Trazo del proyecto.

- Remover tierra floja del área por medios mecánicos.
- Cimbrar el polígono para el área de robbins.
- Suministro, fabricación y colocación de concreto premezclado comercial F'c=250 kg/cm$^2$, 70 m$^3$.
- Fraguado de concreto 10 días.
- De cimbrado de madera 2 días.
- Instalación de Maquina robbins.
- Iniciar con el pilotaje profundidad 550 metros, 2 meses. El detrito producido por la barrenación se llevará a los rebajes en interior mina para relleno.
- Se rimará el robbins con un diámetro de 3.66 metros, a la profundidad de 550 metros, el material producido por rimado se utilizará en relleno para los rebajes de interior mina.

***Descripción del Robbins "Tepetatero"***

El Proyecto consta de la construcción de un robbins de 3.66 metros a una profundidad de 550 metros desde superficie hasta el nivel 20, para enviar relleno a interior mina, removido de la presa de jales en camiones de 14 m3.

*Etapas de la construcción del Robbins "Tepetatero":*

- Limpieza del área.
- Trazo del proyecto.
- Remover tierra floja del área por medios mecánicos.
- Cimbrar el polígono para el área de robbins.
- Suministro, fabricación y colocación de concreto premezclado comercial F'c=250 kg/cm2, 70 m3.
- Fraguado de concreto 10 días.
- De cimbrado de madera 2 días.
- Instalación de Maquina robbins.
- Iniciar con el pilotaje profundidad 550 metros, 2.5 meses. El detrito producido por la barrenación se llevará a los rebajes en interior mina para relleno.
- Se Rimará el robbins con un diámetro de 3.66 metros, a la profundidad de 550 metros, el material producido por rimado se utilizará en relleno para los rebajes de interior mina.

***Descripción del Robbins "Lupita"***

El Proyecto consta de la construcción de un robbins de 3.66 metros a una profundidad de 745 metros desde superficie hasta el nivel 20, para enviar relleno a interior mina, removido de la presa de jales en camiones de 14 m$^3$.

*Etapas de la construcción del Robbins* "Lupita"*:*

- Limpieza de maleza en el área.
- Trazo del proyecto.
- Remover tierra floja del área por medios mecánicos.
- Cimbrar el polígono para el área de robbins.

- Suministro, fabricación y colocación de concreto premezclado comercial F'c=250 kg/cm2, 70 m3.
- Fraguado de concreto 10 días.
- De cimbrado de madera 2 días.
- Instalación de Maquina robbins.
- Iniciar con el pilotaje profundidad 745 metros, 2.5 meses. El detrito producido por la barrenación se llevará a los rebajes en interior mina para relleno.
- Se Rimará el robbins con un diámetro de 3.66 metros, a la profundidad de 745 metros, el material producido por rimado se utilizará en relleno para los rebajes de interior mina.

***Área para taller de Mantenimientos Menores "El Catorce Metros Cúbicos"***

El proyecto consta de una obra para mantenimientos menores de la maquinaria pesada y camiones volteo con capacidad para 14 metros cúbicos para el acarreo de mineral y/o jal, los mantenimientos mayores se harán en los talleres que ya están construidos en la unidad minera. El drenaje del área del taller se direccionará a una pileta de separación agua - aceite – sólidos, donde se instalará un sistema que bombeará el agua libre de grasas y aceites hacia el sistema de recuperación y reúso de agua de la planta de beneficio. Las grasas y aceites se separarán hacia otra pileta para ser enviados al área de almacenamiento de residuos peligrosos, también ya existente en la unidad minera, y el jal sedimentado se enviará de regreso a la presa de jales.

*Etapas de la construcción del taller de Mantenimientos Menores "El Catorce Metros Cúbicos"*

- Trazo y nivelación del área.
- Sondeo para el análisis de suelos con laboratorio.
- Rellene y compactación para la creación de terraplén nivelado.
- Excavación para el desplante de zapatas y muros.
- Colocación de acero de refuerzo f´c=4200
- Suministro, fabricación y colocación de concreto premezclado comercial F'c=200 kg/cm$^2$.
- Suministro y colocación de block pegado con cemento arena en una relación de 30-70.
- Suministro y colocación de estructura metálica para nave y soporte de grúa viajera.
- Suministro y colocación de lámina galvanizada pintro en paredes y techumbre.
- Suministro y colocación de pisos a base de concreto premezclado F'c=250 kg/cm2.
- Suministro y montaje de grúa viajera.
- Suministro y colocación de líneas de servicio para agua, aire comprimido y energía eléctrica.

***Área de Autolavado "El Catorce Metros Cúbicos"***

Dicho proyecto consta en la construcción de una plancha de concreto para el lavado para equipos de la mina que se usan en la preparación y acarreo de jales y se hará para eliminar los jales adheridos al equipo antes de abandonar el área y evitar la dispersión de jales por este medio hacia el exterior de la propiedad. Actualmente no se cuenta con un centro de lavado asignado una vez concluido el uso de estos.

El drenaje del área de autolavado se direccionará a la pileta de separación agua - aceite – sólidos del taller de mantenimientos menores, donde se instalará un sistema que bombeará el agua libre

de grasas y aceites hacia el sistema de recuperación y reúso de agua de la planta de beneficio. Las grasas y aceites se separarán hacia otra pileta para ser enviados al área de almacenamiento de residuos peligrosos, existente en la unidad minera, y el jal sedimentado se enviará de regreso a la presa de jales.

**Superficie total requerida para el proyecto**

Cabe mencionar que la poligonal del Nuevo Depósito de Jales Unidad San Martín y Obras Asociadas tiene una superficie total de 170.62 ha. En la siguiente tabla se desglosan las superficies de cada una de las obras, estas serán utilizadas primeramente para la construcción y posteriormente para llevar a cabo las actividades de operación, conservación y mantenimiento de las instalaciones.

*Tabla II. 3. Superficie toral que ocupa el proyecto.*

| POLIGONO | SUPERFICIE (M2) | SUPERFICIE (Ha) | % |
|---|---|---|---|
| NDJ | 1,030,156.666 | 103.02 | 60.38% |
| CAMINOS | 128,334.212 | 12.83 | 7.52% |
| CAMINOS Y TUBERIAS | 90,769.613 | 9.08 | 5.32% |
| TUBERIAS | 29,429.037 | 2.94 | 1.72% |
| AREA TEMPORAL | 328,000.154 | 32.80 | 19.22% |
| PILETA DE RECUPERACION | 9,839.300 | 0.98 | 0.58% |
| PILETA DE RECUPERACION DE EMERGENCIA | 11,451.808 | 1.15 | 0.67% |
| TALLER MECÁNICO 14 M3 | 864.179 | 0.09 | 0.05% |
| CENTRO DE AUTOLAVADO | 451.006 | 0.05 | 0.03% |
| EMBOVEDAMIENTO DE TUBERÍA PRESA 6 | 12,372.429 | 1.24 | 0.73% |
| DIQUE DE CLARIFICACIÓN DE AGUA DE LA PRESA 6 | 22,579.169 | 2.26 | 1.32% |
| CONTRAPOZO ROBBINS ALIMAK | 903.839 | 0.09 | 0.05% |
| CONTRAPOZO ROBBINS TEPETARERO | 146.872 | 0.01 | 0.01% |
| CONTRAPOZO ROBBINS PILETAS | 322.905 | 0.03 | 0.02% |
| CONTRAPOZO ROBBINS SUBESTACIÓN PARA LA INYECCIÓN DE JAL | 321.168 | 0.03 | 0.02% |
| CONTRAPOZO ROBBINS LUPITA PARA LA INYECCIÓN DE JAL 1 | 11,419.913 | 1.14 | 0.67% |
| ESTACIÓN DE COMBUSTIBLES | 497.922 | 0.05 | 0.03% |
| CAMINO A ACCESO ROBBIN LUPITA | 28,291.729 | 2.83 | 1.66% |
| TOTAL= | 1,706,151.92 | 170.62 | 100% |

Las coordenadas de cada una de las obras, así como el plano se pueden encontrar de manera digital en el **Anexo II.1** del presente capítulo para verificar la ubicación.

### II.2.1. Programa de trabajo

En ese sentido, para la preparación del sitio del Proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras asociadas”, se llevará a cabo en 4 fases que comprenden en total 24 meses, la Etapa de construcción comprende la construcción del bordo iniciador y 4 etapas de sobre elevación.

Por otra parte, el diseño del “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras asociadas” contempla una vida útil operativa de **20 años**, considerando que la tasa de producción es de **2,778 toneladas por día.** Las etapas y tiempos aproximados de las actividades a realizar se presentan en el **Anexo II.3** Programa de Trabajo.

### II.2.2. Preparación del sitio y Construcción

El proyecto incluye una serie de actividades que se contemplan para su ejecución, las cuales se conjuntan para su análisis en las siguientes etapas:

- Preliminares y Preparación del Sitio
- Construcción
- Operación y mantenimiento

Algunas de las actividades de dichas etapas, son consecutivas de otras, sin embargo, existen algunas partidas dentro de las actividades que pueden ser realizadas simultáneamente.

Por tratarse de actividades dentro de las instalaciones de la Unidad Minera San Martín, la ejecución de los trabajos será interdisciplinaria, con profesionales especializados para no interrumpir la operación y garantizar la seguridad del personal, tanto el destinado para los trabajos como el que labora actualmente.

A continuación, se describen de manera general las etapas previstas en la preparación del sitio y construcción del proyecto.

**Etapa de preparación del sitio**

Una vez que el proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras asociadas”, sea autorizado en materia ambiental, por la instancia gubernamental correspondiente, se iniciará con las actividades de preparación del sitio, que se llevarán a cabo en cuatro etapas de 6 meses cada una, correspondiendo a las obras de bordo iniciador y las sobre elevaciones del depósito de jales.

La maquinaria y equipo para emplearse para la ejecución de las actividades que conciernen a la construcción del Proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y obras asociadas” se presenta a continuación:

*Tabla II. 4. Maquinaria y equipo utilizado para la etapa de preparación del sitio.*

| Equipo | Cantidad | Tiempo estimado (mes) | Tipo de combustible | Tiempo de operación (día) |
|---|---|---|---|---|
| Aplanadora (pata de cabra) | 6 | 6 | Diésel | 12 h |
| Aplanadora (rodillo vibratorio) | 6 | 6 | Diésel | 12 h |
| Camión pipa | 6 | 6 | Diésel | 12 h |
| Camión volteo 14 $m^3$ | 16 | 6 | Diésel | 12 h |
| Cargador Frontal | 6 | 6 | Diésel | 12 h |
| Retroexcavadora | 2 | 6 | Diésel | 12 h |
| Motoconformadora | 4 | 6 | Diésel | 12 h |

Entre las actividades contempladas en la preparación del sitio se consideran:

- ***La rehabilitación de los caminos ya existentes***

Los caminos ya existentes se rehabilitarán para facilitar el tránsito de la maquinaria, equipos y vehículos de carga pesada que realizarán las actividades de preparación del sitio.

- ***Delimitación del terreno y colocación de señales***

La delimitación de las áreas de construcción se realizará utilizando diferentes métodos como la cinta fluorescente, cal, banderines, etc., con las cuales se marcarán los límites de cada obra.

Se realizará el señalamiento y dispositivos para protección en obras, son aquellas señales y elementos que se colocarán de manera provisional, con el fin de garantizar la integridad de las personas y las obras, durante la ejecución de los trabajos. De acuerdo con lo anterior es importante definir la ubicación y el tipo de señalamientos.

Es necesario que la empresa constructora, antes de iniciar cualquier tipo de obra del proyecto, coloque dichas señales verticales, dispositivos y marcas de forma provisional en los diferentes frentes y áreas de trabajo.

- ***Ahuyentamiento y reubicación de fauna silvestre***

Para el desarrollo del proyecto se aplicarán medidas preventivas y de mitigación ambiental mencionadas en el presente estudio, incluida la aplicación de técnicas de ahuyentamiento de especies, el rescate directo de flora y fauna de acuerdo con lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010, cumpliendo así con el numeral 5.4.4 de la NOM-141-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo.

La preparación del sitio se hará en varias actividades: despalme, desmonte, corte y nivelación del terreno y, posteriormente se procederá a la construcción de las obras del proyecto:

- El despalme y desmonte consistirá en el despeje de la vegetación en el área de construcción, con objeto de evitar la presencia de material vegetal en la obra, impedir daños a la misma y permitir buena visibilidad.
- Se realizará mecánicamente con maquinaria especializada. No se utilizará ninguna clase de herbicidas u otros químicos para tales efectos.
- En caso de ser necesaria alguna extracción de material en algún otro lugar que cumpla con las características para material de construcción, se solicitará primero la autorización a las autoridades pertinentes y se actuará según la legislación aplicable.
- Se realizarán las actividades de reubicación de la fauna existente en el sitio, principalmente en los matorrales.

Desde el inicio de los trabajos de extracción de materiales hasta el abandono del sitio, se realizarán las acciones necesarias para asegurar el correcto ahuyentamiento y protección de la fauna silvestre que se pudiera encontrar en el sitio del proyecto.

- ***Desmonte***

El desmonte se hará con maquinaria pesada después de haber salvado las especies en estatus y alguna otra de interés comercial, tanto de flora y fauna.

- ***Despalme y remoción del suelo vegetal***

Los trabajos se realizarán de manera seccionada de acuerdo con el programa de trabajo, ya que la superficie a abarcar es grande y, por lo tanto, como medida de prevención y mitigación de impactos, el desmonte será lento, paulatino y gradual.

Una vez retirada la vegetación forestal, la remoción de la capa vegetal se tiene contemplada a una profundidad de 0 a 50 cm, extrayendo el suelo vegetal existente en el predio; el cual se almacenará en un área específica donde se permitirá el resguardo de suelo vegetal. El suelo recuperado sirve como germoplasma y favorece el desarrollo de las especies nativas por plantar, debido a que es rico en nutrientes.

El depósito de suelo orgánico (despalme) contempla la aplicación de medidas para evitar la pérdida por erosión hídrica y eólica, descritas perimetralmente aisladas por bordos de contención y consolidados mecánicamente durante su tendido y reacomodo.

- ***Corte en el área del vaso***

Como parte de las actividades, se considera la excavación del terreno. Las zonas de corte serán realizadas a cielo abierto y la maquinaria que se utilizará para la excavación, será la adecuada para cada tipo de material que se presente en el banco de materiales. Las excavaciones se ejecutarán siguiendo un sistema de ataque que permita el drenaje del corte; las cunetas se perfilarán con la oportunidad necesaria y en forma tal, que el desagüe no cause perjuicio a los cortes ni a los terraplenes.

**Etapa de construcción**

Esta etapa se realizará en un periodo de 9 meses.

- ***Construcción de caminos de acceso***

La primera actividad por desarrollar es la construcción del camino que unirá a los caminos ya existentes y de esta manera poder facilitar el acceso a las diferentes áreas que conforman el proyecto.

- ***Bordo de contención***

Es la estructura inicial de la cortina contenedora, este abarcará una superficie de 13.51 ha, a una elevación de 2554 msnm y requiriendo un volumen total de materiales graduados aproximado de 2,393,799 $m^3$, de los cuales 741,315 $m^3$ es material impermeable (arcilla) para la construcción del bordo y dentellón impermeable compactado al 95% del P.V.S.M., 138,588 $m^3$ de material graduado para el filtro (arenas/gravas), 138,583 $m^3$ de arena fina a media para transición y 1,375,313 $m^3$ de material bien graduado (arenas finas a medias con una porcentaje de finos del 20%) compactado al 95% del P.V.S.M., ver Figura II. 5.

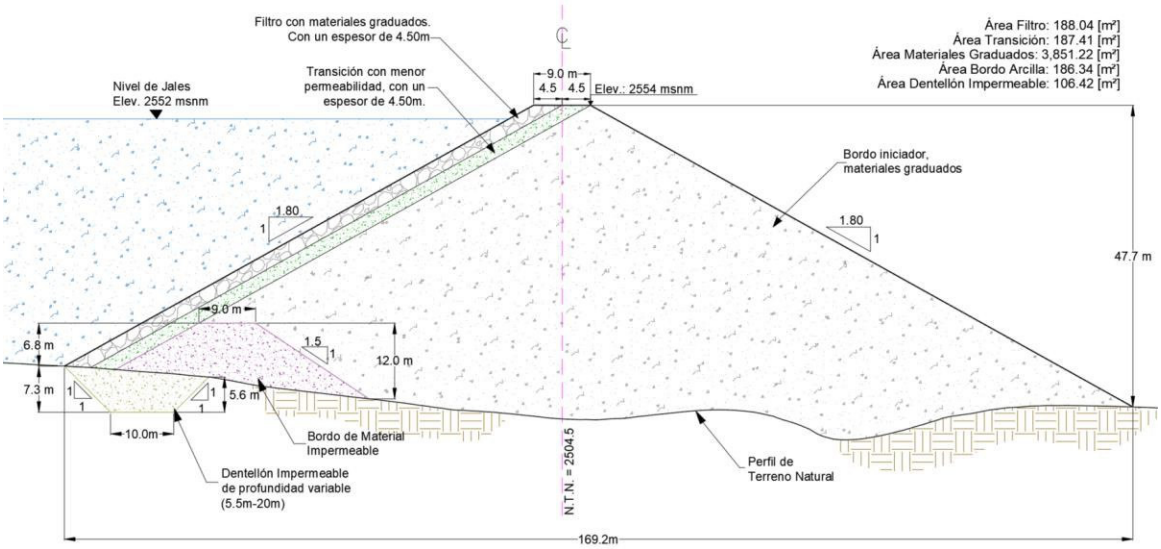



*Figura II. 5. Diseño del bordo iniciador.*

En primer lugar, se llevará a cabo la excavación y preparación del terreno, donde se realizarán los trabajos de excavación necesarios para la construcción del bordo, asegurando la correcta nivelación y compactación del terreno.

Posteriormente, se procederá a la construcción del núcleo, utilizando materiales impermeables como arcilla compactada para garantizar la retención de agua. A continuación, se construirán los espaldones del bordo, empleando materiales resistentes a la erosión como rocas o concreto, con el fin de proteger el núcleo y asegurar la estabilidad de la estructura. Asimismo, se realizará la colocación de una capa de protección en la superficie del bordo, con el objetivo de prevenir la erosión y el deterioro por agentes climáticos.

Finalmente, se llevará a cabo la instalación de un sistema de drenaje para controlar el flujo de agua y evitar la acumulación excesiva en el bordo.

- ***Banco de materiales***

Como parte de estas actividades, se consideran la excavación del terreno. Las zonas de corte serán realizadas a cielo abierto y la maquinaria que se utilizará para la excavación, será la adecuada para cada tipo de material que se presente en el banco de material. Las excavaciones se ejecutarán siguiendo un sistema de ataque que permita el drenaje del corte; las cunetas se perfilarán con la oportunidad necesaria y en forma tal, que el desagüe no cause perjuicio a los cortes ni a los terraplenes.

- Arranque o corte de material: Por arranque se entiende el conjunto de operaciones necesarias, para separar el material vegetal del material del banco que será utilizado. El arranque se realizará con máquinas excluyendo los explosivos.
- Almacenamiento temporal de material cortado: Una vez obtenido el producto en el arranque, se depositará por corto tiempo sobre la conformación de las terrazas y permanecerá temporal y posteriormente será cargado en los vehículos de transporte, sin tener la necesidad de cubrirlo de manera especial, ya que puede

permanecer a la intemperie. Cabe señalar, que no constituye una fuente generadora de contaminación.
- Carga de material: Por carga se entiende la recogida del material del banco, y su traslado al medio de transporte. Así, por ejemplo, una pala excavadora utiliza su cuchara para arrancar y cargar.
- Transporte de material: El transporte, es la operación por la que se traslada el material excavado, hasta el área de aprovechamiento.
- Mantenimiento: En esta etapa de la operación del proyecto, únicamente se requerirá del mantenimiento de la maquinaria y equipo, que se hará en sitios destinados para tales fines.

- ***Piletas***

La etapa de preparación de la obra consistirá esencialmente en el trazo y la nivelación del terreno para la realización de los siguientes trabajos:

- Desmonte y despalme
- Retiro, acarreo y descarga del material producto del desmonte y despalme

Para la construcción propia de cada uno de los elementos, se realizará en apego al proyecto ejecutivo.

a. En la primera etapa, se realizará la excavación o corte en cualquier tipo de material, hasta alcanzar el nivel del proyecto, para el desplante de la losa de fondo, se compactará el suelo de apoyo con rodillos lisos hasta alcanzar un 95% de su peso volumétrico seco máximo, con el contenido de agua óptimo que corresponda.

b. Una vez nivelado y compactado el suelo, como segunda etapa, se colará el desplante de la estructura, una plantilla de concreto simple f˙c = 100 kg/cm$^2$, de 5 cm de espesor.

c. En la tercera etapa se llevará a cabo lo siguiente:
   - Colocar el acero de refuerzo de la cimentación.
   - Colocar la banda de PVC en las juntas de construcción perimetrales de la losa de fondo y del muro.
   - Colocar las piezas especiales que interconectarán la tubería.
   - Cimbrar y realizar el colado monolítico, dejando preparado el acero de refuerzo de la losa de fondo y del muro perimetral de la siguiente etapa.

d. La cuarta etapa consistirá en realizar lo siguiente:
   - Colocar el acero de refuerzo adicional en la zona de apoyo de las columnas; asimismo, anclar en la losa de fondo las varillas longitudinales de las columnas.
   - Preparar la junta de construcción perimetral y realizar el colado monolítico de la losa de fondo.

e. En la quinta etapa se realizará lo siguiente:
   - Colocar el acero de refuerzo en los muros perimetrales.
   - Limpiar y preparar, parcialmente la junta de construcción perimetral del muro.
   - Colocar las cuatro lacas de anclaje y extremidades de acero de 6” de diámetro para excedencias.

f. Cimbrar y terminar la preparación de la junta de construcción, para realizar el colado monolítico; dejando preparado el acero de refuerzo del muro, de la siguiente etapa.

g. La sexta etapa consistirá en:

- Colocar el acero de refuerzo de las columnas, dejándolas a los diferentes niveles que le correspondan, de acuerdo con las pendientes de la losa tapa.
- Cimbrar, aplicar aditivo en juntas y colar las columnas, dejando preparado el acero de refuerzo del extremo superior de las columnas.
- Obra mecánica, consiste en el suministro e instalación de filtros para la llegada y salida de las tuberías.
- Obra eléctrica, consistente en cableado para el suministro de fuerza que requieren los equipos a instalar, dentro de las mismas canalizaciones existentes, incluyendo instalación del sistema de tierras, tablero de control e interruptores de seguridad.

- ***Líneas de conducción (Tubería de jales y agua recuperada)***

Mediante esta tubería se captará y recuperará el agua, esta tubería es parte de la superficie que ocupará algunos tramos de los caminos de acceso, mediante los siguientes trabajos:

- Trazo del eje de las tuberías
- Excavación de la zanja, acamellonado el material a un lado de esta.
- Colocación de una plantilla de arena de 10 cm de espesor en el fondo de la zanja.
- Instalación de la tubería.
- Relleno para el acostillado con arena agregando agua para su disposición.
- Relleno final con material del banco.
- Pruebas de hermeticidad de las tuberías.
- Segundo relleno de la zanja, con material del banco, compactado al 95% del P.V.S.M. de la prueba Proctor estándar.
- Acarreo y almacenamiento de residuos de la construcción, dentro de las instalaciones de la Unidad Minera para su reúso, reciclado o disposición final, en sitios autorizados
- Limpieza general del frente de trabajo.

- ***Línea de Transmisión***

Consiste en ubicar en el campo el lugar preciso en donde se instalará cada poste o estructura según el proyecto eléctrico, considerando el perfil del terreno, la longitud de los tramos entre los puntos de inflexión y la localización de éstos últimos.

Se efectuarán excavaciones para formar la sección de desplante en las áreas de las estructuras de soporte y se ubicarán de acuerdo con las dimensiones del proyecto.

El material sobrante residual (el material que o sea compactable) se dispersará en el área cuando las partículas que lo formen sean pequeñas; en caso contrario se trasladarán a lugares adecuados para su disposición.

Se tomarán las medidas necesarias para evitar que las excavaciones puedan originar accidentes a personas y vehículos, cercándolas con una base de alambre y colocándoles señales adecuadas, durante la excavación y hasta su relleno y compactación.

**Obras asociadas al proyecto**

Las obras y actividades asociadas al proyecto tales como: almacenes, talleres, oficinas, servicios auxiliares, patios, zonas de acondicionamiento e inyección de jal ya existen dentro de la zona de instalaciones de la Unidad Minera San Martín y están operando desde antes la promulgación la LGEEPA, por lo que se usaran estas mismas instalaciones para el desarrollo y operación del proyecto, estas obras consisten en:

**Acondicionamiento y generación de jales**: Estas instalaciones se encuentran en la zona oriente de la unidad minera, donde el jal es generado dentro de la planta de beneficio y acondicionado para su traslado a la presa de jales por medio de piletas de espesamiento de jales, estación de bombeo, subestación eléctrica, piletas de captación de derrames, talleres de mantenimiento molinos y patios de materiales. En esta zona se construirán dos nuevos contrapozos robbins que se usarán para inyectar jales al interior de la mina.

**Conducción e inyección de jales:** Esta área se encuentra contigua al área de acondicionamiento y es usada para trasladar los jales hacia la presa de jales, inyectar jal al interior de la mina a través de contrapozos robbins, barrenos de exploración y bocaminas antiguas. En la zona existen bocaminas, tiros y contrapozos de acceso a la mina, colonia de empleados y oficinas. En este sector se construirán dos nuevos contrapozos robbins que se usarán para inyectar jal al interior de la mina.

**Servicios auxiliares y manejo de jales**: En esta zona se encuentran los talleres de mantenimiento, almacenes de materiales, almacenes de combustibles, almacenes de residuos peligrosos, oficinas administrativas, instalaciones de contratistas, instalaciones antiguas de una planta de beneficio, una rampa “Victoria” para ingreso de jales a la mina, patios de secado y almacenamiento temporal de jales o tepetates en espera de ser ingresados a la mina, el acondicionamiento de jales para su ingreso a la mina se hará sobre una antigua presa de jales, en esta zona se adicionaran dos obras, una para mantenimientos menores y otra para lavado de los equipos que se usan para el movimiento de jales hacia el interior de la mina.

**Selección y preparación de jales para traslado a mina**: Antes de ser cargados los jales para su transporte al interior de la mina, estos se tratan por medio de una secuencia de celdas que se construyen sobre la superficie de las presas de jales que son operadas alternadamente para retirar el exceso de humedad en los jales de tal manera que permita su manipulación y traslado en camiones de volteo, para esta actividad se usan tractores tipo buldócer, retroexcavadoras o cargadores frontales y camiones de volteo, y forman parte de los procedimientos diarios de la unidad minera, el bastecimiento de combustible de estos equipos se lleva a cabo en la estación de combustibles con que cuenta la unidad minera.

**Acarreo de jales y obras auxiliares**: Los jales previamente secados son acarreados a las bocaminas que se encuentran al sur y centro de las instalaciones, este acarreo se hace por medio de camiones de volteo para su ingreso al interior de la mina para relleno y estabilidad de las áreas operativas. El abastecimiento de combustible de estos equipos se lleva a cabo en la estación de combustibles con que cuenta la unidad minera, en esta área se construirá un contrapozo Robbins a un costado de un camino existente.

**Requerimientos de la etapa de construcción**

***Insumos y materiales***

Estos serán en su mayoría materiales de construcción de acuerdo con las cantidades requeridas en los conceptos del catálogo. Será necesaria la energía eléctrica, la constructora determinará si esta será generada a partir de plantas portátiles de combustión.

El agua utilizada durante los procesos constructivos será cruda y procedente de los pozos concesionados a la Unidad Minera San Martín. El combustible requerido se abastecerá de las Estaciones de servicio localizadas en la población de Sombrerete.

Para cumplir con las condiciones de salubridad e higiene, se contará con sanitarios portátiles suficientes para los trabajadores **(1 por cada 15 trabajadores)** y a los cuales la empresa contratada para el servicio deberá dar en mantenimiento adecuado y periódico, con el objeto de mantenerlos en condiciones de sanidad. Además, se contempla la utilización de las instalaciones actuales dentro de la Unidad Minera San Martín.

Los acarreos de los materiales como acero de refuerzo, concreto premezclado, cimbras y tubería sobrante para la construcción del proyecto, deberán observar el cumplimiento de las buenas prácticas ambientales con el fin de minimizar la dispersión de estos.

***Mano de obra, maquinaria y equipos necesarios para la etapa de construcción***

Las actividades proyectadas dentro de la etapa de construcción del Proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín” son las que demandarán mayor fuerza laboral, aunque temporal, ya que se requerirá de un total de 36 trabajadores, tal como se desglosa en la siguiente Tabla.

*Tabla II. 5. Mano de obra para la etapa de construcción.*

| Tipo de mano de obra | Tipo de empleo | | |
|---|---|---|---|
| | Permanente | Temporal | Extraordinaria |
| Calificada | 0 | 30 | 6 |

El equipo y maquinaria que se empleará en las diferentes etapas de construcción es lo más significativo durante el tiempo que duren los trabajos; por ello el Programa de obra se deberá justar de tal forma, que las unidades sean utilizadas el mayor tiempo posible, durante su estancia en la construcción.

La maquinaria y equipo para emplearse para la ejecución de las actividades que conciernen a la construcción del Proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y obras asociadas” se presenta a continuación:

*Tabla II. 6. Maquinaria y equipo utilizado para la etapa de construcción.*

| Equipo | Cantidad | Tiempo estimado (mes) | Tipo de combustible | Tiempo de operación (día) |
|---|---|---|---|---|
| Camión pipa | 3 | 9 | Diésel | 12 h |
| Camión plataforma con grúa | 1 | 9 | Diésel | 12 h |
| Camión volteo 14 $m^3$ | 8 | 9 | Diésel | 12 h |
| Cargador Frontal | 3 | 7 | Diésel | 12 h |
| Motoconformadora | 3 | 7 | Diésel | 12 h |
| Retroexcavadora | 2 | 7 | Diésel | 12 h |

| Equipo | Cantidad | Tiempo estimado (mes) | Tipo de combustible | Tiempo de operación (día) |
|---|---|---|---|---|
| Tractor de orugas | 3 | 6 | Diésel | 12 h |
| Vibrador compactador (Bailarina y Rodillo) | 4 | 5 | Diésel | 12 h |

### II.2.3. Operación y mantenimiento

#### II.2.3.1 Actividades en la etapa de operación

Antes de poner en funcionamiento las obras, se podrán a prueba según corresponda el tipo de instalación, para su posterior puesta en operación.

En cuanto a la operación del sistema, se seguirá llevando de acuerdo con los lineamientos, métodos y normatividad vigente y bajo el control del personal de la Unidad Minera San Martín, Por la naturaleza del proyecto, el depósito de jales se va construyendo el mismo tiempo que se está operando, ya que la conformación de las sobre elevaciones mediante el proceso constructivo aguas abajo se realiza a medida que se separan y depositan los jales.

Las principales secciones que integran el conjunto de las obras y actividades en la Unidad Minera San Martín son las siguientes:

- Tumbe de material en mina subterránea.
- Corte y relleno hidráulico en mina subterránea.
- Acarreo de mineral a superficie.
- Trituración (primaria, secundaria y terciaria) del mineral.
- Molienda de mineral.
- Concentración de minerales en proceso de flotación.
- Filtrado y secado de concentrados.
- Espesado y manejo de colas de flotación.
- Disposición final de colas de flotación en el depósito de jales.
- Recuperación de agua para reúso (agua de mina y agua de proceso).

**<u>Operación a elevación de 2,554 msnm</u>**

El proceso de operación del depósito de jales, consiste principalmente en la deposición de los jales, que para este proyecto se utilizará el método del hidrociclonoeo, esta técnica consiste en distribuir los jales gruesos o de mayor tamaño en la periferia del depósito de jales, permitiendo conformar los taludes de las sobre elevaciones mediante el proceso constructivo de aguas abajo y los jales finos se van depositando en el vaso o zona central del depósito, los cuales le van ir dando soporte a los taludes aguas arriba y permitirán acumular el agua que tiene atrapada, para así ser recuperada en la zona de agua clarificada y recuperada mediante bombas instaladas en balsas y enviarla a las piletas de agua recuperada para su rebombeo a la Planta de beneficio.

El consumo de agua de la Unidad Minera proviene de tres fuentes principales:

1. De la recuperación de agua de proceso en el depósito de jales.
2. Del agua fresca de pozos con Título de Concesión. Es decir, de pozos profundos, ubicados en el municipio de Sombrerete, específicamente en la población de San Martín.
3. Del agua de laboreo de mina.

- **Consideraciones para depositar**

La deposición se realizará mediante ciclones acompañados de espigas, llevando crecimiento de manera uniforme en todo el depósito y generando las pendientes hacia la zona de aguas clarificadas; así mismo se mantendrán longitudes de playa lo suficientemente amplias, entre 3 a 4 veces la altura del depósito y la ubicación de la zona de aguas clarificadas.

- **Consideraciones para la construcción de las etapas de sobre elevación**

Los crecimientos que se pretenden realizar mediante el proceso constructivo “aguas abajo”, contemplan taludes con pendientes 2.5H:1V, con un incremento de altura de 6m. Para realizar los crecimientos se depositará aguas abajo el jal grueso resultante de la separación de los hidrociclones, para extenderlo y obtener el contenido de agua óptimo para conformar y compactar el jal grueso en capas de 0.30m compactadas con rodillo liso de 15t y reforzadas con la colocación de geotextiles a cada siete capas de jal compactado; es decir, cada 2.10m. En la corona de cada sobre elevación se continuará con el filtro, transición y cuerpo del bordo con materiales graduados.

Para reducir los efectos de la erosión eólica y pluvial en los taludes del depósito de jales de cada etapa de sobre elevación, se considera colocar geotextil.

- **Consideraciones para el manejo de agua**

En todo momento se ubicará la zona de aguas clarificadas al sur del vaso, dirección contraria a la cortina del depósito, mientras que su desalojo se realizará mediante bombas instaladas en balsas. Lo anterior tiene la finalidad de mantener en todo momento longitudes de playa amplias y con ello condiciones parcialmente saturadas en los materiales, favoreciendo a la estabilidad del depósito.

- **Geometría de los crecimientos**

La geometría de los crecimientos para el Nuevo Depósito de Jales Unidad San Martín, estarán divididos en cuatro crecimientos que se describen a continuación:

Antes de iniciar con la operación del depósito de jales, será necesario concluir la construcción del bordo iniciador. Una vez finalizada, se podrá comenzar la deposición desde la corona de la cortina y conforme vaya creciendo, instalando espigas o tuberías para separar los jales finos (lamas) y gruesos (arenas) éstos últimos requeridos para las sobre elevaciones, mediante el proceso constructivo “aguas abajo”.

**Operación de elevación 2,554 msnm**

La elevación comenzará desde terreno natural aguas abajo del bordo iniciador y hasta la elevación 2560 msnm, se realizará la preparación del desplante para conformar, compactar jales semi-secos gruesos (arenas) mecánicamente estabilizados con geotextiles y que llegará hasta la elevación del bordo iniciador (2554 msnm).

***Sobre elevación a la cota 2,560 msnm***

Para la primera sobre elevación que posteriormente incrementa filtro, transición y cuerpo del bordo de materiales graduados hasta alcanzar la elevación final de la primera sobre elevación (2560 msnm).

**Operación a elevación 2,560 msnm**

La geometría del bordo de crecimiento será a partir de taludes de 2.5:1 H:V aguas abajo y 1.8:1 H:V aguas arriba. Y manteniendo al final una corona de 9 m de ancho.

***Sobre elevación a la cota 2,566 msnm***

La segunda sobre elevación comenzará desde terreno aguas debajo de la primera etapa de sobre elevación y hasta la elevación 2,566 msnm, se realizará la preparación del desplante para conformar, compactar jales semi-secos gruesos (arenas) mecánicamente estabilizados con geotextiles y que llegará hasta la elevación de la primera etapa (2,560 msnm).

**Operación a elevación 2,566 msnm**

La geometría del bordo de crecimiento será a partir de taludes de 2.5:1 H:V aguas abajo y 1.8:1 H:V aguas arriba. Y manteniendo al final una corona de 9 m de ancho.

***Sobre elevación a la cota 2,572 msnm***

La tercera sobre elevación comenzará desde terreno natural aguas debajo de la segunda etapa de sobre elevación y hasta la elevación 2,572 msnm, se realizará la preparación del desplante para conformar, compactar jales semi-secos gruesos (arenas) mecánicamente estabilizados con geotextiles y que llegará hasta la elevación de la primera etapa (2,566 msnm) para posteriormente incrementar filtro, transición y cuerpo del bordo de materiales graduados hasta alcanzar la elevación fila de la primera sobre elevación (2572 msnm).

**Operación a elevación 2,572 msnm**

La geometría del bordo de crecimiento será a partir de taludes de 2.5:1 H:V aguas abajo y 1.8:1 H: V aguas abajo. Y manteniendo al final una corona de 9 m de ancho.

***Sobre elevación a la cota 2,578 msnm***

La cuarta sobre elevación comenzará desde terreno natural aguas debajo de la tercera etapa de sobre elevación y hasta la elevación 2,578 msnm, se realizará la preparación del desplante para conformar, compactar jales semi-secos gruesos (arenas) mecánicamente estabilizados con geotextiles y que llegará hasta la elevación de la primera etapa (2,572 msnm) para posteriormente incrementar filtro, transición y cuerpo del bordo de materiales graduados hasta alcanzar la elevación fila de la primera sobre elevación (2578 msnm).

**Operación a elevación 2,578 msnm**

La geometría del bordo de crecimiento será a partir de taludes de 2.5:1 H:V aguas abajo y 1.8:1 H:V aguas arriba. Y manteniendo al final una corona de 9 m de ancho.

Finalmente, durante cada etapa de sobre elevación se considera proteger los taludes contra erosión mediante la colocación de geotextiles.

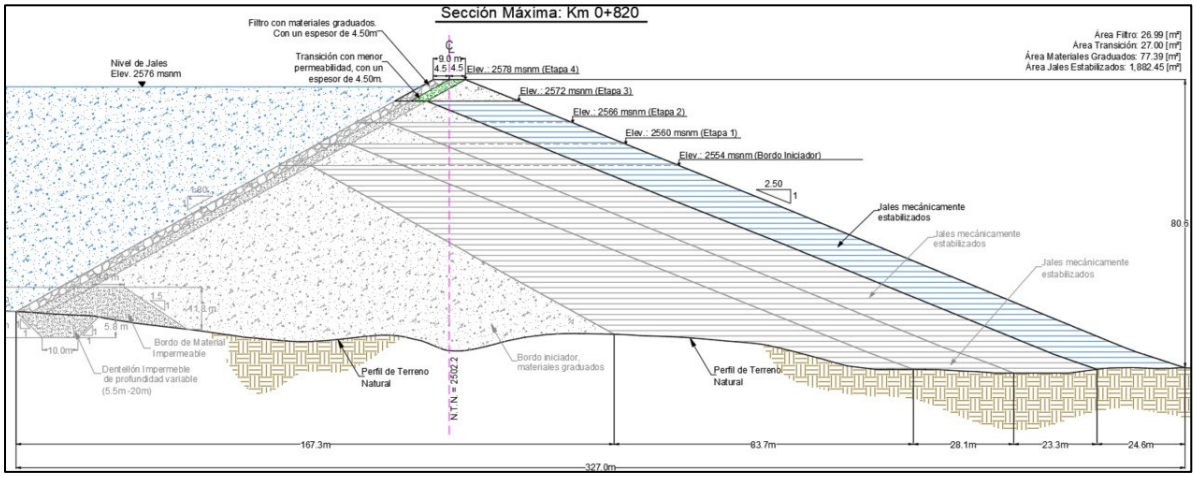



*Figura II. 6. Sección final del Nuevo Depósito de Jales Unidad San Martín, (bordo iniciador y cuatro etapas de sobre elevación).*

### II.2.3.2 Programa de mantenimiento

Las actividades de mantenimiento a considerar corresponden básicamente a los trabajos de mantenimiento predictivos, preventivos y/o correctivos a realizar en el sistema de manejo y depósito de los jales, lo cual corresponde a mantener los taludes y bermas de la cortina, así como el mantener en condiciones adecuadas los equipos de bombeo, tuberías y tanque espesador.

Como parte del mantenimiento, se establecerá un Programa de mantenimiento Anual para realizar inspecciones periódicas así como para el continuo monitoreo de las condiciones físicas y químicas entorno al “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín”, actividades que permitirán identificar situaciones de riesgo en la estabilidad de las obras o potenciales afectaciones al medio físico y/o biótico, así como su oportuna atención, en caso de que la operación normal del depósito de jales sufra una desviación no intencionada, ni prevista.

Las actividades específicas para realizar para la inspección de la estabilidad de taludes y para el monitoreo de las aguas subterráneas y superficiales, así como de la dispersión de partículas sólidas suspendidas (polvos fugitivos) que se originen por el Proyecto, serán acorde a los lineamientos del numeral 5.8 de la NOM-141-SEMARNAT-2003, y quedarán plasmadas en el procedimiento a elaborarse.

***Mano de obra, maquinaria y equipo necesarios para la etapa de operación y mantenimiento***

La etapa de operación y mantenimiento del Proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín” requerirá sólo de 10 trabajadores para su desarrollo, tal como se muestra en la Tabla II.7.

*Tabla II. 7. Mano de obra para la etapa de operación y mantenimiento.*

| Tipo de mano de obra | Tipo de empleo | | |
|---|---|---|---|
| | Permanente | Temporal | Extraordinaria |
| Calificada | 4 | 0 | 6 |

Durante la etapa de operación y mantenimiento del "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín" los requerimientos de maquinaria y equipo se reducirán considerablemente en comparación con la etapa anterior.

*Tabla II. 8. Maquinaria y equipo utilizado para la etapa de operación.*

| Equipo | Cantidad | Tiempo estimado (mes) | Tipo de combustible | Tiempo de operación (día) |
|---|---|---|---|---|
| Góndola 14 $m^3$ | 5 | 225 | Diésel | 12 h |
| Cargador Frontal | 2 | 225 | Diésel | 12 h |
| Equipo de bombeo de jales | 1 | 225 | Energía eléctrica | 24 h |
| Equipo de la estación de bombeo de agua recuperada | 1 | 225 | Energía eléctrica | 24 h |

### II.2.4. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

El término de la vida útil del proyecto, es decir en la etapa Post-operación, se realizará conforme a la Norma Oficial Mexicana 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 del depósito de jales.

Previamente se presenta la maquinaria y equipo tentativo para su empleo.

*Tabla II. 9. Maquinaria y equipo utilizado para la etapa de cierre y abandono.*

| Equipo | Cantidad | Tiempo estimado (mes) | Tipo de combustible | Tiempo de operación (día) |
|---|---|---|---|---|
| Aplanadora (pata de cabra) | 6 | 12 | Diésel | 12 h |
| Aplanadora (rodillo vibratorio) | 6 | 12 | Diésel | 12 h |
| Camión pipa 10,000 l | 6 | 12 | Diésel | 12 h |
| Góndola 14 $m^3$ | 16 | 12 | Diésel | 12 h |
| Cargador Frontal | 6 | 12 | Diésel | 12 h |
| Retroexcavadora | 2 | 12 | Diésel | 12 h |
| Motoconformadora | 4 | 12 | Diésel | 12 h |

#### II.2.4.1. *Criterios de Post-operación*

Una vez que el depósito de jales llegue al final de su vida útil, se deben implementar medidas que aseguren que:

a. No se emitan partículas sólidas a la atmósfera como producto de la pérdida de humedad de la superficie de la presa de jales o del talud de la cortina contenedora, entre otras;
b. No se formen escurrimientos que afecten a cuerpos de agua superficiales y subterráneos.

c. No falle la presa de jales.

Cuando los jales sean generadores potenciales de ácido, se debe cumplir con los siguientes aspectos:

a. Cubrir con un material 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.
b. No se deben utilizar especies vegetales que promuevan la acidificación del sustrato.
c. Cuando no sea pertinente establecer medidas que eviten la formación de drenaje ácido, se deben establecer medidas de tratamiento de este, para evitar daños en cuerpos de agua, suelos y sedimentos, ya sea por su acidez o por contaminación con elementos tóxicos.

El cubrir con agua los jales para evitar el drenaje ácido, sólo se permite cuando el depósito cumpla con las especificaciones del proyecto y construcción de presas para almacenamiento de agua.

La superficie del depósito debe ser cubierta con el suelo recuperado de ser el caso o con materiales que permitan la fijación de especies vegetales.

Las especies vegetales que se utilicen para cubrir el depósito deben ser originarias de la región, para garantizar la sucesión y permanencia con un mínimo de conservación.

Cuando sea necesario, los taludes de la cortina contenedora deben ser ajustados para dar una inclinación que garantice la estabilidad estática y dinámica de la misma.

***Obras hidráulicas para etapa de cierre***

Las obras hidráulicas proyectadas para el Cierre del Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín se pueden clasificar en un solo tipo que son: canales dentro del vaso para el desalojo de agua pluvial.

Los canales de conducción dentro del vaso tendrán una longitud total de 2,354 m, es importante mencionar que cada canal se encuentra diseñado para un gasto en función del área de aportación considerada, por tal motivo, será necesario realizar la distribución de pendientes en la etapa de cierre, con respecto a las diferentes áreas de aportación de cada canal; es decir, se deberá realizar la nivelación de la superficie del vaso de tal forma que se tengan pendientes favorables al desalojo del agua de lluvia hacia los canales.

Otra consideración importante, es recubrir la superficie con material grueso con arena con un espesor de 0.30 m, con el objetivo de reducir que el agua de lluvia se filtre en el depósito y permita un buen funcionamiento del sistema de desalojo del agua en la corona del depósito.

Las secciones transversales de los canales de conducción en toda su longitud son de sección trapezoidal, con una base y altura variable. En cuanto a los taludes para los cortes de los canales, tendrán una pendiente 1.5H:1V, su sección estará revestida con concreto hidráulico simple de $f'c = 150kg/cm^2$, con refuerzo de malla electrosoldada y un espesor de 0.10 m en toda su longitud.

***Programa de Vigilancia Ambiental***

Se contará con un Programa de Vigilancia Ambiental para la etapa de cierre y abandono, el cual consistirá en el monitoreo de seguimiento de indicadores de eficiencia del Programa de actividades post-operación que incluirá:

- El monitoreo de la estabilidad física del depósito de jales mediante instrumentación geotécnica (piezómetros de cuerda vibrante, inclinómetros, testigos superficiales, acelerómetros, así como de su cubierta diseñada.
- La Vigilancia Ambiental Durante la etapa post-operación.

## II.2.5. Residuos

### II.2.5.1 Residuos mineros

La naturaleza del Proyecto está íntimamente ligada a jales mineros, considerados como un residuo propio de esta industria, generado en el proceso de concentración de minerales. Sin embargo, es preciso aclarar que el Proyecto no generará jales durante su ejecución, sino que tiene por objetivo el manejo adecuado (transporte, almacenamiento y disposición final) de los jales que actualmente son generados en la planta de beneficio de la Unidad San Martín.

Se aclara que los jales serán estabilizados mecánicamente (arenas) que se reutilizarán para la construcción de las cuatro Etapas de sobre elevaciones del mismo depósito de jales por lo que la cantidad de jales a confinar se estará reduciendo.

Así mismo, se considera como tepetate al material no aprovechable para fines constructivos específicos del Proyecto, el cual será generado a partir de los cortes y excavaciones que se realizarán en la preparación del sitio y durante la construcción del depósito. Parte de este material, como se describió antes, se empleará para la conformación de algunos de los componentes asociados al Proyecto, pero el material sobrante se dispondrá junto con el suelo orgánico producto del despalme en el Banco de Tiro.

### II.2.5.2 Residuos peligrosos

Los residuos peligrosos (RPE) que se generarán en el Proyecto serán residuos generados durante el mantenimiento de vehículos automotores y de la maquinaria usada para la ejecución del Proyecto. Estos residuos se generarán principalmente durante la etapa de preparación y construcción. En este sentido, se realizó una estimación de los residuos peligrosos que se generarán por la ejecución del Proyecto, basada en el tipo de maquinaria, cantidad de unidades y tiempo de operación. Dicha estimación se presenta en la Tabla II.10.

*Tabla II. 10. Residuos generados por la realización del Proyecto.*

| Nombre del residuo | Cantidad por generar por periodo | Características CRETIB | Proceso o etapa en la que se genera |
|---|---|---|---|
| Aceites Lubricantes Gastados | 100 l/mes | Tóxico/ inflamable | Utilización de vehículos automotores, maquinaria y equipo generador de energía |
| Sólidos de Mantenimiento | 417.42 kg/año | Tóxico/ inflamable | Mantenimiento de maquinaria y equipo en general |

| Nombre del residuo | Cantidad por generar por periodo | Características CRETIB | Proceso o etapa en la que se genera |
|---|---|---|---|
| Envases impregnados de grasa o aceite | 129.25 kg/año | Tóxico/ inflamable | Preparación y Construcción |

Visto lo anterior, se puede garantizar que los RP del mantenimiento se manejarán en los respectivos talleres y bajo las condiciones adecuadas establecidas para ello, conforme a los procedimientos definidos para estas actividades por la propia Unidad Minera San Martín.

### II.2.5.3 Residuos de manejo especial

Durante la operación del proyecto se prevé que los residuos de manejo especial sean principalmente producto del mantenimiento de los equipos y la maquinaria. Los RME serán dispuestos a reutilización para actividades propias de la Unidad Minera, o bien, revalorizados como venta de chatarra. En la Tabla II.11 se muestran los residuos de manejo especial típicos que se podrán generar durante el Proyecto.

*Tabla II. 11. Residuos de manejo especial a generar por la realización del Proyecto.*

| Nombre del residuo | Área de generación |
|---|---|
| Llantas de Desperdicio (usadas) | Mantenimiento |
| Pedacería de Extrupak de desecho | Mantenimiento |
| Chatarra | Mantenimiento |
| Madera | Mantenimiento |
| Brocas de tungsteno | Mantenimiento |
| Cobre | Mantenimiento |
| Aluminio | Mantenimiento |
| Envases de productos no peligrosos | Mantenimiento |

### II.2.5.4 Residuos domésticos

En lo referente al manejo de los residuos domésticos, se tiene considerado que en el área del Proyecto se generen principalmente residuos orgánicos por consumo de alimentos. Partiendo de esto, los residuos que se generen durante el jornal diario deberán manejarse con apego al plan de manejo de residuos sólidos urbanos; cada persona generadora de residuos y el supervisor, serán responsables de su vigilancia y cumplimiento.

En la estimación de los residuos domésticos a generarse dentro del área del proyecto, se ha considerado el personal que laborará en las diferentes etapas del proyecto; a una razón de 250 g/persona de residuos domésticos generados, siendo un total de 82 personas a laborar tal como se muestra en la Tabla II.12.

*Tabla II. 12. Número total de personas considerados para la ejecución del Proyecto.*

| Etapa | Tipo de Empleo | | | Subtotal por etapas |
|---|---|---|---|---|
| | **Permanente** | **Temporal** | **Extraordinaria** | |
| Preparación del sitio | 0 | 10 | 5 | 15 |
| Construcción | 0 | 30 | 6 | 36 |
| Operación | 4 | 0 | 6 | 10 |
| Cierre | 2 | 7 | 12 | 21 |
| *Subtotal* | *6* | *47* | *29* | *82* |
| **Total** | **82** | | | |

Así pues, resulta un volumen estimado de residuos domésticos generados por etapas tal como se muestra a continuación:

- 3.75 kg de residuos diarios por etapa de Preparación del sitio a razón de 250 g/persona.
- 9.00 kg de residuos diarios por etapa de Construcción a razón de 250 g/persona.
- 2.50 kg de residuos diarios por etapa de Operación a razón de 250 g/persona.
- 5.25 kg de residuos diarios por etapa de Cierre a razón de 250 g/persona.

### II.2.5.5 Residuos líquidos (aguas residuales)

El Proyecto no generará descargas de aguas residuales domésticas ni industriales. En el área del Proyecto se instalará un sanitario portátil por cada 15 trabajadores (en promedio), teniendo así un aproximado de 1 a 3 letrinas (dependiendo de la etapa del proyecto). El agua residual sanitaria recolectada durante el mantenimiento y limpieza de las letrinas será succionada por un camión vector y este deberá de disponerla de manera adecuada, cabe destacar que la empresa que se encargue de este servicio deberá de contar con los permisos de descarga de agua residual. Destacando que quedará prohibido cualquier tipo de descarga de aguas residuales sanitarias al suelo o cuerpos de agua**.**

La operación del “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín” será mediante un circuito cerrado, proceso mediante el cual se recirculará el agua recuperada del depósito (catalogada como agua de uso industrial) hacia el proceso de beneficio, evitando todo tipo de descargas. La única pérdida del agua dentro del circuito será por evaporación directa del vaso del depósito.

***Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos***

Los residuos peligrosos generados por el proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas” serán almacenados temporalmente en el almacén existente de la Planta de Flotación de Fierro de Unidad San Martín. El almacén fue construido con las especificaciones del Artículo 82 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. A los residuos peligrosos se les dará un Manejo Integral por empresas autorizadas por la SEMARNAT.

Los residuos sólidos urbanos serán almacenados de forma diferenciada en contenedores tapados. Los residuos orgánicos, inorgánicos y sanitarios serán recolectados dos veces a la semana trasladados y depositados de manera adecuada de acuerdo con el procedimiento establecido por la Unidad Minera San Martín, que se localiza en las instalaciones de la misma empresa.

## 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

El gasto de combustible diésel que se prevé que se utilice en la etapa de Preparación del sitio del "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín", se indica en la Tabla II.13.

*Tabla II. 13. Gasto de diésel para la Preparación del sitio.*

| Equipo | Cantidad | Tiempo estimado (mes) | Tipo de combustible | Tiempo de operación (día) | Gasto mensual de diésel por equipo | Gasto total de diésel (lts) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Aplanadora (pata de cabra) | 6 | 6 | Diésel | 12 h | 6,336 | 228,096 |
| Aplanadora (rodillo vibratorio) | 6 | 6 | Diésel | 12 h | 5,280 | 190,080 |
| Camión pipa | 6 | 6 | Diésel | 12 h | 5,280 | 190,080 |
| Camión volteo 14 $m^3$ | 16 | 6 | Diésel | 12 h | 5,280 | 506,880 |
| Cargador Frontal | 6 | 6 | Diésel | 12 h | 5,280 | 190,080 |
| Retroexcavadora | 2 | 6 | Diésel | 12 h | 5,280 | 63,360 |
| Motoconformadora | 4 | 6 | Diésel | 12 h | 5,280 | 126,720 |
| **TOTAL:** | | | | | | 1,495,296 |

*Tabla II. 14. Gasto de diésel en los vehículos para la Etapa de Preparación del sitio.*

| Equipo | Cantidad | Tiempo estimado (mes) | Tipo de combustible | Tiempo de operación (día) | Gasto mensual de diésel | Gasto total de diésel (lts) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Camión de 14 ton | 6 | 6 | Diésel | 12 h | 1,900 | 68,400 |
| Camioneta Pick - up | 4 | 6 | Diésel | 12 h | 800 | 19,200 |
| **TOTAL:** | | | | | | **87,600** |

El total de combustible (diésel) utilizado en la etapa de Preparación del sitio será de **1´582,896 litros.**

Ahora bien, se presenta el gasto de combustible diésel para la etapa de Construcción del Depósito de Jales.

*Tabla II. 15. Gasto de diésel para la etapa de Construcción.*

| Equipo | Cantidad | Tiempo estimado (mes) | Tipo de combustible | Tiempo de operación (día) | Gasto mensual de diésel por equipo | Gasto total de diésel (lts) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Camión pipa | 3 | 9 | Diésel | 12 h | 6,336 | 36,1152 |
| Camión plataforma con grúa | 1 | 9 | Diésel | 12 h | 6,336 | 12,0384 |
| Camión volteo 14 $m^3$ | 8 | 9 | Diésel | 12 h | 6,336 | 96,3072 |
| Cargador Frontal | 3 | 7 | Diésel | 12 h | 6,336 | 22,8096 |
| Motoconformadora | 3 | 7 | Diésel | 12 h | 6,336 | 17,1072 |
| Retroexcavadora | 2 | 7 | Diésel | 12 h | 6,336 | 7,6032 |
| Tractor de orugas | 3 | 6 | Diésel | 12 h | 6,336 | 17,1072 |
| Vibrador compactador (Bailarina y Rodillo) | 4 | 5 | Diésel | 12 h | 6,336 | 25,3440 |
| **TOTAL:** | | | | | | **1´279,872** |

*Tabla II. 16. Gasto de diésel en los vehículos para la etapa de Construcción.*

| Equipo | Cantidad | Tiempo estimado (mes) | Tipo de combustible | Tiempo de operación (día) | Gasto mensual de diésel | Gasto total de diésel (lts) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Camioneta de 14 ton | 6 | 9 | Diésel | 12 h | 1,900 | 102,600 |
| Camioneta Pick - up | 4 | 9 | Diésel | 12 h | 1,200 | 43,200 |
| **TOTAL:** | | | | | | **145,800** |

El total de combustible (diésel) utilizado en la etapa de Construcción será de **1´425,672 litros.** De igual modo, las Tablas siguientes indica el gasto de combustible diésel para la etapa de operación y mantenimiento del depósito.

*Tabla II. 17. Gasto de diésel en la etapa de Operación y mantenimiento.*

| Equipo | Cantidad | Tiempo estimado (mes) | Tipo de combustible | Tiempo de operación (día) | Gasto mensual de diésel por equipo | Gasto total de diésel (lts) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Camión volteo 14m$^3$ | 5 | 225 | Diésel | 12 h | 6,336 | 506,880 |
| Cargador Frontal | 2 | 225 | Diésel | 12 h | 6,336 | 202,752 |
| **TOTAL:** | | | | | | **9´979,200** |

*Tabla II. 18. Gasto de diésel de vehículos en la etapa de Operación y mantenimiento.*

| Equipo | Cantidad | Tiempo estimado (mes) | Tipo de combustible | Tiempo de operación (día) | Gasto mensual de diésel por equipo | Gasto total de diésel (lts) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Camioneta pick up | 2 | 225 | diésel | 12 h | 1,200 | 540,000 |
| **TOTAL:** | | | | | | **540,000** |

El total de combustible (diésel) utilizado en la etapa de Operación y mantenimiento será de **10´519,200 litros.**

Finalmente se muestra el gasto de combustible diésel para la etapa de Cierre y abandono del proyecto.

*Tabla II. 19. Gasto de diésel para el Cierre y abandono del proyecto.*

| Equipo | Cantidad | Tiempo estimado (mes) | Tipo de combustible | Tiempo de operación (día) | Gasto mensual de diésel por equipo | Gasto total de diésel (lts) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Aplanadora (pata de cabra) | 6 | 12 | Diésel | 12 h | 6,336 | 456192 |
| Aplanadora (rodillo vibratorio) | 6 | 12 | Diésel | 12 h | 6,336 | 456192 |
| Camión pipa | 6 | 12 | Diésel | 12 h | 6,336 | 456192 |
| Camión volteo 14 m$^3$ | 16 | 12 | Diésel | 12 h | 6,336 | 1216512 |
| Cargador Frontal | 6 | 12 | Diésel | 12 h | 6,336 | 456192 |
| Retroexcavadora | 2 | 12 | Diésel | 12 h | 6,336 | 152064 |
| Motoconformadora | 4 | 12 | Diésel | 12 h | 6,336 | 304128 |
| **TOTAL:** | | | | | | **3,497,472** |

La Tabla II.20 presenta el gasto de diésel para el cierre y abandono del Depósito.

*Tabla II. 20. Gasto de diésel para los vehículos en el cierre y abandono del proyecto.*

| Equipo | Cantidad | Tiempo estimado (mes) | Tipo de combustible | Tiempo de operación (día) | Gasto mensual de gasolina por equipo | Gasto total de gasolina (l) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Camioneta de 3 ton | 6 | 12 | diésel | 12 h | 1,900 | 68,400 |
| Camioneta Pick - up | 4 | 12 | Diésel | 12 h | 1,200 | 28,800 |
| **TOTAL:** | | | | | | **97,200** |

El total de combustible (diésel) utilizado en la etapa de Cierre y abandono será de **3´691,872 litros.**

### II.2.6.2. Determinación de los gases de efecto invernadero que se generaran durante las diferentes etapas del proyecto, como sea el caso de vapor de agua, $CO_2$, $CH_4$, $N_2O$, CFC, $O_3$, entre otros

Las emisiones totales de los gases de efecto invernadero en cada etapa del proyecto del Depósito, se presenta en la siguiente Tabla:

*Tabla II. 21. Memoria de cálculo de gases de efecto de invernadero en la Preparación del sitio.*

| **NUEVO DEPÓSITO DE JALES UNIDAD MINERA SAN MARTÍN Y OBRAS ASOCIADAS** | | | |
|---|---|---|---|
| FÓRMULAS | | | |
| $Eco_2 = VC \times PC \times FEco_2$ | | | |
| $ECH_4 = VC \times PC \times FECH_4$ | | | |
| $EN_2O = VC \times PC \times FEN_2O$ | | | |
| Eco2 | Emisiones de bióxido de carbono en toneladas (t) | | |
| $ECH_4$ | Emisiones de metano en kilogramos (kg) | | |
| $EN_2O$ | Emisiones de óxido nitroso en kilogramos (kg) | | |
| VC | Consumo de combustible al año en litros (l)o ($m^3$) | | |
| PC | Poder calorífico de cada combustible (MJ/l) o ($MJ/m^3$) | | |
| FE | Factor de emisión de cada gas (ton/MJ) o (kg/MJ) | | |
| **$ECO_2 = VC \times PC \times FEco_2$** | | | |
| **Combustible** | **VC** | **PC** | **ECO($tCO_2$)** |
| DIESEL | 1582896 | 35.5374 | 4168.27 |
| | | | **4168.27** |
| | | | |
| **Combustible** | **VC** | **PC** | **ECH4($kgCH_4$)** |
| DIESEL | 1582896 | 35.5374 | 219.38 |
| | | | **219.38** |
| | | | |
| **Combustible** | **VC** | **PC** | **ECO($kgN_2O$)** |
| DIESEL | 1582896 | 35.5374 | 219.38 |
| | | | **219.38** |
| | | | |
| **Transformando los kg a toneladas $CO_2$** | | | |
| **POTENCIAL DE CALENTAMIENTO** | | | |
| $ECO(t_{CO2})$ | 4168.27 | 1 | 4168.27 |
| $ECH4(kg_{CH4})$ | 0.2194 | 28 | 6.14 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ECO($kg_{N2O}$) | 0.2194 | 265 | 58.14 | |
| **E(total$CO_2$) toneladas** | | | **4232.55** | |
| | | | | |
| **TOTAL DE EMISIONES** | | | **Ton $CO_2$** | **4232.55** |

Ahora se presenta la memoria de cálculo para las emisiones de $CO_{2eq}$ en la etapa de construcción.

*Tabla II. 22. Memoria de cálculo de gases de efecto de invernadero en etapa de Construcción.*

| **NUEVO DEPÓSITO DE JALES UNIDAD MINERA SAN MARTÍN Y OBRAS ASOCIADAS** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| FORMULAS | | | | |
| $Eco_2 = VC \times PC \times FEco_2$ | | | | |
| $ECH_4 = VC \times PC \times FECH_4$ | | | | |
| $EN_2O = VC \times PC \times FEN_2O$ | | | | |
| Eco2 | Emisiones de bióxido de carbono en toneladas (t) | | | |
| $ECH_4$ | Emisiones de metano en kilogramos (kg) | | | |
| $EN_2O$ | Emisiones de óxido nitroso en kilogramos (kg) | | | |
| VC | Consumo de combustible al año en litros (l)o ($m^3$) | | | |
| PC | Poder calorífico de cada combustible (MJ/l) o (MJ/$m^3$) | | | |
| FE | Factor de emisión de cada gas (ton/MJ) o (kg/MJ) | | | |
| **$ECO_2 = VC \times PC \times FE$** | | | | |
| **Combustible** | **VC** | **PC** | **ECO($tCO_2$)** | |
| DIESEL | 1425672 | 35.5374 | 3754.25 | |
| | | | **3754.25** | |
| | | | | |
| **Combustible** | **VC** | **PC** | **ECH4($kgCH_4$)** | |
| DIESEL | 1425672 | 35.5374 | 197.59 | |
| | | | **197.59** | |
| | | | | |
| **Combustible** | **VC** | **PC** | **ECO($kgN_2O$)** | |
| DIESEL | 1425672 | 35.5374 | 197.59 | |
| | | | **197.59** | |
| | | | | |
| **Transformando los kg a toneladas $CO_2$** | | | | |
| | | | | |
| **POTENCIAL DE CALENTAMIENTO** | | | | |
| ECO($t_{CO2}$) | 3754.25 | 1 | 3754.25 | |
| ECH4($kg_{CH4}$) | 0.1975 | 28 | 5.53 | |
| ECO($kg_{N2O}$) | 0.1975 | 265 | 52.36 | |
| | E(total$CO_2$) toneladas | | 3812.14 | |
| | | | | |
| **TOTAL DE EMISIONES** | | | **Ton $CO_2$** | **3812.15** |

Se muestra la memoria de cálculo para las emisiones de $CO_{2eq}$ en la etapa de Operación y mantenimiento.

*Tabla II. 23. Memoria de cálculo de emisiones en Operación y mantenimiento.*

| **NUEVO DEPÓSITO DE JALES UNIDAD MINERA SAN MARTÍN Y OBRAS ASOCIADAS** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| FORMULAS | | | | |
| $Eco_2 = VC \times PC \times FEco_2$ | | | | |
| $ECH_4 = VC \times PC \times FECH_4$ | | | | |
| $EN_2O = VC \times PC \times FEN_2O$ | | | | |
| Eco2 | Emisiones de bióxido de carbono en toneladas (t) | | | |
| $ECH_4$ | Emisiones de metano en kilogramos (kg) | | | |
| $EN_2O$ | Emisiones de óxido nitroso en kilogramos (kg) | | | |
| VC | Consumo de combustible al año en litros (l)o ($m^3$) | | | |
| PC | Poder calorífico de cada combustible (MJ/l) o ($MJ/m^3$) | | | |
| FE | Factor de emisión de cada gas (ton/MJ) o (kg/MJ) | | | |
| **$ECO_2 = VC \times PC \times FEco_2$** | | | | |
| **Combustible** | **VC** | **PC** | **ECO($tCO_2$)** | |
| DIESEL | 10519200 | 35.5374 | 27700.43 | |
| | | | **27700.43** | |
| | | | | |
| **Combustible** | **VC** | **PC** | **ECH4($kgCH_4$)** | |
| DIESEL | 10519200 | 35.5374 | 1457.92 | |
| | | | **1457.92** | |
| | | | | |
| **Combustible** | **VC** | **PC** | **ECO($kgN_2O$)** | |
| DIESEL | 10519200 | 35.5374 | 1457.92 | |
| | | | **1457.92** | |
| | | | | |
| **Transformando los kg a toneladas $CO_2$** | | | | |
| **POTENCIAL DE CALENTAMIENTO** | | | | |
| ECO($t_{CO2}$) | 27700.43 | 1 | 27700.43 | |
| ECH4($kg_{CH4}$) | 1.4579 | 28 | 40.821 | |
| ECO($kg_{N2O}$) | 1.4579 | 265 | 386.34 | |
| | E(total$CO_2$) toneladas | | 28127.60 | |
| | | | | |
| **TOTAL DE EMISIONES** | | | **Ton $CO_2$** | **28127.6037** |

Se muestra la memoria de cálculo para las emisiones de $CO_{2eq}$ en la Etapa de cierre y abandono.

*Tabla II. 24. Memoria de cálculo de gases de efecto de invernadero etapa de Cierre y abandono.*

| **NUEVO DEPÓSITO DE JALES UNIDAD MINERA SAN MARTÍN Y OBRAS ASOCIADAS** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| FORMULAS | | | | |
| $Eco_2 = VC \times PC \times FEco_2$ | | | | |
| $ECH_4 = VC \times PC \times FECH_4$ | | | | |
| $EN_2O = VC \times PC \times FEN_2O$ | | | | |
| Eco2 | Emisiones de bióxido de carbono en toneladas (t) | | | |
| $ECH_4$ | Emisiones de metano en kilogramos (kg) | | | |
| $EN_2O$ | Emisiones de óxido nitroso en kilogramos (kg) | | | |
| VC | Consumo de combustible al año en litros (l)o ($m^3$) | | | |
| PC | Poder calorífico de cada combustible (MJ/l) o ($MJ/m^3$) | | | |
| FE | Factor de emisión de cada gas (ton/MJ) o (kg/MJ) | | | |
| **$Eco2 = VC \times PC \times FEco_2$** | | | | |
| **Combustible** | **VC** | **PC** | **$ECO(tCO_2)$** | |
| DIESEL | 3691872 | 35.5374 | 9721.88 | |
| | | | **9721.88** | |
| | | | | |
| **Combustible** | **VC** | **PC** | **$ECH4(kgCH_4)$** | |
| DIESEL | 3691872 | 35.5374 | 511.68 | |
| | | | **511.68** | |
| | | | | |
| **Combustible** | **VC** | **PC** | **$ECO(kgN_2O)$** | |
| DIESEL | 3691872 | 35.5374 | 511.68 | |
| | | | **511.68** | |
| | | | | |
| **Transformando los kg a toneladas $CO_2$** | | | | |
| **POTENCIAL DE CALENTAMIENTO** | | | | |
| $ECO(t_{CO2})$ | 9721.885322 | 1 | 9721.88 | |
| $ECH4(kg_{CH4})$ | 0.511678175 | 28 | 14.33 | |
| $ECO(kg_{N2O})$ | 0.511678175 | 265 | 135.59 | |
| | E(total$CO_2$) toneladas | | 9871.81 | |
| | | | | |
| **TOTAL DE EMISIONES** | | | **Ton $CO_2$** | **9871.80703** |

El cálculo de las emisiones indirectas por el uso de la energía que se gasta en las actividades de bombeo de jales y bombeo del agua recuperada, para la operación del Depósito de Jales será, de acuerdo con los datos obtenidos en la Ficha técnica:

*Tabla II. 25. Gasto total de energía eléctrica (Operación y mantenimiento).*

| Concepto | Gasto de energía (hp) | Factor de conversión | Tiempo estimado meses | Gasto energía (kw) mensual | Gasto de energía (225 meses) |
|---|---|---|---|---|---|
| Bombeo de jales | 1,372,931 | 0.7457 | 225 | 1´023,795 | 230´353,875 |
| Bombeo de agua recuperada | 473,425 | 0.7457 | 225 | 353,032.76 | 79´432,371 |
| | | | | | 309´786,246 |

*Tabla II. 26. Emisiones indirectas (Operación y mantenimiento).*

| | | |
|---|---|---|
| **Gasto total de energía eléctrica** | 309'786,246 | Kw |
| **Factores de emisión de electricidad promedio** | 0.438 | $tCO_2e/MWh$ |
| Fórmula | $E_{CO2}$=Gasto energía*FE/1000 | |
| **Total de Emisiones Indirectas =** | **135,686.376** | **ton $CO_2$** |

El total de emisiones de $CO_{2eq}$ en la etapa de operación y mantenimiento será:

*Tabla II. 27. Total de emisiones de COeq en Operación y mantenimiento.*

| Concepto | Emisiones de $CO_{2eq}$ |
|---|---|
| Emisiones directas (combustibles) | 28,127.60 |
| Emisiones indirectas (energía eléctrica) | 135´686,367 |
| **TOTAL:** | **135´714,494.60 $CO_{2eq}$** |

Respecto a las memorias de cálculo presentadas anteriormente referentes a las emisiones de $CO_{2eq}$ en cada etapa del proyecto "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras asociadas", la Tabla II.28 resume los valores de las emisiones por cada tipo de combustible en cada etapa.

*Tabla II. 28. Cálculo de las emisiones contaminantes por el uso de combustibles y energía eléctrica.*

| Etapa de proyecto | Preparación del sitio | Construcción | Operación y mantenimiento | Cierre operativo del proyecto | Sub-total Proyecto |
|---|---|---|---|---|---|
| **Gasto de combustible (diésel) lts** | | | | | |
| Gasto en litros | 1´582,896 | 1´425,672 | 10´519,200 | 3´691,872 | **17´219,640** |
| **Gasto de energía eléctrica (Kw)** | | | | | |
| Gasto kw | | | 309´786,246 | | |
| **Emisiones de $CO_2$ (toneladas)** | | | | | |
| Emisiones de $CO_2$ (toneladas) | 4,232.55 | 3,812.14 | 135,714,494 | 9,871.80 | |
| **Total de Emisiones de $CO_2$ (toneladas)** | | | | | **135,732,410** |

El total de emisiones de gases de invernadero por concepto de utilización de combustibles (diésel) y gasto de energía eléctrica durante la vida útil del proyecto asciende a **135,732,410 ton $CO_{2eq}$.**

### II.2.6.3 Estimar la cantidad de energía que será disipada por el desarrollo del proyecto

***Emisiones de ruido***

En el caso de los niveles de ruido, la existencia de receptores sensibles (fauna presente en predio) expuestos al incremento de estos niveles determinaría áreas donde se deba implementar

métodos y técnicas de control; el valor referencial o el área hasta donde se evidenciarán los impactos está delimitada por los valores de niveles de ruido de fondo, ya que para las actividades de excavación, extracción y transporte de material en camiones de volteo es de 70 a 90 dB.

Las actividades de excavación serán realizadas considerando los equipos anticontaminantes adecuados y las medidas de mitigación necesarias para evitar la generación excesiva de polvos, humo y ruido.

Con el cumplimiento del programa de mantenimiento de la maquinaria, equipos y camiones de carga pesada (volteo) se estará asegurando que no se rebasan los límites del ruido que establece la Norma.

El ruido de mayor intensidad que puede generarse durante la etapa de construcción del "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras asociadas" es en las actividades de **excavación y transporte del material extraído** para la conformación de los bordos inicial y final, según lo indican las fichas técnicas de la maquinaria a utilizar en esa etapa del proyecto. A partir de ello, se delimitó una distancia **de 35 metros** a partir del sitio donde se realizarán los trabajos de excavación del depósito de jales, la línea de conducción de jales y la línea de conducción de agua clarificada, debido a que la amplitud de la onda a esta distancia se reduce a la mitad, es decir, el sonido al atravesar la atmósfera suele sufrir una disminución en su nivel conforme aumenta la distancia entre la fuente y el receptor.

Esta atenuación del ruido está representada por la siguiente expresión:

$$A_T = D + A + S + M.A.$$

Donde:

AT: Atenuación total
D: Atenuación producida por la distancia
A: Atenuación producida por el medio atmosférico
S: Atenuación generada por el suelo
M.A.: Atenuación dada por los mecanismos adicionales como el concreto en edificios, vegetación, casas, entre otros. Los primeros términos son los que se deben considerar en todas las situaciones, pues suponen elementos universales.

**Atenuación por Divergencia Geométrica o distancia (D)**

$$D = 20 \log d + 10.9 \text{ (dB)}$$

d es la distancia en metros entre la fuente puntual y el receptor. Según esta ecuación, el nivel sonoro se reduce conforme aumenta la distancia.

Para el caso, que se definió a 35 metros sobre el límite de los trabajos de excavación del depósito de jales, la atenuación sería de:

$$D = 20 \log (35) + 10.9 = \mathbf{38.85\ dB}$$

**Atenuación debido a la atmósfera (A)**

Conforme el sonido se propaga por el aire, la energía se va disipando en forma de calor. La disminución del sonido debido a la atmósfera para una distancia "d" expresada en metros de propagación a través de ella, viene dada por:

$$A = y.d\ (dB)$$

Donde “y” es el coeficiente de atenuación del aire en decibeles por kilómetro. Este coeficiente se obtiene de la siguiente Tabla:

*Tabla II. 29. Coeficiente de atenuación del aire.*

| Humedad relativa % | | | |
|---|---|---|---|
| **Frecuencia (Hz)** | **50** | **70** | **90** |
| **125** | 0.45 | 0.34 | 0.27 |
| **250** | 1.3 | 1.1 | 0.97 |
| **500** | **2.7** | 2.8 | 2.7 |
| **1000** | 4.7 | 5.0 | 5.3 |
| **2000** | 9.9 | 9.0 | 9.1 |
| **4000** | 29 | 23 | 20 |

Considerando que en el área del proyecto la humedad es del 50% aproximadamente, y la frecuencia generada por la maquinaria es alrededor de 500 Hz., la atenuación debido a la atmósfera será de **2.7 db/km**.

**Atenuación producida por la distancia (D)**

$$D = 20 \log D + 10.9\ (dB)$$

d= Distancia en m entre la fuente y el receptor

| Distancia (d) | Atenuación (D) |
|---|---|
| 100 | 50.9 |
| 200 | 56.920 |
| 300 | 60.442 |
| 400 | 62.941 |
| 500 | 64.879 |

Atenuación producida por el medio atmosférico (A)

$$A = y*d\ (dB)$$

y = Coeficiente de atenuación del aire/km

y = 2.7 dB/km 2.7 a una frecuencia de 500 Hz

A = 1.35

Sumando las 2 atenuaciones se tiene:

$A_T$ dB = 66.229 db

El ruido máximo de la maquinaria es 86 dB
Ruido de la góndola a la distancia de 500 m 19.770 dB

Las mediciones del equipo que se utilizará en el Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras asociadas se presentan a continuación:

*Tabla II. 30. Mediciones de ruido hechas al equipo que se utilizará en el Depósito de Jales.*

| Equipo | Ruido generado por el equipo y maquinaria a utilizar | | |
|---|---|---|---|
| | dB (A) máximo | Distancia de medición | Tiempo de generación |
| **Fuentes móviles** | | | |
| Excavadora 200CLC | 75 | 1 m | Intermitente |
| Cargador WL56 | 86 | 1 m | |
| Góndola 14 ton. | 86 | 1 m | |

Por lo que, los vehículos automotores, la maquinaria y el equipo a utilizar en el depósito de jales, cumplirán con la normatividad aplicable para minimizar emisiones contaminantes y generación de ruido, además de que únicamente se autorizará su operación en períodos diurnos y en forma intermitente, utilizando silenciadores en aquellos equipos que lo permitan, permaneciendo para ello por debajo de los límites máximos permitidos mostrados en las tablas de Niveles de ruido permitidos por NOM-080-SEMARNAT-1994 y Mediciones de ruido hechas al equipo que se utilizará en la normatividad ambiental vigente, en lo referente a emisión de ruido tanto por fuentes fijas como por fuentes móviles, se tiene lo que se presenta en la Tabla II.31.

*Tabla II. 31. Niveles de ruido permitidos por NOM-080-SEMARNAT-1994.*

| Peso bruto vehicular (kg) | Límites máximos permisibles dB (a) |
|---|---|
| Hasta 3,000 | 86 |
| Más de 3,000 hasta 10,000 | 92 |
| Más de 10,000 | 99 |

Por lo tanto, el ruido que se generará en el límite del depósito de jales se tiene abajo del valor permisible en la NOM que es de 86 db. Ya que a 35 m de distancia de las áreas de trabajo con maquinaria pesada el ruido se percibirá a 38.85 db.

El ruido generado en las etapas de preparación del sitio y construcción será temporal y no afectará de forma considerable al centro de población más cercano (Localidad San Martín) que se localiza a unos 200 m al norte del sitio del proyecto.

Durante la etapa de operación, se estima que el ruido generado de las actividades en el “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras asociadas” se desvanecerá conforme mayor sea la distancia con respecto del punto de emisión: pero principalmente por barreras de ruido naturales y artificiales, como lo son las construcciones, la cobertura vegetal, lomas y desniveles del terreno.

En el caso de ser necesario para los trabajadores operarios, durante la etapa de construcción, la afectación del ruido generado será atenuada con equipo de seguridad y protección personal tipo industrial.

# CAPÍTULO III.

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

SIN TEXTO

## ÍNDICE

CAPÍTULO III. VINCULACION CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES....1
III.1. Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET)....2
III.2. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas..5
III.3 Planes o Programas de Desarrollo Urbano Municipales (PDU)....10
III.4. Normas Oficiales Mexicanas....15
III.5. Otros instrumentos para considerar:....32
III.5.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos....32
III.5.2 Leyes....33
III.5.3 Reglamentos....42
III.5.4 Planes y programas....50
III.5.5 Convenios o tratados internacionales....54
Bibliografía....59

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III. 1. Vinculación del proyecto con el POEGT....3
Tabla III. 2. Mediciones de ruido hechas al equipo que se utilizará en el proyecto....11
Tabla III. 3. Vinculación de NOM-141-SEMARNAT-2003 con el proyecto....16
Tabla III. 4. Vinculación del proyecto con la LGEEPA....34
Tabla III. 5. Vinculación del proyecto con la LGVS....35
Tabla III. 6. Vinculación del proyecto respecto a la LGDFS....35
Tabla III. 7. Vinculación del proyecto con la LAN....36
Tabla III. 8. Vinculación del proyecto con la LGPGIR....38
Tabla III. 9. Vinculación del proyecto con la Ley de Minería....41
Tabla III. 10. Vinculación del proyecto con la LGCC....42
Tabla III. 11. Vinculación del proyecto con RLGEEPAMIA....43
Tabla III. 12. Vinculación del proyecto con el RLGDFS....46
Tabla III. 13. Especies identificadas en el CITES....58

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III. 1. UAB a la que pertenece el proyecto....2
Figura III. 2. Ubicación del proyecto respecto a la ANP federal....6
Figura III. 3. Ubicación del proyecto respecto a la ANP estatal....6
Figura III. 4. Ubicación del proyecto respecto a las AICA....7
Figura III. 5. Ubicación del proyecto respecto a las RTP....8
Figura III. 6. Ubicación del proyecto respecto a la RHP....9

SIN TEXTO

# CAPÍTULO III. VINCULACION CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

En este Capítulo se describen los ordenamientos jurídicos en materia ambiental que se vinculan con el desarrollo del proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas”. Para lo cual se revisaron los documentos relativos a las Leyes y Reglamentos Federales y Estatales, en materia de regulación de actividades riesgosas, equilibrio ecológico y protección al ambiente, así como los planes federales, estatales y municipales de desarrollo y demás instrumentos de política ambiental aplicables o de interés para la región de estudio.

***Información sectorial***

En referencia al Informe Anual 2024 de la Cámara Minera de México, la industria minera mundial registró un crecimiento de 2.0% en 2023. Cabe destacar que los incrementos más significativos se presentaron en aquellos metales mayormente vinculados a la transición tecnológica y energética, como son: el litio, titanio, cobalto, tierras raras y níquel, entre otros (CAMIMEX, 2024).

En México, el PIB de la minería registró un decremento de 2% en 2023. La participación de la industria minera en el PIB Nacional fue de 2.89% en 2022, y de 2.75% en 2023, en tanto el PIB industrial pasó de 9.09% en 2022 a 8.63% en 2023 (CAMIMEX, 2024).

El oro se mantuvo como el principal producto de la industria minero-metalúrgica nacional en 2023, con una participación de 29.7% del valor total de la producción, apenas superior a la producción de cobre que representó 29.2%, mientras que el tercer sitio correspondió a la plata con 18.4% (CAMIMEX, 2024).

Con relación al empleo, el sector minero registró un total de 416 mil 875 puestos de trabajo adiciembre de 2023, cifra que representó un decremento de 0.1%, en comparación con el mismo mes del año anterior. Aun con esta baja, las remuneraciones del sector minero-metalúrgico fueron 33% superiores a las del promedio nacional (CAMIMEX, 2024).

***Panorama de la Unidad Minera San Martín en la industria minera***

Conforme al Informe Anual 2024 de la Cámara Minera de México se estableció que los cinco principales estados mineros: Sonora, Zacatecas, Durango, Chihuahua y Guerrero registraron en promedio un crecimiento de 2.9%, por debajo del promedio de 3.5% registrado por las 32 entidades federativas (CAMIMEX, 2024).

Respecto a la producción minera de oro, San Martín de Grupo México incrementó su producción con 7.7%. Para el caso de la producción minera de plata, San Martín de Grupo México disminuyó su producción en 8.3% (CAMIMEX, 2024).

Referente a la producción minera de cobre por empresa, Grupo México fue el mayor productor nacional con una participación del 76.8%. En la producción nacional de concentrados de cobre por unidad minera en 2023, San Martín de Grupo México se ubicó entre los 15 principales productores, ubicándose en el lugar 8, con 4,647 toneladas, lo que incrementó su producción en 22% (CAMIMEX, 2024).

De acuerdo con la producción minera nacional de zinc, Zacatecas es el estado más importante en su producción, representando el 43.6% del total nacional. En la producción nacional de concentrados de zinc por unidad minera en 2023, San Martín de Grupo México se ubicó entre los 15 principales productores, ubicándose en el lugar 13, con 14,865 toneladas. Para el caso de la producción minera de plomo, San Martín de Grupo México, bajó su producción en 34.1% (CAMIMEX, 2024).

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

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales (Secretaría de Gobernación, 2012).

Las obras que conforman al proyecto "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas" se localiza en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) número ***14***, denominada ***Sierras y Llanuras de Durango*** (Figura III.1) en la Región Ecológica con clave 9.24, que indica que tiene por política ambiental el *Aprovechamiento Sustentable* y que el sector rector del desarrollo es la *Ganadería y Minería*, mientras la agricultura y poblacional aparecen como coadyuvante del desarrollo y forestal como asociados del desarrollo.

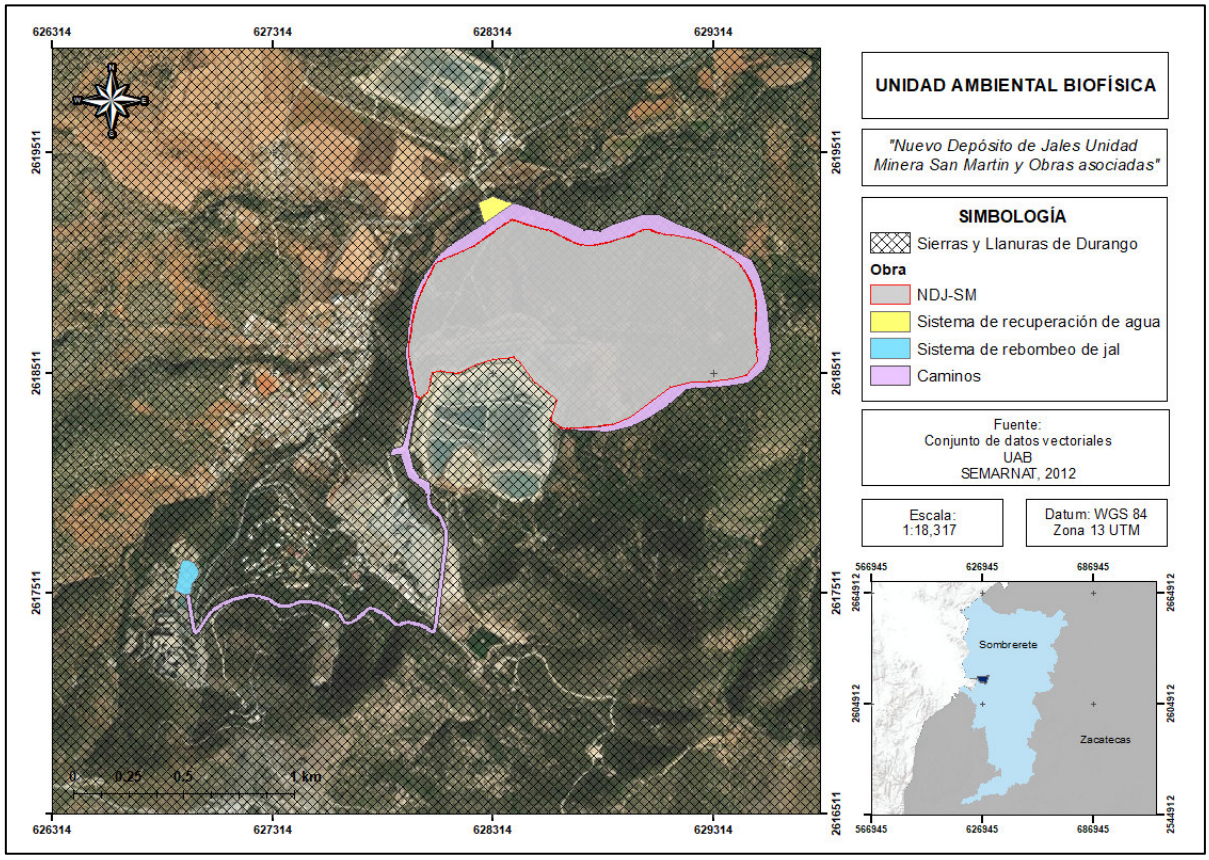



*Figura III. 1. UAB a la que pertenece el proyecto.*

La información de la UAB se presenta en la Tabla III.1.

*Tabla III. 1. Vinculación del proyecto con el POEGT.*

| POEGT | Vinculación |
|---|---|
| *Región Ecológica* 9.24<br>*Unidad Ambiental Biofísica:* 14 Sierras y Llanuras de Durango.<br>*Localización:* Centro-sur de Chihuahua, centro de Durango y noreste de Zacatecas.<br>*Rectores del Desarrollo:* Ganadería - Minería.<br>*Coadyuvantes del desarrollo:* Agricultura - Poblacional.<br>*Asociados del desarrollo:* Forestal.<br>*Política Ambiental:* Aprovechamiento Sustentable.<br>*Prioridad de Atención:* Muy Baja. | El proyecto de acuerdo con la UAB 9.24 no se contrapone con los rectores del desarrollo, así mismo el proyecto contempla la preservación de flora y fauna a través del Programa de protección y reubicación de flora, Programa de protección y reubicación fauna, Programa de reforestación y Programa de restitución del sitio. |
| **Estrategias de la UAB que son aplicables al proyecto** | |
| **Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio** | |
| B) Aprovechamiento sustentable:<br>4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.<br>5. Aprovechamiento sustentable de suelos agrícolas y pecuarios.<br>6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas<br>7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.<br>8. Valorización de los servicios ambientales. | El proyecto es compatible y congruente, ya que se considera la valorización de los servicios ambientales, se tiene contemplado con actividades como reforestación y obras de conservación de suelo; la recuperación de la infiltración de agua, generación de oxígeno y captura de carbono. |
| C) Protección de los recursos naturales:<br>12. Protección de los ecosistemas.<br>13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes. | El proyecto es compatible y congruente, ya que con las medidas de mitigación como son: Capacitación del personal, colocación de letreros sobre el cuidado de la flora y fauna, y Programa de reforestación, se recuperará el ecosistema afectado. |
| D) Restauración:<br>14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas. | El proyecto es compatible y congruente, ya que realizará los Programas de reforestación en la etapa de cierre del sitio donde se contempla la restauración del ecosistema al término de la vida útil del proyecto. |
| E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.<br>15. Aplicación de los productos del Servicios Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.<br>15bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. | El proyecto es compatible y congruente, ya el “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas” cumple en todas sus etapas con la NOM-141-SEMARNAT-2003.<br><br>La empresa Unidad Minera San Martín S.A. de C.V., cuenta con los Departamentos de Seguridad e Higiene y Ecología, los cuales supervisan el cumplimiento de la normatividad de seguridad y medio ambiente conforme a las Políticas de Seguridad y Salud en el Trabajo, y, Ambiental. |

| POEGT | Vinculación |
|---|---|
| **Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana** | |
| A) Suelo urbano y vivienda<br>24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio. | La empresa Unidad Minera San Martín S.A. de C.V., cuenta con programas sociales para mejorar las condiciones sociales de las localidades cercanas conforme a su Política de Relacionamiento con Comunidades, tal y como se muestra en el **Anexo III.9**. |
| B) Zonas de Riesgo y prevención de contingencias.<br>25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.<br>26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física. | La empresa Unidad Minera San Martín S.A. de C.V. cuenta con brigadas para prevenir y actuar en caso de presentarse alguna contingencia. |
| C) Agua y saneamiento:<br>27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable y alcantarillado y saneamiento de la región.<br>28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.<br>29. Posicionar el tema del agua como recurso estratégico y de seguridad nacional. | Estas estrategias no son aplicables al proyecto, son acciones dirigidas al gobierno estatal y/o municipal, a través de los programas específicos que requieren recursos federales. |
| E) Desarrollo social:<br>33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la aplicación 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.<br>34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del medio rural y reducir la pobreza.<br>35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social de la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climáticos adversos.<br>37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.<br>38. Promover la asistencia escolar entre la población más pobre. Fomentar desarrollo de capacidades para el acceso a mejores fuentes de ingreso.<br>40. Atender desde el ámbito de desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores. Promover la asistencia social en los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habitan en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. | La empresa Unidad Minera San Martín S.A. de C.V., establece diversos programas para dar cumplimiento a su Política de Relacionamiento de Comunidades.<br><br>La empresa Unidad Minera San Martín, queda sujeta a la Política General de Desarrollo Sustentable y a la Política General de Cambio Climático, establecidas para el personal, sus proveedores y contratistas en las divisiones Minera, Transporte e Infraestructura, en todos los países donde opera Grupo México, donde se establece:<br><br>- Actuar de manera responsable y transparente en el ámbito social y ambiental, ya que es esencial para garantizar un Desarrollo Sustentable.<br><br>- Comprometerse a cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sustentable y con los Principios del Pacto Mundial de las Naciones Unidas, el cuidado al medio ambiente, la lucha contra el cambio climático y el respeto a los derechos humanos.<br><br>- Trabajar junto con las comunidades cercanas a las operaciones. Buscando una comunicación franca y transparente con los diversos grupos de interés, incluyendo a los más vulnerables, para contribuir a una cultura de colaboración en beneficio de todos, respetando en todo momento los derechos de las comunidades. |

| POEGT | Vinculación |
|---|---|
| 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad. | |
| **Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.** | |
| A) Marco Jurídico:<br>42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural. | Estas estrategias no son aplicables al proyecto, son acciones dirigidas al gobierno estatal y/o municipal, a través de los programas específicos que requieren recursos federales. |
| B) Planeación del ordenamiento territorial:<br>43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.<br>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. | Estas estrategias no son aplicables al proyecto, son acciones dirigidas al gobierno estatal y/o municipal, a través de los programas específicos que requieren recursos federales. |

Referente a los Programas de ordenamiento ecológico del territorio regionales o locales, ni el estado de Zacatecas ni el municipio de Sombrerete, cuentan con un programa de ordenamiento ecológico decretado y reconocido por la SEMARNAT.

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

Referente a los decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas y áreas de importancia ecológica, a continuación, se presenta la ubicación del proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas” respecto a las áreas de importancia ecológica.

#### *Áreas Naturales Protegidas*

De acuerdo al Art. 44 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce soberanía y jurisdicción, en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que sus ecosistemas y funciones integrales requieren ser preservadas y restauradas, quedarán sujetas al régimen previsto en esta Ley y los demás ordenamientos aplicables.

Hasta octubre de 2024, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) administra 232 ANP de carácter federal de las cuales 192 cuentan con una superficie exclusivamente terrestre, 31 cuentan con una superficie costero - marino y 9 exclusivamente marina (CONANP, 2024).

La Área Natural Protegida (ANP) a nivel federal denominada ***Sierra de Órganos*** se localiza a 11.61 km lineales de distancia respecto al sitio del proyecto. Esta ANP presenta una categoría de manejo de *Parque Nacional*, dada la composición y estructura de la vegetación por gradiente altitudinal: densidades grandes de arbolado en los rodales de pino piñonero (*Pinus cembroides*), presencia de alamillo temblón (*Populus tremuloides*) y presencia de encino rojo (*Quercus aduardii*) (CONANP, s.f.).

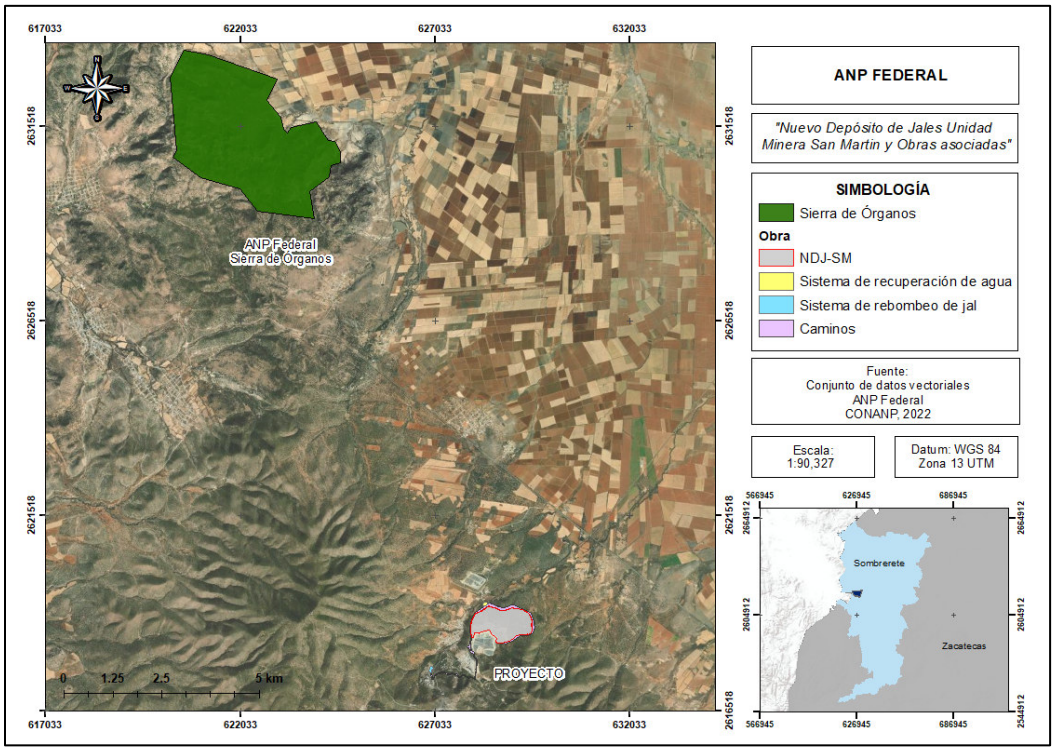



*Figura III. 2. Ubicación del proyecto respecto a la ANP federal.*

Respecto a la ANP a nivel estatal a 130.97 km lineales de distancia respecto al proyecto se ubica la denominada ***El Tecuán***. Está ANP es definida con una categoría de *Parque Ecológico* y se ubica en el municipio de Durango, Durango; presenta una vegetación representativa de los bosques templados semi húmedos, predominando las asociaciones de pino-encino.

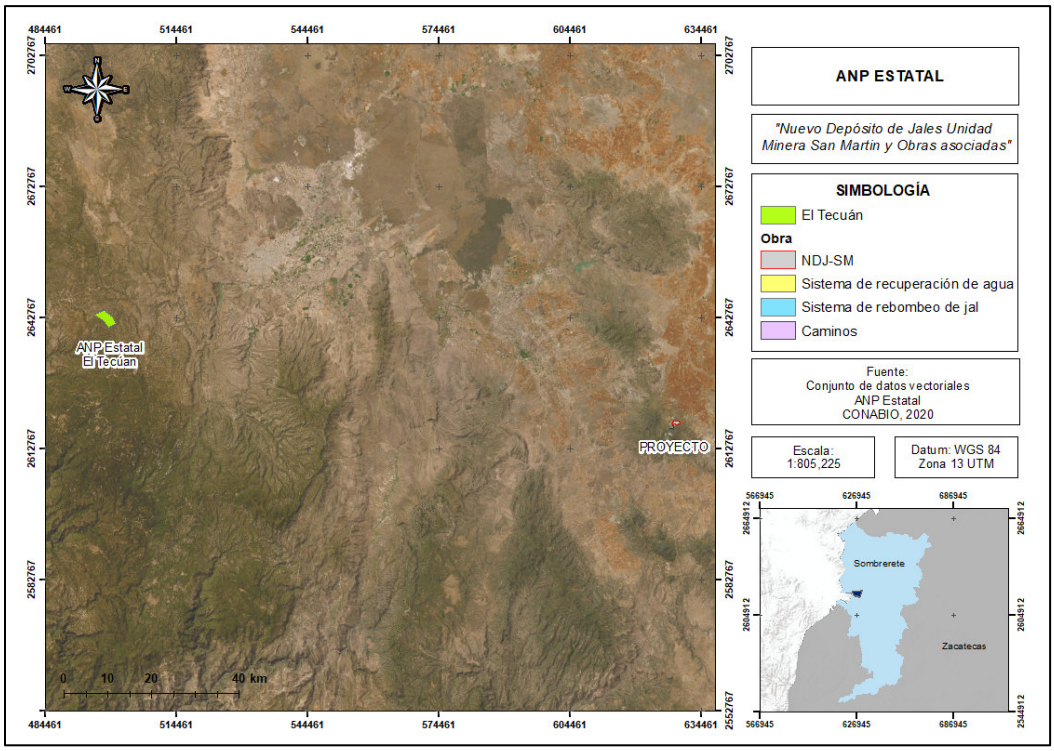



*Figura III. 3. Ubicación del proyecto respecto a la ANP estatal.*

### *Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves*

Las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) surgen de un programa de Birdlife Internacional, el cual busca identificar este tipo de áreas en todo el mundo. Mediante criterios como la amenaza que sufren las especies de aves, lo restringido de sus distribuciones y la cantidad de aves que se pueden congregar en un solo sitio (CONABIO, 2015).

La AICA denominada ***Sierra de Órganos*** se localiza a 5.50 km lineales de distancia respecto al proyecto. En esta AICA se han identificado 247 especies de aves y es considerada un área importante de alimentación de aves que consumen piñones, ya que estos no se producen sino cada dos o tres años (CONABIO, 2015).

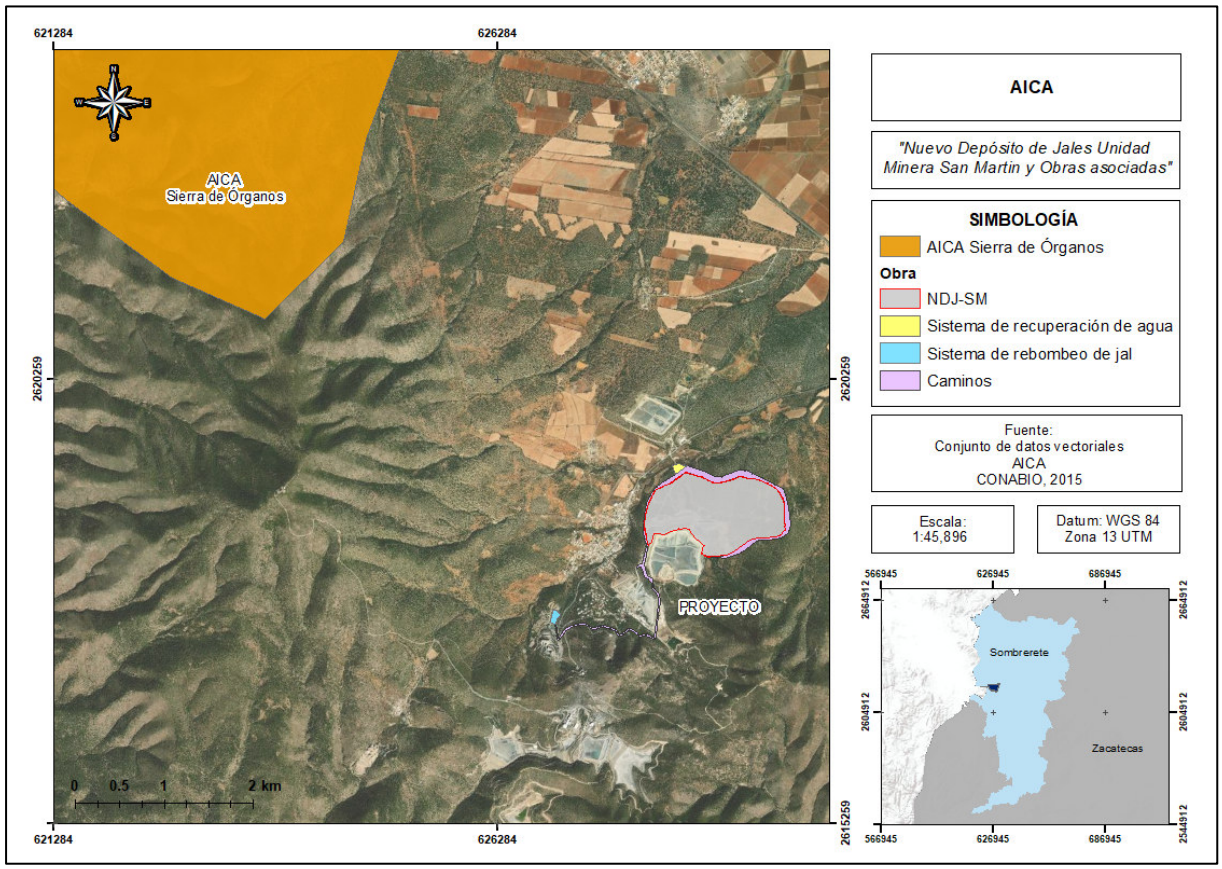



*Figura III. 4. Ubicación del proyecto respecto a las AICA.*

### *Regiones Terrestres Prioritarias*

Las Regiones Terrestres Prioritarias son descritas por la CONABIO como unidades físico-temporales estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destacan por la riqueza eco-sistémica y de especies endémicas comparativamente mayor que el resto de país, así como por la integridad biológica significativa y una oportunidad real de conservación (CONABIO, 2000).

Respecto a la RTP, la denominada ***Sierra de Órganos*** se localiza a 8.35 km lineales del área del proyecto. Esta RTP es una topoforma aislada cubierta por bosques de pino piñonero y bosques bajos de escuamifolios (*Juniperus deppeana*) con pastizales.

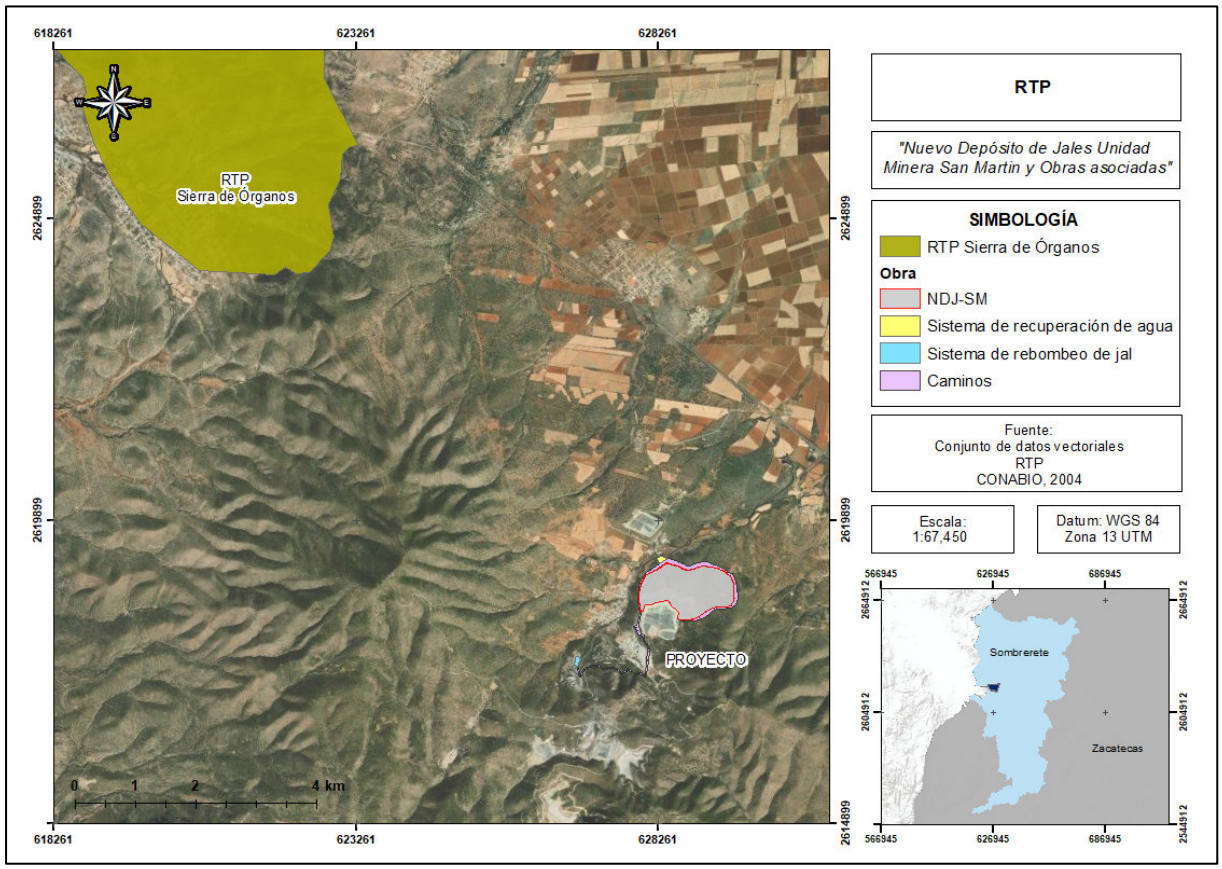



*Figura III. 5. Ubicación del proyecto respecto a las RTP.*

### *Regiones Hidrológicas Prioritarias*

La CONABIO llevó a cabo el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) con el objetivo de tener 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 de los bienes y servicios ambientales ubicados en ellas (CONABIO, 2015).

La RHP denominada ***Río Baluarte – Marismas Nacionales*** se localiza a 39.85 km lineales de distancia. La importancia de esta RHP radica en la presencia de presas y ríos.

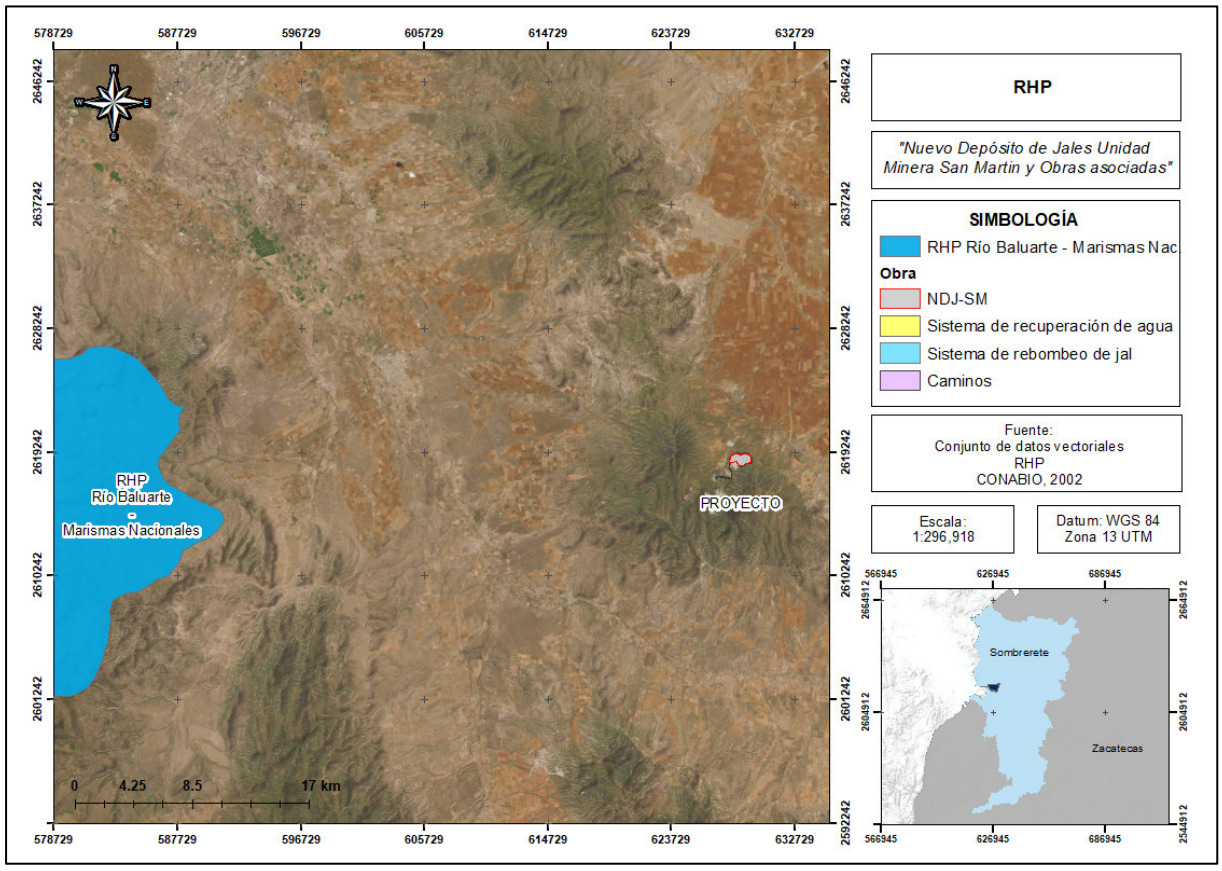



*Figura III. 6. Ubicación del proyecto respecto a la RHP.*

Respecto a todo lo presentado anteriormente, se determina que el área de estudio del ***proyecto no se encuentra inmerso dentro de alguna área de importancia ambiental***, y por ende no está sujeto a ningún plan de manejo o estrategias establecidas para su conservación. Por lo tanto, la construcción del "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas", no se contrapone con los objetivos del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas al no formar parte de dichos sistemas.

## III.3 Planes o Programas de Desarrollo Urbano Municipales (PDU)

***Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Sombrerete 2016-2040***

*Objetivos generales* (Ayuntamiento de Sombrerete, 2016)

- Fomentar el desarrollo armónico entre el crecimiento socioeconómico y urbano para que la población pueda satisfacer sus necesidades de suelo, vivienda, infraestructura y equipamiento urbano, enfocado a desarrollos sustentables y en equilibrio con el entorno ecológico.
- Promover la adquisición de reservas territoriales suficientes para orientar y planificar el crecimiento hacia las zonas que, por sus características físicas, económicas y legales, presenten mejores condiciones de desarrollo, preservando las zonas de alta productividad agropecuaria y el equilibrio ecológico.
- Favorecer la inversión en micro, pequeñas y medianas empresas, procurando los rubros donde se promueva el desarrollo turístico, agroindustrial y de servicios, incluyendo la infraestructura que permita la instalación de espacios industriales.

*Objetivos específicos: Medio ambiente*

- Implementar acciones de mejoramiento del medio ambiente mediante campañas de saneamiento del agua, aire y suelo, así como de reforestación (hacia el oeste).
- Respetar la vocación natural del suelo para asegurar su óptimo aprovechamiento.
- Evitar la proliferación de tiraderos en lotes baldíos y en las inmediaciones de los arroyos.

*Vinculación con el proyecto*

La Unidad Minera San Martín acuerda que durante la ejecución de las etapas del proyecto tendrá el control de la generación de aguas residuales mediante una empresa que dé mantenimiento a los sanitarios portátiles instalados, que llevará a cabo riego de caminos para evitar la emisión de partículas a la atmósfera, y que depositará los residuos de la construcción en un sitio adecuado y los residuos urbanos en un relleno sanitario o tiradero controlado.

Además, realizará actividades de reforestación como medidas de compensación y restitución del sitio una vez concluida la etapa de operativa del proyecto.

*Estrategias* (Ayuntamiento de Sombrerete, 2016)

- Las áreas industriales, particularmente las emisoras de altos índices de contaminación atmosférica, deberán emplazarse a sotavento de la localidad para facilitar la eliminación de contaminantes y riesgos.
- Se deberán aislar a una distancia mínima de 10 m de centros generadores de ruido o reubicar aquellos usos urbanos que produzcan las siguientes afectaciones molestas a las construcciones y habitantes de las áreas circunvecinas:
    - Más de 65 decibeles entre las 8 y las 22 horas o bien 20 decibeles entre las 22 y 8 horas.
    - Polvos y humos que ensucien parámetros y cubiertas de las construcciones aledañas.

*Vinculación con el proyecto*

El proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas” se ubicará a unos 8.61 km de la población de San Martín y las emisiones de ruido que se tienen previstas emitir se presentan en la Tabla siguiente:

*Tabla III. 2. Mediciones de ruido hechas al equipo que se utilizará en el proyecto.*

| Equipo | Ruido generado por el equipo y maquinaria a utilizar | | | |
|---|---|---|---|---|
| | dB (A) máximo | Distancia de medición | Horario de trabajo | |
| | | | 22:00-8:00 h | 8:00-22:00 h |
| | | | 20 db | 65 db |
| **Fuentes móviles** | | | | |
| Excavadora 200CLC | 75 | 500 m | | Intermitente |
| Cargador WL56 | 86 | 500m | 19.77 | |
| Camión de volteo Cap. 35 ton. | 86 | 500 m | 19.77 | |
| Excavadora 200CLC | 75 | 500 m | | Intermitente |
| Cargador WL56 | 86 | | | |
| Camión de volteo Cap. 35 ton. | 86 | | | |

Por lo tanto, 19.77 dB se escucharán a una distancia de 500 m que cumple con el horario de 22 a 8 horas en caso de que se trabaje en este horario.

*Estrategias* (Ayuntamiento de Sombrerete, 2016):

- Incorporar tecnologías ambientales para la construcción y mantenimiento de infraestructura a través de la incorporación de prácticas comunitarias, el reciclamiento, ahorro, captación, almacenamiento y conservación del agua.
- Se evitará la construcción en el interior de cauces y vasos de cuerpos hidrológicos, así como en la zona de derecho de los mismos. No se podrá descargar desechos residuales sobre cauces y mantos acuíferos, los cuales se canalizarán a plantas de tratamiento.
- Se establecerán plantas de tratamiento en los cauces de los arroyos afectados por descargas sanitarias.
- Se protegerán las áreas que tengan valor paisajístico o escénico y se efectuarán las acciones necesarias para lograr el desarrollo de aquellas que tengan potencial para alcanzar tal valor.
- No se deberá permitir desarrollo urbano en preservación ecológica, zonas agrícolas de primer y segundo orden de productividad, bancos de material o zonas de recarga hidráulica, aunado a conservar las zonas que contengan vegetación densa o con posibilidad de poseerla, para la creación de microclimas a través de la localización con especies autóctonas. En todos los casos es preferible utilizar vegetación que demande poco consumo de agua.
-

*Vinculación con el proyecto*

La empresa Unidad Minera San Martín S.A. de C.V. se compromete a impulsar la mejora continua del medio ambiente y lograr un aprovechamiento responsable de los recursos naturales, cumpliendo con los estándares de prevención y mitigación de los impactos ambientales.

***Plan Municipal de Desarrollo de Sombrerete, Zacatecas 2025-2027 del H. Ayuntamiento de Sombrerete Zacatecas. (Periódico Oficial del Gobierno de Zacatecas, 2025)***

Plan Municipal de Desarrollo como una herramienta estratégica para alcanzar las metas esperadas en este periodo, tomando en cuenta los resultados favorables y los programas

propuestos en el plan municipal, de ser necesario, el documento se podrá actualizar y ajustar para tener una mayor eficiencia en resultados.

El PMD es el resultado de la consulta ciudadana colectiva realizada, mediante los servidores de la administración pública, donde la población municipal expreso sus necesidades, donde se llevó a cabo una Plenaria Municipalista y diversos foros con mezas de trabajo.

El PMD cuenta con una estructura clara, la cual nos brinda un panorama de lo que pretende ser una administración segura y de confianza con el Municipio de Sombrerete, con el desarrollo de 4 ejes estratégicos y 3 ejes transversales los cuales se derivan por un diagnóstico, y líneas estratégicas, objetivos y líneas de acción.

El Plan Municipal de Desarrollo (PMD) 2025-2027 tiene como objetivo identificar áreas de oportunidad, problemáticas y coyunturas que tiene el municipio de Sombrerete, con el fin de generar un plan estratégico que impulse una economía sólida e inclusiva, con el fin de coadyuvar al alcance de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, al Plan Nacional de Desarrollo (PND) y al Plan Estatal de Desarrollo (PED), uniendo esfuerzos en pro de una sociedad más justa, en desarrollo, sostenible y con mayores oportunidades.

El Plan Municipal de Desarrollo muestra un gobierno diferente comprometido con el bien del pueblo.

El PDM es así, un instrumento dinámico, sujeto a modificaciones en sus componentes dependiendo de los resultados de la evaluación que periódica y sistemáticamente se deberán realizar. La planeación en términos estrictos forma parte del proceso administrativo dentro de la organización gubernamental, pues en él, se establecen directrices, se definen estrategias y se seleccionan alternativas y cursos de acción, en función de objetivos y metas generales para el desarrollo económico y social, tomando en consideración la disponibilidad de recursos financieros que permitan establecer un marco de referencia necesario para concretar programas y acciones específicas en tiempo y espacio.

**Existen 3 minas cercanas al centro poblacional, dos de ella al sur y otra al sureste.**

- Unidad sabinas Peñoles
- Unidad san Martín Grupo México
- Unidad mina la Colorada

Las minas son de importantes yacimientos minerales, es el único productor estatal de fierro, principal productor de cobre, segundo productor estatal de plata, plomo y zinc.

Las minas de Sombrerete fueron descubiertas en 1555 por Juan de Tolosa, uno de los cuatro fundadores de Zacatecas que había sido compañero de Francisco de Ibarra en San Martín, el real minero que se ubicó en los límites del actual estado de Durango.3 Dentro de los primeros propietarios de minas en Sombrerete destaca también el tío de Francisco de Ibarra, Diego de Ibarra quien era también fundador de Zacatecas, donde fungió como oficial real.

**Se contemplaron cuatro ejes y 13 líneas estratégicas con sus objetivos (Periódico Oficial del Gobierno de Zacatecas, 2025)**

- **Eje 1.** Más bienestar en servicios públicos y vivienda
- **Eje 2.** Mas desarrollo y competitividad
- **Eje 3.** Desarrollo para el campo
- **Eje 4.** Atención a la salud y Medio Ambiente

Los ejes que se relacionan con las actividades y obras que conforman al proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas” como se describen a continuación en conjunto con su cumplimiento:

**Eje 1. Más bienestar en servicios públicos y vivienda**

Este eje es un pilar fundamental para el crecimiento y desarrollo social, de aquí se desglosa el cambio y la trasformación para el municipio por medio del plan de desarrollo, su implementación es una tarea prioritaria para todos los miembros de esta administración, donde las estrategias y oportunidades de vida a toda la ciudadanía de Sombrerete.

La necesidad del pueblo de Sombrerete proviene a un mejor bienestar para todos sus habitantes; Más bienestar representa el eje donde se unirán las fuerzas necesarias donde se enfocaran estrategias que se realizaran en la administración municipal, el cual su mayor enfoque va dirigido a lograr una mayor estabilidad en las condiciones básicas de vida para todos, en las que se tendrá en cuenta la igualdad, el respeto a los derechos, la atención a las carencias sociales y como fortalecimiento de las instituciones , logrando la regeneración del tejido social en el municipio de Sombrerete.

*Vinculación con el proyecto*

La empresa Unidad Minera San Martín S.A. de C.V. dará una correcta disposición de los residuos sólidos urbanos que se generan en las actividades que integran al proyecto, disponiéndolos en los sitios autorizados en el municipio de Sombrerete. Así mismo, tramitará cualquier certificación ambiental a nivel municipal que le corresponda.

**Eje 2. Mas desarrollo y competitividad**

El desarrollo económico y la competitividad debe ser un esfuerzo de trabajo conjunto entre el ciudadano y la administración pública, enfocarnos en el crecimiento económico con sentido y responsabilidad social permite a las administraciones dotar a sus habitantes de esfuerzos y programas más efectivos, y que brindan más y mejores herramientas de competitividad con acceso para todos y todas.

Generar riqueza pasa de ser un tema del empresariado para convertirse en una palanca de desarrollo económico y regeneración del tejido social, fomentar una cultura emprendedora con espíritu de innovación y competitividad, aportar al desarrollo de empresas locales vinculadas con la producción y servicios propios del municipio y la región, apostar al desarrollo turístico y la proyección e inclusión de los productos y servicios del municipio de Sombrerete.

Para la administración actual, el capital humano es imprescindible para el desarrollo del municipio, es por ello que se buscará la gestión de brindar todas las herramientas necesarias para que se generen la mejor obra calificada, y los conocimientos adecuados para cada rama económica que permita la competitividad en el entorno, obteniendo a su vez mejores resultados en el desarrollo y la calidad de vida.

*Vinculación con el proyecto*

La empresa Unidad Minera San Martín S.A. de C.V. se encuentra en la disposición de establecer alianzas con el municipio para el desarrollo de la región. Además, que todas las obras que conforman al proyecto establecerán medidas para el cuidado del medio ambiente.

**Eje 3. Desarrollo para el campo**

Nuestra capacidad productora ha sido reconocida en el país y en el mundo, protagonizado de nuestros mejores cultivos que son un reflejo del esfuerzo y trabajo noble de los productores sombreretenses, los que han sido grandes lideres del campo, y han logrado un alcance mayor en el mercado nacional e internacional.

El sector primario de Sombrerete es el motor de sustento de nuestras comunidades, y en gran parte de la cabecera municipal; la agricultura y la ganadería contribuyen al crecimiento económico y desarrollo social del municipio, constituyéndose, así como un eje fundamental de la representación de la vocación de desarrollo, esfuerzo, lucha, y constancia de los y las sombreretenses.

El papel de Más Por el Campo, es la representación de una estrategia integral entre el gobierno, y los productores; por medios de apoyo y potencialización al sector primario, en busca de las mejores alternativas y herramientas para la construcción de una agricultura más competitiva y con oportunidades en el entorno, generando beneficios de valor a los productores, dando así la prosperidad y mejor calidad de vida a los sombreretenses.

*Vinculación con el proyecto*

La empresa Unidad Minera San Martín S.A. de C.V. reconoce la importancia estratégica del campo sombreretense y se compromete a contribuir con acciones que beneficien de forma indirecta al sector primario, mediante programas de reforestación, restauración de suelos, control de erosión, y conservación del entorno natural.

**Eje 4. Atención a la salud y Medio Ambiente**

Se relacionan con la creación de ambientes saludables y la prevención de enfermedades. Para ello, se pueden tomar acciones como:

La salud y el medio ambiente están interrelacionados, por lo que es importante que diferentes sectores colaboren en la creación de políticas y legislación que favorezca la salud.

**Líneas estratégicas.**

- Generar condiciones de desarrollo social comunitario
- Desarrollo económico para los habitantes
- Más por el deporte
- Apoyo a la juventud emprendedora
- Combatiendo la pobreza alimentaria
- Atención a la salud
- Control de riesgos ambientales y laborales
- Mejoramiento de los servicios públicos básicos

*Vinculación con el proyecto*

La empresa Unidad Minera San Martín S.A. de C.V. ha apoyado actividades de desarrollo social comunitario, deporte, salud, desayunos escolares, educación con becas, mejoramiento de servicios básicos para la Población. Principalmente en el control de riesgos ambientales y laborales. Tanto para sus trabajadores como para evitar las molestias que pudiera ocasionar a la población cercana.

## III.4. Normas Oficiales Mexicanas

**NOM-041-SEMARNAT-2015** (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.

*Cumplimiento con el proyecto*

La empresa minera dará cumplimiento con los niveles establecidos en esta norma mediante los programas de verificación vehicular y de mantenimiento preventivo y correctivo que se realizará a la maquinaria y vehículos que se utilizarán en las actividades en todas las etapas del proyecto.

**NOM-045-SEMARNAT-2017** (SEMARNAT, 2018)
Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

*Cumplimiento con el proyecto*

La empresa minera dará cumplimiento con los niveles establecidos en esta norma mediante los programas de verificación vehicular y de mantenimiento preventivo y correctivo que se realizará a la maquinaria y vehículos que se utilizarán en las actividades en todas las etapas del proyecto.

**NOM-059-SEMARNAT-2010 y la modificación al Anexo Normativo III – 2019** (SEMARNAT, 2019)
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.

*Cumplimiento con el proyecto*

La empresa dará cumplimiento a esta norma mediante la instalación de señalamientos de respeto a la biodiversidad, cursos de inducción a todo el personal incluyendo el respeto a la vida silvestre. Además, que en las actividades de cambio de uso de suelo se realizarán las medidas para la reubicación de las especies enlistadas en esta norma.

**NOM-080-SEMARNAT-1994** (SEMARNAT, 1995)
Límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

*Cumplimiento con el proyecto*

No se espera rebasar ninguno de estos límites, sin embargo, en caso de ser necesario el personal utilizará el equipo de protección adecuado y los trabajos de construcción y movimiento de material se realizarán el horario diurno.

**NOM-052- SEMARNAT-2005** (SEMARNAT, 2005)
Establece un listado de residuos peligrosos, sus características y el procedimiento de identificación de los mismos.

*Cumplimiento con el proyecto*

El adecuado manejo y disposición de residuos no peligrosos y peligrosos, deberá ser vigilado principalmente durante las etapas de construcción y operación. Se llevarán bitácoras de control y los residuos peligrosos se almacenarán temporalmente para después ser recogidos por una empresa especializada y autorizada por la autoridad competente.

Así mismo, la Tabla siguiente presenta la vinculación con la NOM-141-SEMARNAT-2003, la cual 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 presa de jales (SEMARNAT, 2004).

*Tabla III. 3. Vinculación de NOM-141-SEMARNAT-2003 con el proyecto.*

| Numeral de la NOM | Apartados de la NOM-141-SEMARNAT-2003 (Lineamientos) | Vinculación con el proyecto |
|---|---|---|
| 5 | En el caso que se requiera ubicar una presa de jales en áreas naturales protegidas, la autorización estará sujeta a la evaluación en materia de impacto ambiental, así como a lo dispuesto en el Decreto del Área Natural Protegida y el Programa de Manejo Respectivo. Si existen zonas y obras que por sus características se consideran patrimonio histórico o cultural, se debe cumplir con lo establecido en las leyes aplicables. | La huella del proyecto no incide dentro de Áreas Naturales Protegidas, ni infiere en zonas que se consideren patrimonio histórico o cultural. |
| 5 | En caso de que se pretenda ocupar un cauce natural de corriente y/o zona federal, se deberá solicitar el permiso por ocupación y/o concesión de zona federal y construcción de obra hidráulica a la Comisión Nacional del Agua, la cual determinará su procedencia. | La Unidad Minera San Martín en caso de implicar la ocupación de un cauce natural de corriente y/o zona federal, se compromete a solicitar el permiso por ocupación y/o concesión de zona federal y construcción de obra hidráulica ante la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para cumplir con la normativa y determinar la procedencia de dichas acciones. |
| 5 | En caso de que, durante la caracterización del sitio, se identifiquen especies en riesgo, de conformidad con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2019, se deben considerar las medidas que garanticen la sobrevivencia de los individuos y la permanencia de la población afectada. | Durante el muestreo de flora y fauna realizado en el sitio propuesto para las obras que conforman al proyecto, se identificaron especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III. Para el caso de fauna se identificó al camaleón de montaña *(phrynosoma orbiculare)* - A, la lagartija espinosa del mezquite (Sceloporus grammicus) – Pr. Mientras que para flora no se identificó alguna especie normada. |
| 5 | Cuando el proyecto se prevea localizarlo en alguna región terrestre prioritaria, se debe hacer del conocimiento de la autoridad competente. | El proyecto no se encuentra dentro de ninguna Región Terrestre Prioritaria. |
| 5.1.1 | Cambio de utilización en terrenos forestales. | El sitio propuesto para las obras del proyecto presenta una vegetación de tipo vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural, |

| Numeral de la NOM | Apartados de la NOM-141-SEMARNAT-2003 (Lineamientos) | Vinculación con el proyecto |
|---|---|---|
| | El generador debe obtener la autorización por el cambio de utilización en terrenos forestales de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. | vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino y bosque de encino, por lo que, se tramitará el Estudio Técnico Justificativo para Cambio de uso de suelo en terrenos forestales ante la SEMARNAT. |
| 5.1.2 | Utilización de cauces y zonas federales. | Se cumplirá con lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales y la normatividad aplicable en cuanto a la utilización de cauces y zonas federales. |
| | De acuerdo con lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales. | |
| 5.2 | Caracterización del jal. | En el **Anexo III.1** se presentan los resultados de laboratorio obtenidos de las muestras de jal analizadas para su caracterización enfocada en la determinación de los siguientes parámetros: balance ácido base, fracción de sólidos, metales por ICP-MS, pH, pH final y pH solución extractante. |
| | Las muestras de jal para la determinación analítica deben ser tomadas directamente del área de almacenamiento o de las pruebas metalúrgicas realizadas al inicio de la operación de la unidad minera, de conformidad con las especificaciones del Anexo Normativo 1 de la presente NOM. | |
| | 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 $CO_2$ (véanse Anexos Normativos 1 y 5). Si la concentración en el extracto de uno o varios de los elementos listados en la Tabla referente a los constituyentes tóxicos en el extracto PECT de la NOM-052-SEMARNAT-1993 o la que la sustituya, es superior a los límites permisibles señalados en la misma, los jales son peligrosos por su toxicidad. | |
| 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). En caso de que la relación Potencial de Neutralización (PN)/Potencial Ácido (PA) sea menor a 1.2, se consideran generadores potenciales de ácido. | |
| 5.3 | Caracterización del sitio. | Se han realizado los estudios para la caracterización del sitio, en donde se ha realizado el análisis de los aspectos ambientales y de biota. |
| | Con el propósito de caracterizar el sitio donde se proponga ubicar la presa de jales, una vez definida la peligrosidad del jal que genere el proceso de beneficio de minerales, el generador debe llevar a cabo estudios que le permitan identificar a los elementos del ambiente y biota que sean susceptibles de daño por el depósito de jales. El generador previo a la selección del sitio debe realizar los siguientes estudios e indicar la(s) fuente(s) de referencia. | |
| | | |

| Numeral de la NOM | Apartados de la NOM-141-SEMARNAT-2003 (Lineamientos) | Vinculación con el proyecto |
|---|---|---|
| 5.3.1 | Aspectos climáticos. | De acuerdo con la caracterización ambiental en el Capítulo IV de este estudio y conforme a las estaciones meteorológicas de la CONAGUA más cercanas al proyecto, se presenta una precipitación media anual de 515.53 mm.<br><br>La velocidad promedio anual del viento fue de 10.89 km/h con dirección predominante Sur Suroeste (SSO) y Sur Oeste (SO). |
| | Para prevenir daños a la presa de jales por factores climatológicos y evitar que se genere carga hidráulica sobre la cortina contenedora o se produzca algún derrame de excedencias hacia la cuenca de aguas abajo, se deben investigar y documentar los siguientes aspectos climáticos: | |
| | a) Zona hidrológica de ubicación del sitio (Figura 2: Carta hidrológica de la República Mexicana). | |
| | b) Precipitación media mensual y anual, así como sus valores máximos y mínimos. | |
| | c) Tormenta máxima observada para una duración de 24 horas. | |
| | d) Tormenta de diseño para un periodo de retorno establecido de acuerdo con la clasificación del jal, la zona hidrológica y la topografía del sitio. | |
| | e) Velocidad, dirección y frecuencia de los vientos. | |
| 5.3.1.1 | El sitio seleccionado debe describirse de acuerdo a la Clasificación Topográfica de la República Mexicana, incluida como Tabla 2 de la presente Norma. | Respecto a la clasificación del sitio de acuerdo a la clasificación del sistema de topoformas de la República Mexicana es sierra alta. |
| 5.3.1.2 | Cuando para la cuenca en estudio no exista información hidrométrica y pluviométrica suficiente, los datos podrán determinarse indirectamente, transfiriendo la información de cuencas vecinas a la región, cuando estas puedan ser consideradas homogéneas y se disponga de suficiente información. | No aplica puesto que, para la cuenca establecida, sí existe información hidrométrica y pluviométrica suficiente. |
| 5.3.2 | Aspectos edafológicos. | Conforme a la caracterización ambiental realizada en el Capítulo IV, el tipo de suelo es leptosol y luvisol, los cuales presentan textura media y gruesa en sus diferentes clasificaciones. |
| | Se deben determinar en el sitio de ubicación de la presa de jales los siguientes parámetros del suelo: textura, conductividad eléctrica y pH. | |
| 5.3.3.1 | Aspectos geotécnicos.<br>Los factores geotécnicos para considerar son: | El proyecto considera un análisis geotécnico exhaustivo que incluye; la identificación de formaciones y sus propiedades mecánicas, con énfasis en permeabilidad y resistencia de las rocas; el análisis de la orientación, amplitud, separación y profundidad de las fisuras, así como el grado de intemperismo actual y potencial. Y evaluación de permeabilidad, porosidad, compresibilidad y resistencia al corte. |
| | Describir la estructura geológica general y al detalle; las propiedades mecánicas de las formaciones rocosas, especialmente las relativas a su permeabilidad y resistencia; las condiciones de fisuramiento y orientación, amplitud, separación y profundidad de las fisuras; el grado y profundidad actual de la roca intemperizada y posibilidades de alteración futura, por los agentes del intemperismo. | |

| Numeral de la NOM | Apartados de la NOM-141-SEMARNAT-2003 (Lineamientos) | Vinculación con el proyecto |
|---|---|---|
| 5.3.3.2 | Determinar las propiedades mecánicas de los depósitos de suelo, en lo que se refiere a su estratigrafía, haciendo resaltar la homogeneidad o heterogeneidad de los mismos, el tipo de suelo de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Anexo Normativo 4), así como su permeabilidad, porosidad, compresibilidad y resistencia al corte. | |
| 5.3.3.3 | Determinar la región sísmica donde se ubica el sitio con base en la información de la Figura 1: Regiones sísmicas en la República Mexicana. | El proyecto se encuentra en la zona de riesgo “A”, con un grado bajo de que ocurran sismos, dado que no que no se tienen registros de sismos en los últimos 80 años.<br>Sumado a esto, la promovente se encuentra desarrollando un Estudio geofísico prospectivo para el área del depósito de jales donde entre otros aspectos se incluye la prospección sísmica. |
| 5.3.4.1 | Aspectos hidrológicos. | a) Las obras que conforman al proyecto se localizan en el RH 11 Presidio – San Pedro, Cuenca R. San Pedro y Subcuenca Poanas. |
| | Para comprobar que la presa de jales no representa un riesgo para los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, en cuanto a su uso, aprovechamiento y explotación, se deben presentar los siguientes estudios: | |
| | Superficial: | |
| | a) Delimitar la subcuenca hidrológica donde se localiza el sitio del depósito de jales. | |
| | b) Determinar el volumen medio anual del escurrimiento de la cuenca aguas arriba del sitio de interés, conforme a la NOM-011-CNA-2000. | |
| | c) Cuando tenga que utilizarse algún cauce de cualquier tipo de corriente para ubicar el depósito, determinar el gasto correspondiente en el sitio de interés. | |
| | d) Determinar el área de inundación de la subcuenca, representándola en cartas topográficas de INEGI a escala 1:50,000 o a una adecuada, si la zona de estudio es pequeña. | |
| | e) Determinar la calidad del agua de los cuerpos superficiales, tanto aguas arriba como aguas abajo, con base en las concentraciones de parámetros físicos y químicos: pH, conductividad, sólidos suspendidos totales, demanda química de oxígeno, grasas y aceites, sólidos disueltos totales, cianuro total, coliformes fecales y metales como plomo, cadmio, cobre, zinc o cualquier otro que pueda en un momento dado derivarse del depósito de jales. | |

| Numeral de la NOM | Apartados de la NOM-141-SEMARNAT-2003 (Lineamientos) | Vinculación con el proyecto |
|---|---|---|
| 5.3.4.2.1 | Subterránea. | Las obras que conforman al proyecto se localizan en el acuífero Hidalgo. |
| | Cuando en el sitio seleccionado para establecer una presa de jales exista un acuífero, se debe evaluar la vulnerabilidad de éste de acuerdo con el Anexo Normativo 2. | |
| 5.3.4.2.2 | Cuando en el sitio seleccionado para la construcción de la presa de jales exista un acuífero se debe: | El proyecto contempla las siguientes acciones para la protección de los acuíferos; una exhaustiva verificación de los aprovechamientos hidráulicos subterráneos existentes en un radio de 500 metros alrededor de la futura presa de jales. Así mismo, la caracterización detallada de las propiedades físicas y químicas del agua subterránea nativa, enfocándose en los parámetros asociados a la posible generación de lixiviados de la presa de jales. Esta caracterización se realizará directamente en el sitio del proyecto o mediante el muestreo de aprovechamientos cercanos. |
| | a) Verificar la existencia de aprovechamientos hidráulicos subterráneos en una franja perimetral de 500 metros alrededor de los límites de la presa colmada. Esta condición no se aplicará en los casos de aprovechamientos ubicados aguas arriba y cuyo radio máximo de influencia se localice a una distancia mínima de 100 m en dirección del sitio de depósito. En caso de que existan parteaguas de la subcuenca a menos de 500 m, se tomarán éstos como límites. | |
| | b) Efectuar la caracterización física y química del agua subterránea nativa, seleccionando aquellos parámetros directamente asociados a la generación de lixiviados derivados de la presa de jales. La caracterización se debe realizar directamente en el sitio de interés o a través del muestreo en aprovechamientos hidráulicos subterráneos aledaños a la presa de jales. | |
| 5.3.5.1 | Biodiversidad y ecosistemas frágiles o únicos | Considerando el estado actual del sitio, el área del nuevo depósito de jales incide sobre terrenos forestales, por lo que, se tiene contemplado la protección y rescate en caso de encontrar alguna especie de fauna en el sitio del proyecto, como parte del Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental, a través de recorridos para ahuyentamiento de la fauna de alta movilidad y de la ejecución de actividades de captura y liberación de fauna de baja movilidad.<br><br>Además, que se brindará la capacitación al personal sobre protección y manejo de fauna silvestre, así como para las actividades relacionadas a la flora. |
| | Se refiere a caracterizar el sitio, identificando la presencia de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como la ubicación de ecosistemas frágiles o únicos. | |
| | El manejo de las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo se debe llevar a cabo de acuerdo a lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre. | |
| 5.3.5.2 | El sitio seleccionado debe corresponder a un área que no represente riesgo a las especies definidas en la Norma de referencia bajo cualquier categoría de riesgo, y aquella que produzca el mínimo impacto ambiental sobre los recursos naturales. | En la selección del sitio y el diseño de las obras que conforman al proyecto, se consideró el menor impacto a la fauna, por medio de la ejecución de programas específicos para la prevención, mitigación y compensación de los potenciales. |
| 5.3.5.3 | Definir los tipos de vegetación que serían afectados, especificando la superficie por cada tipo de vegetación, así como la densidad y abundancia | Los tipos de vegetación que se presentan en los polígonos que conforman al proyecto son: bosque de encino – pino, vegetación secundaria arbustiva |

| Numeral de la NOM | Apartados de la NOM-141-SEMARNAT-2003 (Lineamientos) | Vinculación con el proyecto |
|---|---|---|
| | relativa por especie con nombres comunes y científicos. | de pastizal natural y vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino. |
| 5.3.6.1.1 | Potencial de daño. | No existe posibilidad de afectación a centros de población, ya que se localiza a unos 200 m de distancia que es la población de San Martín.<br><br>No existe posibilidad de afectación a cuerpos de agua superficiales, ya que se ubican dentro del sitio del proyecto.<br><br>No existe afectación de ecosistemas frágiles, ya que los terrenos cercanos son forestales.<br><br>No existe afectación a especies de flora y fauna en riesgo debido a que se realizarán Programas de protección, rescate y reubicación tanto de flora como de fauna).<br><br>No se registran áreas activas de aprovechamiento agropecuario en los alrededores del proyecto. |
| | Identificar centros de población, cuerpos de agua superficiales, ecosistemas frágiles, especies en riesgo o áreas de suelos agropecuarios que puedan ser afectados en caso de derrame o fuga por falla parcial o total de la cortina contenedora y proceder de la siguiente manera: | |
| | Si existe posibilidad de afectación a un centro de población o de daño a un cuerpo de agua superficial, se deben aplicar las medidas de proyecto, construcción, operación y monitoreo clasificadas con el número 1 en el Anexo Normativo 3: Clasificación de presas de jales en la República Mexicana. También se aplicarán las medidas señaladas en el punto 5.7 relativas a la etapa de post-operación. | |
| 5.3.6.1.2 | Cuando la posibilidad de daño no implique cuerpos de agua superficiales, pero se pueden afectar ecosistemas frágiles, especies en riesgo o áreas de suelos agropecuarios vulnerables, se deben aplicar las medidas recomendadas como 1 o 2 en el Anexo Normativo 3 de la presente Norma Oficial Mexicana. | No aplica, revisar numeral 5.3.6.1.1 |
| 5.3.6.2 | Cuando no exista potencial de daño, se pueden aplicar libremente las disposiciones del Anexo Normativo 3 de la presente Norma. | Se consideraron las disposiciones de dicho Anexo Normativo 3. |
| 5.3.6.3 | Analizar si los polvos fugitivos del depósito pueden llegar a algún centro de población y alterar la calidad del aire; en este caso, se tienen que implementar las medidas descritas en los criterios de construcción-operación y de la etapa de post-operación, enfocados a mitigar estas emisiones. | Se estima que con el tipo de jal y diseño del depósito no haya alteración en los niveles de polvos fugitivos en las distintas etapas del proyecto que sobrepasen lo estipulado en la normatividad mexicana, sin embargo, se presentarán distintas medidas preventivas o de mitigación adecuadas para los posibles impactos ambientales de este tipo durante las etapas de preparación, construcción, operación y post-operación descritos más adelante. |

| Numeral de la NOM | Apartados de la NOM-141-SEMARNAT-2003 (Lineamientos) | Vinculación con el proyecto |
|---|---|---|
| 5.4.1 | Criterios de preparación del sitio. | Las medidas de preparación del sitio consideradas en Ingeniería conceptual para el depósito de jales son:<br>- Aplicación de medidas de control ambiental sobre los componentes bióticos (rescate, manejo y reubicación de fauna).<br>- Recuperación y almacenamiento del suelo vegetal (porción de suelo orgánico que sea técnicamente posible resguardar).<br>- Desmonte.<br>- Excavaciones del vaso hasta los niveles indicados en la ingeniería con dos fines: llegar a roca firme y generar material de préstamo para la conformación del bordo iniciador.<br>- Se ha establecido un programa de Manejo y Vigilancia Ambiental.<br><br>El PMVA considera acciones de control enfocadas a la protección ambiental, basados en la prevención, control, mitigación y compensación de los impactos ambientales del "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín".<br><br>Por otra parte, se consideran las siguientes medidas de prevención o control a la contaminación:<br>-Compactación del terreno, garantizando el sellamiento indicado tanto en el vaso del depósito, como sus bordos (cara interior y exterior). La compactación será equivalente o mayor a 95% de compactación.<br>-Colocación de geotextil en la parte iniciadora de los bordos con la finalidad de garantizar el sellamiento. Además de malla contra ruptura.<br>-Construcción de canaleta sobre la que se tendrán las tuberías de conducción de jales y recuperación de agua de proceso (tuberías de polietileno de alta densidad. HDPE) con doble tubería. |
| | La preparación del sitio no considera elementos de control de la contaminación de acuíferos cuando el jal resulte no peligroso, y | |
| | a) El acuífero no sea vulnerable, o | |
| | f) Las fuentes de abastecimiento de agua subterránea se localicen más allá de 500 m del perímetro de la presa colmada | |
| | c) El jal no altere negativamente la calidad del agua subterránea en cuanto a las especificaciones para su uso. | |
| 5.4.2 | La preparación del sitio de la presa de jales debe incluir medidas de prevención o control a la contaminación, a través de obras de ingeniería complementarias que acrediten técnicamente que no se afectará a los acuíferos o a los aprovechamientos hidráulicos subterráneos cuando: | De acuerdo con los resultados obtenidos de la caracterización de jal, este no es contiene características consideras peligrosas (**Anexo III.1**).<br><br>No se contempla el aprovechamiento hidráulico dentro de una franja de 500 metros alrededor de la presa. |
| | a) Exista un acuífero vulnerable de acuerdo con la evaluación del Anexo Normativo 2; | |
| | b) El jal sea peligroso, o | |

| Numeral de la NOM | Apartados de la NOM-141-SEMARNAT-2003 (Lineamientos) | Vinculación con el proyecto |
|---|---|---|
| | c) Existan aprovechamientos hidráulicos subterráneos dentro de una franja de 500 metros alrededor del perímetro de la presa colmada. | El diseño y construcción del depósito de jales busca minimizar cualquier efecto adverso sobre el agua subterránea, ya que el diseño contempla la aplicación de malla contra ruptura y geotextil para confinar los jales y suprimir la infiltración, aun cuando el depósito se ubicará sobre un acuífero No vulnerable. |
| 5.4.3 | Cuando el agua de la presa de jales se recircule al proceso de beneficio, debe evitarse que entre en contacto con los cuerpos naturales de agua superficiales. | El sistema de recuperación se integra por tuberías que conducen el agua recuperada a piletas para su tratamiento y posterior reutilización. |
| 5.4.4 | De los resultados obtenidos del punto 5.3.5.3, las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo que se localicen en el área del proyecto deben ser protegidas mediante programas o acciones encaminadas a su reubicación, salvamento o enriquecimiento mediante viveros y criaderos, conforme lo establece la Ley General de Vida Silvestre y apegándose a la normatividad de referencia. | Los impactos ambientales que pudieran ser generados por la ejecución del proyecto, se encuentran dentro de los rangos, valores que cumplen con la normatividad de referencia, para ello serán aplicadas todas las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales evaluados en la MIA-R del proyecto, entre las que se tiene: la protección y ahuyentamiento de la escasa fauna que se pudiera encontrar, que pueden tener incidencia en el sitio del depósito de jales. |
| 5.4.4.1 | Identificar previamente a las actividades de desmonte, las especies arbóreas que se conservarán in situ o se integren al diseño de áreas verdes, así como, especies biológicas de especial interés como cactus, bromelias y orquídeas, entre otras, susceptibles de trasplante, y aquéllas con algún tipo de valor regional o biológico. | Las especies que se tiene previsto reubicar y que fueron identificadas en los muestreos de flora son el nopal cardona y nopal cambueso. También se tiene previsto reubicar en dado caso de identificar biznagas. |
| 5.4.4.2 | Definir y ubicar superficies cercanas al área de afectación con dimensiones y condiciones ambientales que permitan reubicar, trasplantar, reforestar y proteger el germoplasma nativo en una proporción de especies similar a la original. | En el Programa de rescate y reubicación de flora se señala la superficie, para realizar esta actividad. |
| 5.4.4.3 | Realizar las labores de reubicación, trasplante y monitoreo con métodos que garanticen su sobrevivencia. | Para el aseguramiento de la sobrevivencia de las especies de flora reubicadas, se implementará lo siguiente:<br>- Riegos programados<br>- Colocación de micorrizas<br>- Colocación de enraizador<br><br>La medición de la sobrevivencia será cada 3 meses y asegurar las especies de flora reubicada en al menos un 80%. |
| 5.4.4.4 | El desmonte y despalme se deben realizar en forma gradual y unidireccional para permitir el desplazamiento de la fauna hacia zonas menos perturbadas. | El desmonte y despalme se desarrollará se realizará de manera unidireccional y gradual de acuerdo con el plan de ocupación de la superficie. |

| Numeral de la NOM | Apartados de la NOM-141-SEMARNAT-2003 (Lineamientos) | Vinculación con el proyecto |
|---|---|---|
| 5.4.4.5 | Definir y señalar las zonas en que se mantendrá la vegetación rescatada. | Se determina esta zona dentro del Programa de rescate y reubicación de flora. |
| 5.4.5 | Cuando la capa de suelo sea retirada para preservar el germoplasma, y utilizarse para forestar o restituir la cubierta vegetal, el sitio de almacenamiento temporal del suelo rescatado deberá contar con medidas de protección que eviten pérdidas por erosión eólica o pluvial. | El depósito de suelo orgánico (despalme) contempla la aplicación de medidas para evitar la pérdida por erosión hídrica y eólica, descritas aisladas perimetralmente por sobre elevaciones construidas con materiales consolidados mecánicamente (arena) durante su tendido y reacomodo. |
| 5.4.6 | Debe asegurarse que el sitio seleccionado sea capaz de soportar y almacenar el volumen de jales proyectado. | Dentro de la ingeniería se contempla la capacidad, así como el factor de seguridad requerido para asegurar el Depósito de jal |
| 5.4.7 | Los estudios, proyectos de ingeniería y demás información técnica o científica utilizada para definir las actividades de preparación, así como la evidencia de su cumplimiento, debe mantenerse clasificada y disponible para que la autoridad verifique su existencia y contenido en el momento que lo considere necesario. | Los estudios referentes a la ingeniería, y demás información técnica utilizada para definir las actividades de preparación, operación y monitoreo se encuentran anexos a esta MIA-R. |
| 5.5.1 | Criterios de proyecto.<br>Estimar el volumen de almacenamiento, utilizando el método de las áreas medias y la vida útil del depósito, considerando la clasificación por tamaño y peso volumétrico de los jales. | Unidad Minera San Martín, ha definido la ubicación del Depósito de Jales, En base al cálculo de balance del volumen de almacenamiento, la capacidad del Depósito será de aproximadamente 20 años. |
| 5.5.2 | La sección propuesta de la cortina contenedora debe cumplir con los análisis de estabilidad indicados en el Anexo Normativo 3 de esta Norma. | El depósito cumplirá con la estabilidad solicitada en dicho Anexo normativo. |
| 5.5.3 | El manejo de los escurrimientos superficiales se debe proyectar de tal manera que cumpla con los métodos establecidos en el Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y/o los Manuales equivalentes de la Comisión Nacional del Agua (CNA). | Se construían distintas obras para el manejo de escurrimientos superficiales como cunetas en caminos y sistema de recuperación de agua apegado a las características establecidas por dichas instancias. |
| 5.5.4 | Los sistemas de recuperación deben contemplar los escurrimientos pluviales que aportan carga hidráulica causados por la precipitación máxima probable, estimada de acuerdo al Manual de Diseño de Obras Civiles de la CFE. | El diseño del depósito contempla sistemas de recuperación de agua adecuados para los posibles escurrimientos superficiales y recarga por la precipitación máxima probable acorde a las especificaciones del estudio hidrológico elaborado. |
| 5.5.5 | La cortina contenedora de la presa de jales se debe formar por suelos y materiales definidos según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Anexo Normativo 4) o con fragmentos de roca. El procedimiento constructivo será el indicado en el Anexo Normativo 3 de esta Norma. | Para la estructura inicial de la cortina contenedora del bordo se requerirá de materiales graduados, el cual estará conformado por material impermeable (arcilla) para la construcción del bordo iniciador y de dentón impermeable compactado al 95% del P.V.S.M. de material graduado para el filtro (arenas y gravas). Además, se considera arena fina a media para transición y material bien |

| Numeral de la NOM | Apartados de la NOM-141-SEMARNAT-2003 (Lineamientos) | Vinculación con el proyecto |
|---|---|---|
| | | graduado (arenas finas a medias con un porcentaje de finos del 20%) compactado al 95% del P.V.S.M. |
| 5.5.6 | En el caso de la derivación del curso de los escurrimientos en donde se construye una presa de jales, se deben considerar:<br>a) Obras de retención y derivación de los escurrimientos normales y extremos, desde aguas arriba de la zona de almacenamiento de jales, por medio de canales o túneles de derivación, como obras de excedencias que deben calcularse para recibir la avenida del proyecto y construirse para resistir fallas, en caso de inundación.<br>b) El escurrimiento generado por la tormenta de diseño puede derivarse por debajo de la cortina de la presa, a través de un túnel de concreto reforzado, con base en la avenida de diseño. | El depósito de jales estará diseñado para almacenar el agua pluvial de la cuenca del depósito de jales, excluyendo las áreas de captación aguas abajo desviadas.<br>Las aguas pluviales se descargarán por gravedad siguiendo la topografía natural del terreno a las fuentes existentes. En el perímetro del bordo se colocará cuneta pluvial para protección del pie de los terraplenes y caminos perimetrales de terracería, apegados a las características establecidas en el Manual de diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y/o los Manuales equivalentes de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). |
| 5.5.7 | El proyecto de la presa de jales debe contemplar sistemas de recuperación del agua para su recirculación al proceso o las medidas de tratamiento para su descarga a cuerpos receptores y bienes nacionales de acuerdo a la normatividad aplicable. | El proyecto contempla un sistema de recuperación de agua que contará con piletas de sedimentación con la intención de reutilizar el agua |
| 5.6.1 | Criterios de construcción-operación.<br>En la construcción y operación de la presa de jales se debe evitar la degradación de la calidad del agua subterránea y la afectación a las fuentes de abastecimiento subterráneas, de acuerdo a lo establecido en 5.4.2. | Para el monitoreo de agua, se instalarán piezómetros abiertos, dos aguas arriba y dos aguas abajo. Los piezómetros profundos se instalarán en los sondeos geotécnicos correspondientes, por lo que ya no se considera perforación adicional. |
| 5.6.2 | Para obtener un buen contacto entre la base de la cortina contenedora y la superficie del terreno natural, se debe realizar una excavación de limpia para eliminar toda la materia vegetal, suelos y/o fragmentos de roca sueltos en el área de cimentación de la misma. | Durante las actividades de preparación del sitio se realizarán actividades de desmonte y despalme, además en la parte de la cimentación se colocará un tipo de material enrocado que permita asegurar la estabilidad, así como filtrar el exceso de agua que pueda provocar futuras tubificaciones. |
| 5.6.3 | Los defectos que se encuentren en el área de desplante de la cortina contenedora o del bordo iniciador, tales como arcillas agrietadas, grietas abiertas en la roca, depósitos de materiales de | En el caso de presentarse este tipo de defectos en el sitio del depósito de jales se realizarán obras de corrección y mejoramiento con los elementos y materiales necesarios para su efectiva corrección. |

| Numeral de la NOM | Apartados de la NOM-141-SEMARNAT-2003 (Lineamientos) | Vinculación con el proyecto |
|---|---|---|
| | derrumbe incrustados y suelos permeables, deben corregirse o mejorarse, retirando los materiales sueltos y frágiles, y sellando las grietas abiertas para evitar la tubificación debajo de la cortina contenedora o del bordo iniciador. | |
| 5.6.4 | Cuando la cortina contenedora o el bordo iniciador se desplante sobre una superficie rocosa inclinada, que tiende a ser lisa, se debe excavar un dentellón para anclarlos. | De acuerdo con la ingeniería, se tiene planteado un dentellón impermeable de profundidad variable (5.5.m – 20m). |
| 5.6.5 | La conformación del cuerpo de la cortina contenedora se debe realizar verificando que la distribución y colocación de los materiales en el terraplén de la misma se efectúe de acuerdo a las condiciones especificadas en el proyecto. Para la colocación de los materiales debe alcanzarse el grado de compactación y humedad que se estipulen en cada proyecto en particular. | La estructura inicial de la cortina contenedora empleará los siguientes materiales: material impermeable (arcilla), dentón impermeable compactado al 95% del P.V.S.M., material graduado para el filtro (arenas y gravas) de arena fina a media, material bien graduado (arenas finas a medias con un porcentaje de finos del 20%) compactado al 95%del P.V.S.M. |
| 5.6.6 | La construcción de los elementos y obras complementarias se deben realizar considerando pendientes superficiales apropiadas para asegurar un buen manejo del agua superficial. | Las obras descritas están diseñadas y ubicadas en zonas adecuadas para su establecimiento. |
| 5.6.7 | Cuando el envío de los jales a la presa se realice por gravedad a través de canales o conductos abiertos, se debe asegurar que no habrá derrames e infiltraciones. En este caso se deben colocar avisos de advertencia ubicados en forma apropiada a las condiciones de topografía y visibilidad del sitio. | El sistema diseñado para el envío de jal será mediante tubería. |
| 5.6.8 | En el caso del método constructivo aguas arriba, la distribución de los jales sobre la cortina contenedora debe iniciarse por la parte interior del talud de la cortina, para permitir que los sólidos más gruesos se depositen en la parte más cercana a ésta y los más finos en la parte más alejada de la misma. De esta manera, se debe garantizar la formación del estanque alejado de la cortina, evitando la saturación en el talud exterior de la misma y favoreciendo el sellado del vaso del depósito con los finos de los jales. | El método constructivo del nuevo depósito de jales es aguas abajo. |
| 5.6.9 | Los primeros jales depositados deben retenerse para que el agua contenida en ellos se clarifique y se pueda extraer para su posterior reutilización mediante alguno de los métodos establecidos en el Anexo Normativo 3 de la presente Norma Oficial Mexicana. | El diseño del depósito contempla un sistema de recuperación de agua encargado de transportar el agua recuperada por medio de tuberías desde el depósito hasta la pileta de aguas clarificadas.<br>La zona de aguas clarificadas se ubicará al sur del vaso, dirección contraria a la cortina del depósito, mientras que para su desalojo se realizará mediante bombas instaladas en balsas. |

| Numeral de la NOM | Apartados de la NOM-141-SEMARNAT-2003 (Lineamientos) | Vinculación con el proyecto |
|---|---|---|
| 5.6.10 | Los jales se pueden utilizar en la construcción de la cortina contenedora, siempre y cuando su contenido de arenas mayores a 76 µm (malla 200) sea igual o mayor a 15% y su contenido de sólidos sea igual o mayor a 50%; en caso de ser generadores potenciales de drenaje ácido, de acuerdo a los criterios del punto 5.2.2, su uso está supeditado a la aplicación de un método de estabilización química o por cubierta de material de préstamo. | La sección del bordo iniciador consiste de relleno granular masivo que permite la estabilidad de la estructura. Como elemento de contención, la cara interna del bordo será revestido con membrana sintética para evitar infiltraciones potenciales. Debajo de la geomembrana se podría considerar la colocación de un geotextil de protección contra rasgaduras por el contacto con material grueso de relleno estructural. La sección también incluirá una zona de control de filtraciones para asegurar la estabilidad del bordo. Los jales no son generadores de drenaje ácido. |
| 5.6.11 | De acuerdo con el método seleccionado para su construcción y en apego a lo establecido en 5.5.5. de esta Norma, la cortina contenedora se debe formar paulatinamente y como resultado del depósito de jales en la presa. | Los bordos serán construidos por el método constructivo aguas abajo, es decir, se construirá primero el bordo iniciador y las cuatro sobre elevaciones serán en la dirección aguas abajo. El método de construcción aguas abajo, en general, provee un bordo más seguro porque la estabilidad del bordo iniciador no depende de las propiedades de resistencia de los jales. |
| 5.6.12 | El vaso de almacenamiento debe tener el área suficiente para permitir la clarificación del agua contenida en los jales, para facilitar la extracción de la misma ya clarificada a través de las tomas del depósito o de las torres decantadoras. Se debe dejar la playa amplia con el nivel del agua alejado del talud, de tal manera que la longitud de la misma sea igual o mayor a la altura de la cortina, o se demuestre técnicamente que la cortina contenedora es estable. Debe consultarse el Anexo Normativo 3, en lo relativo al sistema decantador drenante. | El diseño del depósito de jales cumple con lo requerido en este punto.<br><br>El vaso contiene el área suficiente para almacenar los jales, la porción de agua requerida para el transporte de este residuo, así como para el manejo de las aguas pluviales que caen dentro del depósito de jales. |
| 5.6.13 | El vaso de almacenamiento debe tener una capacidad suficiente para mantener un bordo libre (BL) de 3 metros en zonas ciclónicas, 2 metros en zonas húmedas y 1 metro en zonas secas. | El diseño de este vaso contempla en su etapa final el almacenamiento de 15.94 millones de $m^3$ de jal y una corona de 9 m de ancho |
| 5.6.14 | El agua clarificada que se recupere se debe conducir hasta las piletas o tanques de asentamiento, donde se retienen los sólidos que hayan sido arrastrados, para enviar el agua recuperada al cárcamo de bombeo que la retorne nuevamente al proceso de beneficio. | El Sistema de recuperación de agua contempla las piletas para el asentamiento de los sólidos antes de ser reutilizada en el proceso |
| 5.6.15 | Según el método constructivo que sea utilizado, se deben llevar a cabo las acciones necesarias para evitar que la cortina contenedora del depósito se convierta en una fuente de emisión de partículas a la atmósfera, de acuerdo a 5.7.1 a), 5.7.2.1. y 5.7.4. | Se llevarán a cabo medidas para mitigar emisiones de partículas suspendidas a la atmosfera conforme al método constructivo a emplear que es aguas abajo. |
| 5.6.16 | Los estudios, planos y demás información técnica o científica utilizada para definir las actividades de construcción, así como la evidencia de su cumplimiento, debe mantenerse clasificada y disponible para que la autoridad verifique su | La información utilizada para definir las actividades de encuentran en la ingeniería de detalle, y se mantendrán disponibles para que la autoridad verifique su existencia y contenido, en el momento que lo considere necesario. |

| Numeral de la NOM | Apartados de la NOM-141-SEMARNAT-2003 (Lineamientos) | Vinculación con el proyecto |
|---|---|---|
| | existencia y contenido, en el momento que lo considere necesario. | |
| 5.7.1 | Criterios de Post-operación<br>Una vez que el depósito de jales llegue al final de su vida útil, se deben implementar medidas que aseguren que:<br>a) No se emitan partículas sólidas a la atmósfera como producto de la pérdida de humedad de la superficie de la presa de jales o del talud de la cortina contenedora, entre otras;<br>b) No se formen escurrimientos que afecten a cuerpos de agua superficiales y subterráneos.<br>c) No falle la presa de jales. | Se han identificado algunas medidas conceptuales que se implementarán para asegurar la función segura de Depósito de Jales durante el cierre:<br>• La poza desarrollada durante la vida operacional de depósito será drenada para mitigar infiltraciones potenciales y dejar secar a los primeros 2-3 metros de jales.<br>• Los jales serán nivelados o re-perfilados para luego colocar una cobertura inerte. Estos trabajos tienen la finalidad de conducir las escorrentías producidas por lluvias a puntos de colección y descarga.<br>• Las superficies del Depósito de Jales serán reforestadas con vegetación típica del área.<br>La estrategia de cierre también incluye un programa detallado de monitoreo, vigilancia e inspección.<br>Instrumentos geotécnicos instalados en el depósito se mantendrán durante el cierre, y sus lecturas serán utilizadas para realizar trabajos de monitoreo periódico de estabilidad e infiltración del bordo. Asimismo, algunos piezómetros tendrán asignados umbrales de alerta, los cuales indicarán si la superficie freática ha subido a un nivel de riesgo en la estructura o su fundación. Inspecciones del Depósito de Jales se realizarán a la frecuencia necesaria para ubicar cualquier posible defecto que puede tener el depósito. |
| 5.7.2.1 | Cuando los jales sean generadores potenciales de ácido se debe cumplir con los siguientes aspectos:<br>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. | |
| 5.7.3 | El cubrir con agua los jales para evitar el drenaje ácido, sólo se permite cuando el depósito cumpla con las especificaciones de proyecto y construcción de presas para almacenamiento de agua. | |
| 5.7.4 | La superficie del depósito debe ser cubierta con el suelo recuperado, de ser el caso, o con materiales que permitan la fijación de especies vegetales. | |
| 5.7.5 | Las especies vegetales que se utilicen para cubrir el depósito deben ser originarias de la región, para garantizar la sucesión y permanencia con un mínimo de conservación. | |

| Numeral de la NOM | Apartados de la NOM-141-SEMARNAT-2003 (Lineamientos) | Vinculación con el proyecto |
|---|---|---|
| 5.7.6 | Cuando sea necesario, los taludes de la cortina contenedora deben ser ajustados para dar una inclinación que garantice la estabilidad estática y dinámica de la misma. | |
| 5.8 | Monitoreo | En caso de que la presa de jales se encuentre dentro de las condiciones establecidas en la especificación 5.4.2, el proyecto contempla la entrega a la autoridad, antes del inicio de la operación de la presa, de un programa de monitoreo. Este programa estará diseñado para evaluar la eficacia de las acciones de protección aplicables. |
| | En el caso de que la presa de jales se encuentre dentro de una de las condiciones que establece la especificación 5.4.2, el generador debe entregar a la autoridad antes de iniciar la operación de la presa de jales, un programa de monitoreo que permita evaluar la eficacia de las acciones de protección aplicables. El programa debe contar con los siguientes elementos: | |
| 5.8.1.1 | Monitoreo de aguas subterráneas | Para el monitoreo de agua se instalarán piezómetros abiertos, dos aguas arriba y dos aguas abajo. Los piezómetros profundos se instalarán en los sondeos geotécnicos correspondientes, por lo que ya no se considera perforación adicional.<br>Para caracterizar los posibles niveles de agua y sus fluctuaciones, se recomienda se realice con un monitoreo semestral por lo menos durante el período de 21 años. Los datos obtenidos serán utilizados para conocer y evaluar la existencia o no de fluctuaciones temporales de los niveles de agua subterránea.<br>Luego de este periodo recomendado, se puede disminuir a periodos semestrales como lo indica la NOM-141 (5.8.1). Este procedimiento será llevado a cabo por el personal de operaciones. Durante este monitoreo, la fecha, el tiempo y la ubicación del punto de la medición serán registrados y los datos serán mantenidos en un archivo en la oficina del sitio. Estos pozos de monitoreo también serán utilizados para analizar la calidad del agua subterránea. El muestreo y análisis para calidad de agua deberá ser semestral, y el objetivo es determinar el posible impacto en la calidad del agua debido a la operación del depósito. |
| | La construcción y operación de un mínimo de dos pozos de monitoreo, uno ubicado aguas arriba de la presa y otras aguas abajo. Este último debe colocarse a una distancia máxima de 1.5 veces del ancho de la cortina contenedora en dirección perpendicular al flujo subterráneo local, cuando la presa de jales esté colmada. En el caso de que la presa de jales tenga una geometría irregular, en la que la cortina contenedora sea muy angosta, se debe considerar la dimensión mayor de la presa. | |
| 5.8.1.2 | Para el muestreo representativo y análisis del agua subterránea, se deben considerar los parámetros utilizados en la caracterización física y química del agua subterránea indicada en 5.3.4.2.2. b). | El proyecto contempla que, para el muestreo representativo y análisis del agua subterránea, se deben considerar los parámetros utilizados en la caracterización física y química del agua subterránea indicados |

| Numeral de la NOM | Apartados de la NOM-141-SEMARNAT-2003 (Lineamientos) | Vinculación con el proyecto |
|---|---|---|
| 5.8.1.3 | Los resultados del monitoreo en el pozo aguas arriba, se deberán comparar con los del pozo de monitoreo aguas abajo. Cuando los resultados de la calidad del agua monitoreada registren una elevación en el índice de contaminantes, con respecto a la calidad de agua nativa determinada en 5.3.4.2.2. b), se debe hacer del conocimiento de la autoridad competente y llevar a cabo las medidas de corrección y saneamiento pertinentes. En el caso de que la comparación indique que no hay alteración de la calidad del agua subterránea nativa, no se requerirá de pozos de monitoreo adicionales. | Se realizará los análisis de los pozos instalados para comparar ambas muestras y así verificar si hay modificaciones en los niveles de contaminantes; si existe algún cambio será notificado a la autoridad competente. |
| 5.8.1.4 | Se debe realizar un muestreo semestral durante la construcción y operación del depósito, y anual durante un periodo determinado por el resultado del monitoreo, a partir de la fecha del cierre definitivo de la presa de jales. | Se aplicarán muestreos semestrales y anuales. |
| 5.8.1.5 | Cada pozo de monitoreo debe contar con un registro que indique el número o clave de identificación; la ubicación geográfica en coordenadas (x, y, z), ligadas a un mismo banco de referencia; el corte litológico de las formaciones atravesadas; las características constructivas; el diámetro, la profundidad total y el proyecto de terminación, así como los resultados de los análisis fisicoquímicos que se realicen en este punto. | Todas las características establecidas en dicho numeral serán cumplidas mediante una bitácora donde se integre toda la información de los pozos de monitoreo. |
| 5.8.1.6 | Las distancias señaladas en 5.8.1.1 pueden modificarse en función de las condiciones topográficas, así como de la variación del gradiente hidráulico, la conductividad hidráulica y la profundidad del nivel freático, siempre y cuando no cambie el monitoreo periódico y confiable del acuífero. | Se cumplirá con lo estipulado en dicho numeral. |
| 5.8.1.7 | Si hay un acuífero vulnerable o hay aprovechamientos alrededor y el jal es peligroso, el monitoreo debe llegar hasta el nivel del agua. En este caso se deben construir obras de ingeniería complementarias que garanticen la no afectación a los acuíferos. Cuando no se conozca el acuífero, el monitoreo debe hacerse hasta 50 m de profundidad. | El proyecto contempla que, en caso de existir un acuífero vulnerable o aprovechamientos cercanos y el jal sea peligroso, el monitoreo deberá alcanzar el nivel del agua. En tal situación, se prevén medidas para garantizar la no afectación a los acuíferos. |
| 5.8.2.1 | Monitoreo de aguas superficiales.<br>El monitoreo de las aguas superficiales en los sitios aledaños a la presa de jales, se debe realizar de acuerdo a las consideraciones de los puntos 5.3.4.1. | Se realizará el monitoreo de las aguas superficiales de los cauces que se localicen en los sitios aledaños al nuevo depósito de jales. |
| 5.8.2.2 | Se deben especificar los puntos de muestreo aguas arriba y aguas abajo de los cuerpos de agua superficiales que puedan encontrarse en el sitio seleccionado. El sitio de muestreo aguas abajo debe estar ubicado antes de cualquier afluente. | No se localizan cuerpos de agua en el área del nuevo depósito de jales. |

| Numeral de la NOM | Apartados de la NOM-141-SEMARNAT-2003 (Lineamientos) | Vinculación con el proyecto |
|---|---|---|
| 5.8.2.3 | Se debe indicar la técnica de muestreo y los parámetros a analizar, haciendo énfasis en aquellos que pudiesen variar a causa del depósito de jales, la periodicidad de muestreo y el número de muestras. Deben llevarse a cabo dos análisis de la calidad del agua superficial, el primero al finalizar la temporada de lluvias y el segundo durante el estiaje. | En los resultados obtenidos de dichos muestreos será especificada la técnica de muestreo y parámetros analizados, así como la periodicidad será en estiaje y en lluvias. |
| 5.8.2.4 | Se debe tomar como base la normatividad vigente sobre descargas de aguas residuales, con respecto a los parámetros, límites máximos permisibles, cuerpos receptores y usos indicados, y frecuencias de monitoreo. En su caso, se tomará como base la calidad del agua que sea monitoreada aguas arriba de la presa de jales. | Será considerada la normatividad aplicable para descargas de aguas residuales, tal es el caso de la NOM-001-SEMARNAT-2022. |
| 5.8.2.5 | Cuando los resultados de la calidad del agua monitoreada registren una elevación en el índice de contaminantes con respecto a la calidad de agua nativa determinada en 5.3.4.1. e), se debe hacer del conocimiento de la autoridad competente y llevar a cabo las medidas de corrección pertinentes. | En el caso de existir alteraciones en el índice de contaminantes se realizará la notificación a la autoridad competente y se propondrán acciones para identificar y corregir las posibles desviaciones |
| 5.8.3 | Estabilidad de taludes. Cuando se deban instalar líneas de piezómetros para determinar el nivel de saturación acuosa de los jales y evitar un deslizamiento o agrietamiento -conforme a los incisos 5.3.6.1 y 5.3.6.2-, el número de líneas de piezómetros será como mínimo de una y el proyecto del depósito deberá determinar la cantidad específica para asegurar el monitoreo correcto y oportuno. | El monitoreo de la estabilidad física del depósito de jales se realizará mediante instrumentación geotécnica (piezómetros de cuerda vibrante, inclinómetros, testigos superficiales, acelerómetros, así como de su cubierta diseñada). Se instalarán piezómetros abiertos, dos aguas arriba y dos aguas abajo. Los piezómetros profundos se instalarán en los sondeos geotécnicos correspondientes, por lo que ya no se considera perforación adicional. |
| 5.8.4 | Testigos de movimiento. Estos se deben instalar y registrar periódicamente las observaciones, con el fin de correlacionar si los movimientos detectados en la estructura se deben a sismos, a sobresaturación acuosa o asentamiento del terreno, ya que pueden provocar una falla de la estructura. | El proyecto contempla la instalación de testigos de movimiento y el registro periódico de las observaciones. Esto se realizará con el fin de correlacionar si los movimientos detectados en la estructura se deben a sismos, sobresaturación acuosa o asentamiento del terreno, ya que estos factores pueden potencialmente provocar una falla en la estructura. |
| 5.8.5 | Dispersión de partículas. Periódicamente se deben realizar muestreos perimetrales de partículas, para garantizar que no se modifica la calidad del aire por este factor. | Se contemplarán los muestreos perimetrales de partículas en las inmediaciones del depósito de jales |
| 5.8.6 | Sismología. Cuando la presa de jales se ubique en una región sísmica, de acuerdo a la Figura 1, se debe instalar un sismógrafo en la cortina contenedora. | El proyecto se encuentra en la zona de riesgo “A”, con un grado bajo de que ocurran sismos, dado que no que no se tienen registros de sismos en los últimos 80 años. |
| 5.8.7 | Acciones de estabilización. Cuando los datos del sismógrafo o los testigos de movimiento indiquen riesgo de derrumbe o desborde, deben realizarse las | El monitoreo de los testigos será de manera diaria con la finalidad de identificar algún movimiento que pueda poner en riesgo la estabilidad del Depósito de jales |

| Numeral de la NOM | Apartados de la NOM-141-SEMARNAT-2003 (Lineamientos) | Vinculación con el proyecto |
|---|---|---|
| | acciones de estabilización de los taludes y la cortina, que sean necesarias. | |
| 5.8.8 | Protección de especies en riesgo: cuando se desarrollen programas de acuerdo al numeral 5.4.4 se deben establecer registros en bitácoras de las actividades con respecto a la conservación de especies en riesgo y rescate de flora y fauna. Esto debe aplicarse desde el inicio de las actividades del proyecto, además de contar con evidencia fotográfica o videográfica y estar disponible para la autoridad competente que requiera su revisión. Las acciones de monitoreo deben realizarse con una periodicidad de seis meses. | Se tienen 3 especies de fauna en riesgo, de las cuales 1 se encuentra en estatus A (amenazada) y 2 es estatus Pr (protección). Ninguna especie de flora se encuentra en riesgo.<br><br>Sin embargo, se realizarán actividades para la protección de flora y fauna como ahuyentamiento, rescate y liberación de fauna, así como actividades de rescate y reubicación de flora. |
| 5.8.9 | Post-operación: se debe mantener una bitácora y evidencia gráfica, de todas las actividades realizadas en la etapa de post-operación. | Conforme a la realización de las distintas obras y actividades de la etapa de cierre del depósito, se realizará registro de las actividades con evidencia gráfica de lo acontecido para en caso de ser requerido, esté disponible para la autoridad. |

## III.5. Otros instrumentos para considerar:

### III.5.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

***Artículo 1º***

El Artículo 1º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, establece que todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en la 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 (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2024).

*Vinculación con el proyecto*

En referencia a la vinculación con este artículo, Grupo México ha desarrollado las políticas siguientes: Política General de Derechos Humanos y Política General de Diversidad, Inclusión y no Discriminación, las cuales están sujetas para el cumplimiento por parte del personal, proveedores y contratistas en las divisiones Minera, Infraestructura y Transportes.

La Política General de Derechos Humanos establece lo siguiente: "…En Grupo México nos comprometemos a respetar y promover los derechos humanos de nuestros colaboradores y de las comunidades en las que operamos, así como a lo largo de nuestra cadena de valor, incluyendo socios comerciales (empresas conjuntas, fusiones y adquisiciones), proveedores, contratistas, clientes, personal de seguridad y demás grupos de interés. Nos apegamos a la Declaración Universal de los Derechos Humanos de las Naciones Unidas, a los Principios Rectores de las Naciones Unidas sobre las Empresas y los Derechos Humanos (UNGP) y, a los 10 Principios del Pacto Mundial de las Naciones Unidas, así como a los marcos legales nacionales en donde tenemos presencia…".

Mientras que la Política General de Diversidad, Inclusión y no Discriminación establece: "…incorporamos en nuestra organización la riqueza y pluralidad de cada país y comunidad donde opera Grupo México. Estamos convencidos del valor de la diversidad, la no discriminación y la apertura a distintos modos de pensar, así como el fomentar ambientes inclusivos, libres de discriminación, acoso u hostigamiento laboral o sexual. Estos son elementos indispensables para contar con un entorno de trabajo adecuado que permita el máximo desarrollo de nuestra gente y grupos de interés. Esta política es consistente con Código de Ética y con nuestra Política de Derechos Humanos, así como con la legislación de los países en los que operamos…".

***Artículo 2º***

El Artículo 2º de la Constitución establece que la Nación Mexicana es única e indivisible, basada en la grandeza de sus pueblos y culturas. Se reconoce a los pueblos y comunidades indígenas como sujetos de derecho público con personalidad jurídica y patrimonio propio (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2024).

*Vinculación con el proyecto*

Grupo México ha establecido para su aplicación por parte del personal, proveedores y contratistas en las divisiones Minera, Infraestructura y Transportes la Política General de Respeto a los Derechos de los Pueblos y Comunidades Indígenas.

Esta Política establece que "… En Grupo México cumplimos con las obligaciones de apoyar en la promoción y respeto de los derechos humanos de todas las personas en el desempeño de nuestras actividades, lo cual existe de manera independiente a las obligaciones de salvaguarda del Estado. Reconocemos el derecho de los pueblos y comunidades indígenas a preservar todos los elementos que constituyan su cultura e identidad, así como su especial vinculación con elementos del medio ambiente. A la par, seguimos perfeccionando herramientas complementarias para instrumentar estos compromisos…"

Además, que cuentan con una línea culturalmente adecuada de atención y seguimiento de solicitudes y quejas al servicio de la comunidad en México y otros países.

### III.5.2 Leyes

El proyecto "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas" se encuentra regulado ambiental y territorialmente por diversas leyes; las principales que se vinculan con el desarrollo del proyecto son:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)
- Ley General de Vida Silvestre (LGVS)
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)
- Ley de Aguas Nacionales (LAN)
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR)

***Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)***

La LGEEPA (última reforma DOF 01-04-2024) señala en su artículo 28 que la evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) 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 ambiente (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión , 2024).

Para ello, quienes pretendan llevar a cabo obras o actividades para la exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las Leyes Minera en materia nuclear, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT.

Los Artículos de la LGEEPA aplicables para el desarrollo del proyecto, se presentan en la Tabla III.4:

*Tabla III. 4. Vinculación del proyecto con la LGEEPA.*

| Artículo | Vinculación con el proyecto |
|---|---|
| **Artículo 15. Fracción IV**. Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente, promueva o realice acciones de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático y aproveche de manera sustentable los recursos naturales. | En cumplimiento a este artículo, se contemplaron en la Evaluación de Impacto Ambiental las actividades y/o medidas para la prevención, compensación y mitigación de los posibles impactos negativos que pudiera ocasionar el proyecto. |
| **Artículo 28:**<br>**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.<br>**VII.** Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas. | El proyecto contempla la realización de obras y actividades que tendrán impactos ambientales referentes a actividades mineras y a cambio de uso de suelo de áreas forestales. Por lo anterior, se presenta la MIA-R requerida para la autorización del proyecto en materia de impacto ambiental. |
| **Artículo 30.** Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad 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. | El promovente ha desarrollado la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, donde se describen los posibles efectos causados y las medidas de aplicación para reducción de los impactos negativos que se generen por el desarrollo del proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas”. |

### *Ley General de Vida Silvestre (LGVS)*

La LGVS (última reforma DOF 20-05-2021) tiene por objetivo establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2021).

En la Tabla siguiente se presenta la vinculación de esta Ley conforme al proyecto, dado que por las actividades de cambio de uso de suelo se estarán realizando medidas para la protección de las especies de flora y fauna identificadas en el sitio del proyecto.

*Tabla III. 5. Vinculación del proyecto con la LGVS.*

| Artículo | Vinculación con el proyecto |
|---|---|
| **Artículo 5º. II.** Las medidas preventivas para el mantenimiento de las condiciones que propician la evolución, viabilidad y continuidad de los ecosistemas, hábitats y poblaciones en sus entornos naturales. En ningún caso la falta de certeza científica se podrá argumentar como justificación para postergar la adopción de medidas eficaces para la conservación y manejo integral de la vida silvestre y su hábitat. | Este estudio considera las medidas preventivas, de mitigación y compensación para el ahuyentamiento, captura y liberación de fauna y reubicación de flora por las actividades de cambio de uso de suelo que generará el proyecto. |
| **Artículo 30.** El aprovechamiento de la fauna silvestre se llevará a cabo de manera que se eviten o disminuyan los daños a la fauna silvestre mencionados en el artículo anterior. Queda estrictamente prohibido todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre, en los términos de esta Ley y las normas que de ella deriven. | Se han establecido medidas para la captura, traslado y liberación es individuos de fauna que sean encontrados durante las actividades de cambio de uso de suelo que garanticen su bienestar. |
| **Artículo 56.** La Secretaría identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo, de conformidad con lo establecido en la norma oficial mexicana correspondiente, señalando el nombre científico y, en su caso, el nombre común más utilizado de las especies; la información relativa a las poblaciones, tendencias y factores de riesgo; la justificación técnica-científica de la propuesta; y la metodología empleada para obtener la información, para lo cual se tomará en consideración, en su caso, la información presentada por el Consejo. | Se han revisado las especies de flora y fauna encontrados durante los muestreos de flora y fauna realizados en el sitio del proyecto conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Modificación al Anexo III, identificando a tres especies de fauna: camaleón de montaña *(phrynosoma orbiculare)* - A, paloma encinera *(patagioenas fasciata)* - Pr y vireo reyezuelo *(vireo huttoni)* – Pr. |

### *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)*

La LGDFS (última reforma DOF 01-04-2024) 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 (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2024).

En la Tabla siguiente se presenta la vinculación de esta Ley conforme al proyecto, dadas las actividades de cambio de uso de suelo que se pretenden realizar en las áreas forestales del sitio del proyecto.

*Tabla III. 6. Vinculación del proyecto respecto a la LGDFS.*

| Artículo | Vinculación con el proyecto |
|---|---|
| **Artículo 3º. X.** Promover la conservación de los ecosistemas forestales, impulsando su delimitación y manejo sostenible, evitando que el cambio de uso de suelo con fines agropecuarios o de cualquier otra índole afecte su permanencia y potencialidad. | Entre las medidas de prevención de este proyecto, se tiene previsto la delimitación del área de cambio de uso de suelo, con la finalidad de no afectar a los ecosistemas forestales aledaños. |

| Artículo | Vinculación con el proyecto |
|---|---|
| **Artículo 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 en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.<br>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. | Se ingresa el Estudio Técnico Justificativo de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales ante la SEMARNAT del proyecto "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas" para su autorización. |

***Ley de Aguas Nacionales (LAN)***

La LAN (última reforma DOF 08-05-2023) 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 (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2023).

En la Tabla siguiente se presenta la vinculación de esta Ley conforme al proyecto, debido a las corrientes de agua que cruzan el área del proyecto.

*Tabla III. 7. Vinculación del proyecto con la LAN.*

| Artículo | Vinculación con el proyecto |
|---|---|
| **Artículo 113 BIS 2.** La declaratoria de aguas nacionales que emita el Ejecutivo Federal tendrá por objeto hacer del conocimiento público las corrientes o depósitos de agua que tienen tal carácter. La falta de dicha declaratoria no afecta el carácter nacional de las aguas. Para expedir la declaratoria respectiva se realizarán o referirán los estudios técnicos que justifiquen o comprueben que la corriente o depósito de que se trate reúne las características que la Ley señala para ser aguas nacionales. La declaratoria comprenderá además de la descripción general y las características de la corriente o depósito de aguas nacionales, los cauces, vasos y zonas federales, sin que sea necesario efectuar las demarcaciones en cada caso. | El proyecto del nuevo depósito de jales contempla los estudios técnicos en cuestión que describen y caracterizan la corrientes o depósitos de aguas nacionales, así como los cauces, vasos y zonas federales correspondientes. |
| **Artículo 118.** Los bienes nacionales a que se refiere el presente Título, podrán explotarse, usarse o aprovecharse por personas físicas o morales mediante concesión que otorgue "la Autoridad del Agua" para tal efecto. Para el caso de materiales pétreos se estará a lo dispuesto en el Artículo 113 BIS de esta Ley. Para el | El proyecto del nuevo depósito de jales contempla autorizaciones de aprovechamiento de agua mediante |

| Artículo | Vinculación con el proyecto |
|---|---|
| otorgamiento de las concesiones mencionadas en el párrafo anterior, se aplicará en lo conducente lo dispuesto en esta Ley y sus reglamentos para las concesiones de explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales, aun cuando existan dotaciones, restituciones o accesiones de tierras y aguas a los núcleos de población. Para el otorgamiento de las concesiones de la zona federal a que se refiere este Artículo, en igualdad de circunstancias, fuera de las zonas urbanas y para fines productivos, tendrá preferencia el propietario o poseedor colindante a dicha zona federal. "La Autoridad del Agua" tiene prohibido otorgar concesiones sobre cauces o vasos y sus zonas federales para la disposición final de residuos mineros o depósitos de aguas residuales de uso minero. | concesiones. Del mismo modo se contempla la absoluta prohibición de la disposición final de residuos mineros o depósitos de aguas residuales de uso minero sobre las concesiones sobre cauces o vasos y sus zonas federales. |
| **Artículo 118 BIS.** Los concesionarios a que se refiere el presente Capítulo estarán obligados a:<br>I. Ejecutar la explotación, uso o aprovechamiento consignado en la concesión con apego a las especificaciones que hubiere dictado "la Autoridad del Agua";<br>II. Realizar únicamente las obras aprobadas en la concesión o autorizadas por "la Autoridad del Agua";<br>III. Iniciar el ejercicio de los derechos consignados en la concesión a partir de la fecha aprobada conforme a las condiciones asentadas en el Título respectivo y concluir las obras aprobadas dentro de los plazos previstos en la concesión. | El proyecto del nuevo depósito de jales se desarrollará en estricto cumplimiento de la legislación vigente en materia de aguas nacionales, específicamente acatando las disposiciones del Ejecutivo Federal para la identificación y reconocimiento de las corrientes o depósitos de agua con dicho carácter, y realizando o refiriendo los estudios técnicos que justifiquen su naturaleza. Asimismo, el proyecto se compromete a ejecutar la explotación, uso o aprovechamiento a realizar únicamente las obras aprobadas o autorizadas, ya iniciar y concluir las actividades dentro de los plazos y condiciones establecidas en la concesión. |

***Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR)***

La LGPGIR (última reforma DOF 08-05-2023) tiene 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, valorización y gestión integral de los residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos, sólidos urbanos, de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2023).

Durante las diferentes etapas del proyecto "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas", se generarán diversos tipos de desechos, que pueden ir desde residuos orgánicos, hasta residuos peligrosos, entre otros; por lo que se tiene el conocimiento de cómo deberá ser el manejo para cada uno de ellos, aun cuando sean en cantidades mínimas, y así de esta manera evitar la disposición inadecuada hacia el suelo o cuerpos de agua.

Los artículos aplicables al proyecto en relación con la LGPGIR se describen en la Tabla III.8.

*Tabla III. 8. Vinculación del proyecto con la LGPGIR.*

| Artículo | Vinculación con el proyecto |
|---|---|
| **Artículo 17.** Los residuos mineros 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 definan en forma genérica en el reglamento según lo estipulado en el artículo 7, fracción III, de esta Ley, son de regulación y competencia federal y están sujetos a los planes de manejo previstos en esta Ley y demás instrumentos jurídicos de gestión ambiental. Se exceptúan de esta clasificación los referidos en el artículo 19, fracción I, de este ordenamiento. Los residuos mineros y metalúrgicos, según sea el caso, pueden disponerse finalmente en el sitio de su generación; su peligrosidad y manejo integral se determina conforme a la presente Ley y las disposiciones jurídicas aplicables. Queda prohibida la disposición final de los residuos mineros y residuos metalúrgicos en áreas naturales protegidas, humedales, cauces y zonas federales de aguas nacionales o en lugares que por el trayecto que seguirían los residuos ante su ruptura afecten núcleos de población. Los residuos que se generen por la exploración, explotación, beneficio o aprovechamiento de una concesión minera son responsabilidad permanente e intransferible de la persona titular de la concesión, sin importar que su gestión sea realizada a través de un tercero que compartirá solidariamente dicha responsabilidad. | Los residuos mineros generados por el proceso productivo de Unidad Minera San Martín pretenden ser dispuestos en el Nuevo Depósito de Jales, motivo por el cual, se solicita la autorización por parte de la SEMARNAT a través de esta MIA-R, dado que el actual depósito de jales está por cumplir su vida útil.<br><br>Además, en la actualidad, Industrial Minera México Unidad Minera San Martín cuenta con un Plan de Manejo de residuos minero metalúrgicos con la autorización No. 32-PMM-I0211-2019, el cual fue modificado en 2023 y tiene una vigencia de 11 años (**Anexo III.2**). |
| **Artículo 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 en las zonas del proyecto serán almacenados de forma diferenciada en contenedores con tapa y distribuidos de forma estratégica dentro del área de trabajo.<br><br>Los residuos generados corresponderán principalmente al alimento del personal, esto por |

| Artículo | Vinculación con el proyecto |
|---|---|
| | el uso de envases plásticos, papel, bolsas de plástico y restos de comida.<br><br>Los residuos serán recolectados y transportados por las empresas Víctor Hugo Sánchez Núñez con el número de registro REME-191 ante la Secretaría del Agua y Medio Ambiente del estado de Zacatecas (**Anexo III.3**) y Héctor Bonilla Caldera con el número de registro REME-084 ante la Secretaría del Agua y Medio Ambiente del estado de Zacatecas (**Anexo III.4**) |
| **Artículo 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:<br><br>**I.** Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas, excluidos de la competencia federal conforme a las fracciones IV y V del artículo 5 de la Ley Minera;<br><br>**III.** Residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades;<br><br>**VII.** Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general; | Durante la ejecución de las etapas del proyecto se generarán residuos de manejo especial, como son los generados por las actividades forestales en la etapa de preparación del sitio; residuos de la construcción en la etapa de construcción y residuos de rocas en la etapa de operación y cierre. Para lo cual se estarán manejando integralmente conforme a los procesos establecidos en la Unidad Minera San Martín.<br><br>Además, se estarán generando otros residuos de manejo especial generados por actividades de mantenimiento, los cuales serán recolectados y transportados por la empresa Desmanteladora de desechos férreos S.A. de C.V., la cual presenta la autorización SEGAM-RI-EMRT-0611/06.22 para servicios de manejo de residuos industriales no peligrosos ante la Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental del estado de San Luis Potosí (**Anexo III.5**). |
| **Artículo 21.** Con objeto de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente, asociados a la generación y manejo integral de residuos peligrosos, se deberán considerar cuando menos alguno de los siguientes factores que contribuyan a que los residuos peligrosos constituyan un riesgo:<br><br>**I.** La forma de manejo<br><br>**II.** La cantidad | Los principales tipos de residuos peligrosos que serán generados durante la etapa de operación y mantenimiento del “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas”, serán producto de las actividades de mantenimiento de la maquinaria utilizada y serán almacenados temporalmente para después ser recogidos por una empresa especializada en el manejo y confinamiento de los mismos. Durante cada una de las etapas del |

| Artículo | Vinculación con el proyecto |
|---|---|
| **III.** La persistencia de las sustancias tóxicas y la virulencia de los agentes infecciosos contenidos en ellos.<br><br>**IV.** La capacidad de las sustancias tóxicas o agentes infecciosos contenidos en ellos, de movilizarse hacia donde se encuentren seres vivos o cuerpos de agua de abastecimiento<br><br>**V.** La biodisponibilidad de las sustancias tóxicas contenidas en ellos y su capacidad de bioacumulación<br><br>**VI**. La duración e intensidad de la exposición,<br><br>**VII**. La vulnerabilidad de los seres humanos y demás organismos vivos que se expongan a ellos. | proyecto, se generarán desechos que serán sometidos a un manejo integral.<br><br>Industrial Minera México S.A. de C.V. está registrado ante la SEMARNAT como gran generador de residuos peligrosos con el NRA IMM153204211 (**Anexo III.6**). |
| **Artículo 22.** Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales. | La empresa llevará a cabo cuando así lo requiera la reglamentación en la materia, los análisis CRETIB a través de laboratorios acreditados y registrados ante la EMA. |
| **Artículo 41.** Los generadores de residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos, así como los gestores de este tipo de residuos, deben manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley. | Los residuos peligrosos generados en las etapas del proyecto serán recolectados por las empresas designadas por Industrial Minera México S.A. de C.V. Unidad Minera San Martín.<br><br>Para el transporte, recolección y acopio de residuos peligrosos se encargará la empresa MEDAM S. de R.L. de C.V. con NRA MED0901500957. Su autorización para el transporte y recolección es 09-I19-17 (**Anexo III.7**), mientras que para el acopio 24-II-06-D-2018 (**Anexo III.8**). |

***Ley de Minería***

La presente Ley (última reforma DOF 08-05-2023) es reglamentaria del artículo 27 constitucional en materia minera y sus disposiciones son de orden público y de observancia en todo el territorio nacional. Su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal por conducto de la Secretaría de Economía (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2023).

Los artículos aplicables al proyecto en relación con la LGPGIR se describen en la Tabla siguiente.

*Tabla III. 9. Vinculación del proyecto con la Ley de Minería.*

| Artículo | Vinculación con el proyecto |
|---|---|
| **Artículo 19.** Las personas titulares de una concesión minera tienen derecho a:<br><br>**IV.** Solicitar la ocupación temporal o la constitución de servidumbre de los terrenos indispensables para llevar a cabo las obras y trabajos de explotación y beneficio, así como para el depósito de terreros, jales, escorias y graseros, al igual que constituir servidumbres subterráneas de paso a través de lotes mineros. | Industrial Minera México S.A. de C.V. solicita la autorización para ocupación de un terreno para el depósito de jales. Ante la SEMARNAT solicita la autorización referente a la evaluación de impacto ambiental a través de esta MIA-R. |
| **Artículo 27.** Las personas titulares de concesiones mineras, independientemente de la fecha de su otorgamiento, están obligadas, por cada lote minero, a:<br><br>**XIX.** No construir depósitos o sitios de disposición final de terreros, jales, escorias, graseros de las minas y establecimientos de beneficios de los minerales en áreas naturales protegidas, humedales, vasos, cauces, zonas federales, zonas de protección y demás bienes nacionales o en lugares que, por el trayecto que sigan los residuos ante su ruptura, afecten núcleos de población;<br><br>**XXIII.** Implementar medidas de reutilización del agua dentro del lote minero a fin de lograr, al menos, un sesenta por ciento de reciclaje de aguas residuales tratadas en sus instalaciones | El nuevo depósito de jales que se pretende construir no se ubica dentro de un área natural protegida y/o humedal.<br><br>De este modo, el proyecto del nuevo depósito no se construirá en áreas naturales protegidas, humedales, vasos, cauces, zonas federales, zonas de protección y demás bienes nacionales, ni en lugares donde, ante una eventual ruptura, los residuos puedan afectar a núcleos de población.<br><br>Así mismo, dentro del desarrollo del proyecto se integra la obra Sistema de recuperación de agua, la cual consiste en recuperar el agua acumulada en el vaso del depósito de jales a través de una línea de tubería para disponerla en piletas de sedimentación y que después el agua clarificada sea bombeada a la planta de beneficio de la Unidad para su posterior reutilización. |
| **Artículo 37.** Las personas concesionarias que beneficien minerales o sustancias sujetas a la aplicación de la presente Ley están obligadas a:<br><br>**II.** Sujetarse a las disposiciones generales y a las normas oficiales mexicanas aplicables a la industria minero-metalúrgica en materia de seguridad y del equilibrio ecológico y protección al ambiente. | La elaboración de la presente manifestación de impacto ambiental regional se sustenta en la normatividad mexicana para el sector minero y de la protección al ambiente aplicable. |

| Artículo | Vinculación con el proyecto |
|---|---|
| **Artículo 39.** En las actividades de exploración, explotación, beneficio y aprovechamiento de minerales o sustancias, las personas concesionarias o asignatarias deben preservar, restaurar y mejorar el ambiente, prevenir y controlar la contaminación del aire, agua, suelo y subsuelo, y respetar los derechos de las comunidades indígenas y afromexicanas, de conformidad con las disposiciones aplicables a la materia. | Dentro de las etapas de operación del proyecto "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas" se aplicarán medidas de prevención y mitigación, así como las de compensación ambiental que asegurarán que no se comprometerá el bienestar del medio biótico y abiótico. También es importante señalar que la Unidad Minera San Martín no se ubica en comunidades indígenas. |

***Ley General de Cambio Climático (LGCC)***

La LGCC (última reforma DOF 01 de octubre del 2024) establece las disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2024).

Los artículos aplicables al proyecto en relación con la LGCC se describen en la Tabla siguiente.

*Tabla III. 10. Vinculación del proyecto con la LGCC.*

| Artículo | Vinculación con el proyecto |
|---|---|
| **Artículo 88.** Las personas físicas o 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. | Para este proyecto no se contempla el uso de fuentes móviles por lo que para dar cumplimiento se realizará un programa de mantenimiento para cada vehículo que participe en el proyecto |

### III.5.3 Reglamentos

***Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (RLGEEPAMEIA)***

El Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (última reforma DOF 31-10-2014) tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2014).

Los artículos aplicables del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental al proyecto "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín" se muestran en la Tabla III.11.

*Tabla III. 11. Vinculación del proyecto con RLGEEPAMIA.*

| Artículo | Vinculación con el proyecto |
|---|---|
| **Artículo 5o.** Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:<br>**L)** Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la federación:<br>**III.** Beneficio de minerales y disposición final de sus residuos en presas de jales, excluyendo las plantas de beneficio que no utilicen sustancias consideradas como peligrosas y el relleno hidráulico de obras mineras subterráneas. | El proyecto "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras asociadas" comprende la preparación, construcción y operación de un depósito de jales para disposición final de residuos provenientes de la planta de flotación.<br>Con la presentación de la MIA-R, para su evaluación y dictamen, se atiende la obligación de presentar la solicitud de evaluación en la materia. |
| **Artículo 9o.** 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.<br>La información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.<br>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.<br>La Secretaría publicará dichas guías en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica. | Industrial Minera México S.A. de C.V. (Unidad San Martín) presenta la Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas", la cual ha sido elaborada conforme a la Guía publicada por la SEMARNAT en el 2022. |
| **Artículo 11.** Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:<br>**I.** Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;<br>**IV.** Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que, por su interacción con los diferentes componentes ambientales | El proyecto "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas" contempla una presa de jales y debido a las actividades a realizar durante sus etapas, se prevé la generación de impactos acumulativos, sinérgicos o residuales, por lo que le aplica la elaboración de una manifestación de impacto ambiental de tipo regional. |

| Artículo | Vinculación con el proyecto |
|---|---|
| regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas. | |
| Artículo 13. La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:<br>I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;<br>II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo;<br>III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;<br>IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;<br>V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;<br>VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;<br>VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y<br>VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental. | La presente Manifestación de Impacto Ambiental de tipo Regional del proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas” contempla estos capítulos en su contenido. |
| **Artículo 14.** Cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso del suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos. | El proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas” contempla la ejecución de un cambio de uso de suelo, por lo que, este estudio integra la información del impacto ambiental por las obras del proyecto y por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. |

| Artículo | Vinculación con el proyecto |
|---|---|
| **Artículo 17.** El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando:<br>I. La manifestación de impacto ambiental;<br>II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y<br>III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes. | En este estudio se presenta la totalidad de los capítulos que integran a la manifestación de impacto ambiental regional, el resumen y el pago de derechos por la solicitud de la evaluación del estudio. |
| **Artículo 19.** La solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, sus anexos y, en su caso, la información adicional, deberán presentarse en un disquete al que se acompañarán cuatro tantos impresos de su contenido. | Se entregan cuatros tantos impresos y una memoria USB con la información generada para todo el estudio. |
| **Artículo 44.** Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar:<br>**I.** Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación<br>**II.** La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos, y<br>**III.** En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. | En el capítulo IV del presente documento se identifica y analiza el Sistema Ambiental Regional (SAR) dentro del cual se ubica el proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas”.<br>Consecuentemente, se presenta la descripción de los distintos componentes que constituyen a los ecosistemas presentes en el SAR, de forma tal que los impactos ambientales identificados en el capítulo V se sustentan en los posibles efectos al ecosistema en sus condiciones actuales.<br>De acuerdo a lo anterior, en la presente MIA-R se incluyen los elementos necesarios para que la autoridad evalúe el proyecto en términos de lo indicado en la fracción I del presente artículo. El análisis presentado en esta MIA-R considera que el proyecto no generará efectos o desequilibrios ecológicos severos al ecosistema, esta discusión se aborda más ampliamente en el capítulo V.<br>En el capítulo VI se presentan las propuestas de estrategias y programas con los que se atienden los impactos ambientales acumulativos y residuales del proyecto; |

| Artículo | Vinculación con el proyecto |
|---|---|
| | medidas no sólo limitadas a la prevención y mitigación, sino que se incluyen las medidas de control adecuadas y las de compensación para afectaciones inevitables, asociadas a la naturaleza del proyecto. Dichas medidas aportan a la autoridad los elementos pertinentes para determinar la factibilidad del proyecto, minimizando los efectos sobre el ambiente que se pudieran generar. |
| **Artículo 49.** Las autorizaciones que expida la Secretaría sólo podrán referirse a los aspectos ambientales de las obras o actividades de que se trate y su vigencia no podrá exceder del tiempo propuesto para la ejecución de éstas.<br>Asimismo, los promoventes deberán dar aviso a la Secretaría del inicio y la conclusión de los proyectos, así como del cambio en su titularidad. | El promovente se compromete a cumplir los aspectos ambientales de las obras o actividades, la vigencia de tiempo para su ejecución y dará aviso sobre el inicio o término de las actividades del proyecto o ante cualquier otro cambio. |

### *Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (RLGDFS)*

El Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (DOF 09-12-2020) objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento sustentables de los ecosistemas forestales del país y sus recursos (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2020).

Los artículos aplicables del Reglamento de la RLGDFS al proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín” se muestran en la Tabla siguiente:

*Tabla III. 12. Vinculación del proyecto con el RLGDFS.*

| Artículo | Vinculación con el proyecto |
|---|---|
| **Artículo 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:<br>I. Nombre o denominación o razón social, así como domicilio, número telefónico y correo electrónico del solicitante;<br>II. Lugar y fecha;<br>III. Datos de ubicación del predio o Conjunto de predios, y | El proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas” presenta a la par que esta MIA-R el Estudio Técnico Justificativo, contemplando lo solicitado en este artículo. |

| Artículo | Vinculación con el proyecto |
|---|---|
| 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.<br><br>A la solicitud a que se refiere el párrafo anterior, se deberá anexar lo siguiente:<br><br>I. Copia simple de la identificación oficial del solicitante;<br><br>II. Original o copia certificada del instrumento con el cual se acredite la personalidad del representante legal o de quien solicite el Cambio de uso de suelo a nombre del propietario o poseedor del predio, así como copia simple para su cotejo;<br><br>III. Original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo;<br><br>IV. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea de conformidad con la Ley Agraria en la que conste el acuerdo de Cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, y<br><br>V. El estudio técnico justificativo, en formato impreso y electrónico o digital | |
| **Artículo 141.** Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener, por lo menos, lo siguiente:<br><br>I. Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno;<br><br>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;<br><br>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 | El proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas” presenta a la par que esta MIA-R ante la SEMARNAT el Estudio Técnico Justificativo de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, desarrollando e integrando la información solicitada en este artículo. |

| Artículo | Vinculación con el proyecto |
|---|---|
| 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;<br><br>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;<br>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;<br><br>VII. Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las Materias primas forestales derivadas del Cambio de uso del suelo;<br>VIII. Plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo;<br><br>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;<br><br>X. Medidas de prevención y mitigación por la afectación sobre los Recursos forestales, el suelo, el agua, la flora y fauna silvestres aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del Cambio de uso de suelo;<br><br>XI. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto;<br><br>XII. Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo se mantenga;<br><br>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;<br><br>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<br><br>XV. Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas.<br><br>La propuesta de programa a que se refiere la fracción IX del presente artículo deberá incluir el | |

| Artículo | Vinculación con el proyecto |
|---|---|
| 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. | |

***Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (RLGPGIR)***

El RLPGIR (última reforma DOF 31-10-2014) 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 (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2014).

El artículo aplicable del Reglamento de la RLGPGIR al proyecto "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín" es:

**Artículo 34**

Para efectos del Artículo 17 de la Ley, por sitio de generación debe entenderse tanto el predio en el que se desarrolle en proceso que da origen a los residuos como aquél en donde se encuentren 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 previsto en las Norman Oficiales Mexicanas que para tal efecto se expidan.

La disposición final de los 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 la Normas Oficiales Mexicanas que para tal efecto expira 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

*Vinculación con el proyecto*

Los jales mineros generados en el proceso de beneficio de la Unidad Minera San Martín se depositarán en el Nuevo Depósito de Jales que se localiza al interior de la mina por relleno hidráulico o cualquier otro proceso.

## III.5.4 Planes y programas

### *Plan Nacional de Desarrollo Gobierno de México 2025 - 2030*

El Plan Nacional de Desarrollo es, primero un documento de trabajo que rige la programación y presupuestación de toda la Administración Pública Federal. De acuerdo con la Ley de Planeación todos los programas sectoriales, especiales, institucionales y regionales que definen las acciones del gobierno, deberán elaborarse con congruencia al Plan Nacional de Desarrollo. (Gobierno de México, 2025)

Los 4 ejes generales que lo componen contienen los 100 compromisos del Gobierno (Gobierno de México, 2025).

1. Gobernanza con justicia y participación ciudadana
2. Desarrollo con bienestar y humanismo
3. Economía moral y trabajo
4. Desarrollo Sustentable.

Desarrollo Sustentable.

- República soberana y con energía sustentable
- República con derecha al agua
- República que protege el medio ambiente y sus recursos naturales.

*Vinculación con el proyecto*

Cabe destacar que el PND 2025-2030, no es un instrumento vinculante que restrinja la actividad pretendida, en todo caso, el proyecto contribuye directamente, ya que representa un incremento en la inversión del sector minero al no detener el beneficio de minerales por falta de disposición de jales mineros, alargando la productividad de la Unidad Minera San Martín.

Además, la Unidad Minera San Martín tiene establecida su Política General de Desarrollo Sustentable, la cual impulsa la mejora continua en el desempeño ambiental y promueve el desarrollo integral de los trabajadores, contratistas y comunidades cercanas a las operaciones.

### *Plan de Desarrollo del Estado de Zacatecas 2022 – 2027*

La administración actual del gobierno del estado de Zacatecas con el compromiso de sujetar su actuación a objetivos y metas claras, precisas y medibles ha publicado en el Periódico Oficial de la entidad el Plan Estatal de Desarrollo 2022-2027 (Tomo CXXXI; Núm. 103; 25 de diciembre de 2021).

Atendiendo estas disposiciones, el Plan Estatal de Desarrollo 2022-2027 se construye con la participación democrática de la sociedad zacatecana en diferentes etapas. Es resultado de las propuestas emitidas directamente por ciudadanos o a través de colectivos, grupos académicos, organismos sectoriales y sociedad en general, que manifiestan necesidades e intenciones de construir un nuevo Zacatecas, que garantice oportunidades de desarrollo y bienestar para toda la población (Gobierno de Zacatecas, 2022).

Como documento rector de planeación, establece los principios rectores de las políticas públicas, objetivos y estrategias, así como indicadores y metas, a través de los cuales, se dará seguimiento y se evaluará su gestión.

El Plan Estatal de Desarrollo 2022-2027 se cimienta en tres principios rectores: Hacia una nueva gobernanza, Bienestar para todos y Ecosistema socioeconómico sólido e inclusivo, que plasman las aspiraciones manifestadas en diferentes espacios de consulta y participación ciudadana (Gobierno de Zacatecas, 2022).

Asimismo, incluye tres ejes de aplicación transversal: Derechos humanos, Igualdad sustantiva entre mujeres y hombres y Anticorrupción y cero impunidad, que serán el sello que marque el desempeño de la gestión pública en todos sus ámbitos para, de la mano de la sociedad, construir la nueva gobernanza y el nuevo Zacatecas.

A continuación, se presentan las políticas públicas aplicables y su vinculación al proyecto "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas".

Política pública 2.8 Sostenibilidad del Agua y Medio Ambiente

*Objetivo.* Garantizar la protección del medio ambiente y el aprovechamiento racional de los recursos naturales, así como la gestión integral del recurso hídrico, promoviendo su uso de manera eficiente en el ámbito rural y urbano (Gobierno de Zacatecas, 2022).

*Estrategias*

- Desarrollar y fortalecer la infraestructura para el tratamiento y aprovechamiento de aguas residuales.
- Implementar programas de estímulos para la adopción de procesos de producción con medidas de sostenibilidad ambiental.
- Promover la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y su biodiversidad.

*Vinculación con el proyecto*

En la Unidad Minera San Martín el proceso de beneficio de minerales contempla la recuperación y recirculación de agua desde el depósito de jales, de manera que todo el proyecto en cuanto al agua será un circuito cerrado, es decir, operará con cero descargas de aguas residuales tanto domésticas como industriales.

Además, entre las medidas propuestas para mitigar y compensar los impactos que ocasione la ejecución del proyecto "Nuevo Depósito de Jales de la Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas" se prevé realizar una reubicación de la vegetación susceptible de ser rescatada y una reforestación como medida de compensación de la pérdida de servicios ambientales. Además, se construirán obras de conservación de suelo con las que se captará agua y se aplicarán otras medidas tendientes a la protección y conservación del ecosistema, particularmente en zonas de reserva donde se hayan identificado mejores condiciones naturales para los componentes bióticos.

Política pública 3.2 Encadenamiento productivo para la industria y la minería

*Objetivo.* Impulsar la industrialización del estado consolidando un ecosistema industrial capaz de generar productos de alto valor agregado con énfasis en el fortalecimiento de las MIPYMES y el sector minero (Gobierno de Zacatecas, 2022).

*Estrategias*

- Promover la certificación de estándares de calidad y mejores prácticas.
- Impulsar programas de estímulos para la mejora salarial en la industria.
- Promover el desarrollo de una industria minera respetuosa del medio ambiente y las comunidades.
- Implementar un programa del primer empleo en la minería

*Vinculación con el proyecto*

Esta línea estratégica es afín al proyecto "Nuevo Depósito de Jales de la Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas" en cuanto a que su ejecución es totalmente congruente con la Política General de Desarrollo Sustentable de la Unidad Minera San Martín al integrar de manera responsable y transparente el ámbito social, económico y ambiental para garantizar un desarrollo sustentable.

Así mismo, la Unidad Minera San Martín contribuye al mejoramiento de la calidad de vida de los propios habitantes de la localidad San Martín y de la región al generar empleos para la ejecución de las actividades de todas las etapas del proyecto.

Política pública 3.5 Infraestructura para el desarrollo económico

*Objetivo.* Desarrollar la infraestructura necesaria para potenciar el desarrollo económico desde la base social (Gobierno de Zacatecas, 2022).

*Vinculación con el proyecto*

La construcción y operación del "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas" conllevará una inversión de capital privado de la empresa mexicana (Industrial Minera México S.A. de C.V.) aproximadamente de $ **XXXXXXXX** millones de dólares americanos (USD), la cual permitiría crear empleos directos e indirectos.

El personal de tiempo completo que operará el proyecto en operación contará con un plan competitivo de sueldos prestaciones conforme a la normatividad laboral. La remuneración económica se establece con base en tabuladores y de acuerdo con el nivel de responsabilidad de los puestos, sin distinción por género o edad. El salario básico tabulado más bajo del personal sindicalizado en las unidades de negocio de Industrial Minera México S.A. de C.V. comparado con el salario mínimo regional en donde tienen operaciones es 125% más alto.

***Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT 2020-2024)***

El modelo industrial de producción seguido por décadas y los crecientes niveles de consumo de bienes y servicios por ciertos sectores de la sociedad global actual tienen como una de sus consecuencias más importantes la emisión de grandes cantidades de contaminantes al ambiente. Aunque los ecosistemas naturales fueron capaces de asimilar y transformar las

emisiones de estos contaminantes por siglos, los niveles de emisión de contaminantes alcanzados en las últimas décadas en muchos países, incluido México, han rebasado por mucho esta capacidad (SEMARNAT, 2020).

Las consecuencias de la degradación ambiental ocasionada por la contaminación trascienden la esfera ambiental. Constituyen graves obstáculos que impiden el disfrute de un entorno digno y saludable, sobre todo en aquellos grupos que viven en graves condiciones de marginación y vulnerabilidad; son también susceptibles a los efectos de la degradación ambiental por la contaminación los niños, niñas y adultos mayores. En ciertas circunstancias, la degradación ha sido tan grave que millones de personas han vivido en nuestro país, a lo largo de generaciones, en situaciones que pueden calificarse de "emergencias ambientales", y en las cuales la garantía del derecho a un medio ambiente sano ha estado lejos de cumplirse. Estas condiciones son, además, el origen de buena parte de los más de 560 conflictos socio-ambientales que se identifican en la geografía nacional (SEMARNAT, 2020).

Dentro de los objetivos prioritarios que tiene el PROMARNAT se tienen (SEMARNAT, 2020):

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.
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.
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.
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.
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.

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.

*Vinculación con el proyecto*

El proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas” satisface las expectativas antes referidas, ya que procurará la conservación del ambiente asegurando la aplicación de medidas de prevención, mitigación y compensación necesarias en todas las etapas de ejecución del nuevo depósito de jales, el cual pretende el confinamiento de los jales que se generan en la planta de flotación de la Unidad Minera San Martín. Con lo cual se busca prevenir, mitigar y compensar los impactos generados que las obras del proyecto puedan ocasionar al aire, suelo, agua y biodiversidad.

### III.5.5 Convenios o tratados internacionales

**Acuerdos Internacionales y Decretos en materia de Desarrollo Sustentable y Medio Ambiente suscritos por México**

Entre convenciones, acuerdos, convenios, protocolos, anexos y enmiendas, México ha formado 77 tratados internacionales o acuerdos interinstitucionales en materia de medio ambiente, entre ellos, hasta 1969 se formaron tres, diez durante la década de 1970, veintitrés durante la década de 1980, cuarenta durante la década de 1990 y uno más en el año 2000.

De ellos dieciocho se firmaron con Estados Unidos, principalmente para la cooperación en contaminación, protección al ambiente y desecho de residuos tóxicos y peligrosos en la zona fronteriza; dieciocho con Alemania, fundamentalmente para el aprovechamiento de áreas forestales tropicales y estudios para la protección del medio ambiente; dos en el Marco de la Organización de Estados Americanos para la protección de la Flora y Fauna en América así como para la creación de un Instituto de Investigación; trece en el Marco de la Organización Marítima Internacional en materia de contaminación de aguas por derrame de hidrocarburos; tres con la UNESCO para la Protección del patrimonio cultural y natural; y once en el Marco de la ONU para la protección de la Capa de Ozono, para el desecho de materiales peligrosos, en materia de Cambio Climático y de la Biodiversidad biológica.

Los primeros convenios que se registran son en materia de protección de flora y fauna. En 1936, el Convenio con Estados Unidos para la protección de aves migratorias y mamíferos cinegéticos, y en 1940 en el Marco de la Organización de Estados Americanos para la protección de la flora y fauna. Por contaminación, el primer convenio fue en 1969 en el Marco de la Organización Marítima Internacional por derrame de hidrocarburos en accidentes marítimos.

A lo interior se hace mención que, dando observancia a las leyes, reglamentos y normas mexicanas, se atienden los intereses multinacionales que corresponden en general al cuidado del medioambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos.

***Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano***

Firmada en Estocolmo, Suecia en junio de 1972, proclamó que el conocimiento y las acciones del hombre se utilizarán para conseguir mejores condiciones de vida, pero estableciendo normas y medidas que evitarán que se causen daños al medio ambiente. La declaración establece 26 principios que tienen por objetivo la utilización racional de los recursos naturales en beneficio de las generaciones presentes y futuras (Organización de las Naciones Unidas, 2005).

Menciona entre otras cosas, que el hombre tiene derecho a disfrutar de condiciones de vida en un medio ambiente de calidad, de tal forma que no ponga en peligro su agotamiento; que debe ponerse fin a la descarga de sustancia tóxicas y a la liberación de calor; que debe apoyarse la lucha de todos los países contra la contaminación; que se debe impedir la contaminación de los mares por sustancia que puedan poner en peligro la salud del hombre o dañar la vida marina; que las políticas ambientales de todos los Estados deben encaminarse a planificar su desarrollo de manera que puedan lograr mejores condiciones de vida, proteger el medio ambiente y preservar sus recursos naturales (Organización de las Naciones Unidas, 2005).

*Vinculación con el proyecto*

De manera general el proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas” no contravendrá con los ideales de dicha Declaración, dada la correcta aplicación de las medidas de prevención y mitigación, así como las de compensación ambiental que asegurarán que no se comprometerá el bienestar de los recursos naturales renovables y no renovables, así como la contaminación y deterioro ambiental.

***Carta Mundial de la Naturaleza***

Carta en la que se acepta que el deterioro de los sistemas naturales y el abuso de los recursos naturales debilitan las estructuras económicas, sociales y políticas de la sociedad. Se menciona también, que los beneficios a largo plazo que se pueden obtener de la naturaleza dependen de la protección de los procesos ecológicos y de la supervivencia de las diversas formas de vida, por lo que se debe impedir su explotación excesiva y la destrucción de los hábitats naturales. La carta establece la necesidad de promover a nivel internacional la protección de la naturaleza (SEMARNAT, 2016).

Además, aprueba los principios de conservación, entre los que figuran: el respeto a la naturaleza, garantizar la supervivencia y la conservación de la población de todas las especies, aprovechar los recursos naturales de manera que no se ponga en peligro la existencia de otros ecosistemas o hábitats, utilizar los recursos con mesura y procurar que no se desperdicien, impedir la descarga de sustancias contaminantes en los sistemas naturales y evitar las actividades militares perjudiciales para la naturaleza (SEMARNAT, 2016).

*Vinculación con el proyecto*

El proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas”, aplicará de forma correcta la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación por la generación de los impactos ambientales que se generarán por la ejecución de las actividades de las obras que conforma al proyecto, así como por el cambio de uso de suelo que se pretende realizar en el sitio, buscando ejecutar un proyecto ambientalmente viable, donde no se ponga en riesgo la biodiversidad, los suelos, el agua y los demás componentes ambientales que lo rodeen siguiendo lo establecido en la Política General de Desarrollo Sustentable de Grupo México.

***Declaración de Río sobre Medio Ambiente***

La Declaración de Río consagra 27 principios, en los que se establece el derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza, el derecho de los países de aprovechar sus propios recursos naturales de acuerdo con sus políticas y de desarrollo con responsabilidad de no causar daños al medio ambiente de otros, y la protección del medio ambiente como parte integrante del proceso de desarrollo y no como una actividad aislada. Además, se reconoce el papel que los países desarrollados han tenido al contribuir en la degradación del medio ambiente, por lo que se conmina a eliminar las modalidades de producción y de consumo insostenibles y a fomentar políticas demográficas adecuadas (SEMARNAT, 2021)

*Vinculación con el proyecto*

El proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas”, mediante la aplicación de las medidas de mitigación, prevención y compensación ambiental, no comprometerá la biodiversidad, la infiltración, así como la erosión del suelo, lo que promoverá un ambiente productivo y armónico con el entorno natural, tal y como lo consagra la Declaración.

***Agenda 21***

La Agenda 21 es un manual de referencia de normas y políticas para el logro de un desarrollo sustentable. La Agenda menciona que la población, el consumo y la tecnología son las principales determinantes del cambio ecológico, por lo que conmina a reducir las modalidades de consumo ineficaces y con desperdicio. Propone políticas y programas para lograr un equilibrio entre consumo, la población y la capacidad de sustento de la tierra (Gobierno de México, 2021).

Además, plantea mecanismos para disminuir la degradación de la tierra, el aire y el agua, así como la conservación de los bosques y la biodiversidad de las especies. El documento se encuentra dividido en cuatro secciones: dimensiones sociales y económicas; conservación y gestión de los recursos, fortalecimiento del papel de los grupos sociales y medios para la puesta en práctica (Gobierno de México, 2021).

*Vinculación con el proyecto*

El proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas” es afín con este tratado al implementar las adecuadas acciones y mecanismos para disminuir la degradación de los recursos naturales como agua, suelo, flora y fauna; esto mediante una adecuada implementación de las medidas de mitigación, prevención y compensación pertinentes, coadyuvando así con el desarrollo social de la región en donde se ubica la Unidad Minera San Martín.

***Convenio sobre la Diversidad Biológica***

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) es un tratado internacional jurídicamente vinculante con tres objetivos principales: la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos. Su objetivo general es promover medidas que conduzcan a un futuro sostenible (Naciones Unidas).

*Vinculación con el proyecto*

El proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas” presenta a la par que esta MIA-R el Estudio Técnico Justificativo para cambio de uso de suelo en terrenos forestales con el fin de establecer las medidas necesarias que garanticen salvaguardar la conservación de la biodiversidad presente en el sitio del proyecto. Además, que se buscará compensar los servicios ambientales que se perderán por la ejecución del cambio de uso de suelo.

***Acuerdo de Escazú***

Adoptado por 24 países en la ciudad costarricense de Escazú en 2018, el llamado Acuerdo de Escazú es un instrumento vinculante emanado de la Declaración sobre la Aplicación del Principio 10 de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible (Río+20) de 2012, que reconoce que el mejor modo de abordar las cuestiones ambientales es con la participación de todas las personas (Gobierno de México, 2021).

Su objetivo 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 (Gobierno de México, 2021).

*Vinculación con el proyecto*

Industrial Minera México ha desarrollado la Política General de Desarrollo Sustentable en donde se establece que para garantizar un desarrollo sustentable es esencial el actuar de manera responsable y transparente en el ámbito social, económico y ambiental. Por lo que se comprometen a promover el desarrollo integral de su gente, de una cultura de ética y de diversidad e inclusión; además, se impulsa a la mejora continua del desempeño ambiental y se opera con transparencia al interior de la organización y de toda la cadena de valor.

Por tanto, el proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas” es afín con este Acuerdo dado que se rige por la Política establecida por Grupo México para garantizar un desarrollo sustentable.

***CITES***

La CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) es un acuerdo internacional concertado entre los gobiernos. Tiene por finalidad velar que el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no constituye una amenaza para la supervivencia de las especies (CITES).

Alrededor de unas 6,610 especies de animales y 34,310 especies de plantas están amparadas por la CITES contra la explotación excesiva debido al comercio internacional. Las especies se agrupan en tres Apéndices según el grado de amenaza debido al comercio internacional (CITES).

En el Apéndice I se incluyen todas las especies en peligro de extinción; en el Apéndice II se incluyen especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia. Mientras que en el Apéndice III se incluyen especies que están protegidas al menos en un país, el cual ha solicitado la asistencia de otras Partes en la CITES para controlar su comercio (CITES).

*Vinculación con el proyecto*

Dentro de los muestreos realizados para flora y fauna en el sitio del proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas”, se identificaron cuatro especies registradas en el Apéndice II del CITES, en el cual se incluyen especies en el que su comercio debe controlarse para evitar un uso incompatible con su supervivencia.

*Tabla III. 13. Especies identificadas en el CITES.*

| Especie | | Grupo | CITES |
|---|---|---|---|
| **Nombre común** | **Nombre científico** | | |
| Camaleón de montaña | *Phrynosoma orbiculare* | Reptil | Apéndice II |
| Lince americano | *Lynx rufus* | Mamífero | Apéndice II |
| Golondrina | *Euphorbia graminea* | Herbácea | Apéndice II |
| Hierba de la golondrina | *Euphorbia indivisa* | Herbácea | Apéndice II |

En ese sentido, se establecerán medidas de prevención para que todo el personal que realice las actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales haga el manejo adecuado de las especies que se encuentran enlistadas en el CITES, tanto de fauna como de flora, con la finalidad de que se garantice que no serán introducidas al comercio ilegal.

***Convenio 169 de la OIT sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes***

**Artículo 6**

1. Al aplicar las disposiciones del presente convenio, los gobiernos deberán:

   a) Consultar a los pueblos interesados, mediante procedimientos apropiados y en particular a través de sus instituciones representativas, cada vez que se prevean medidas legislativas o administrativas susceptibles de afectar directamente.

   b) Establecer los medios a través de los cuales los pueblos interesados puedan participar libremente, por lo menos en la misa medida que otros sectores de la población, y a todos los niveles en la adopción de decisiones en instituciones electivas y organismos administrativos y de otra índole responsables de políticas y programas que les conciernan;

   c) Establecer los medios para el pleno desarrollo de las instituciones e iniciativas de esos pueblos, y en los casos apropiados proporcionar los recursos necesarios para este fin.

2. Las consultas llevadas a cabo en aplicación de este Convenio deberán efectuarse de buena fe y de una manera apropiada a las circunstancias, con la finalidad de llegar a un acuerdo o lograr el consentimiento acerca de las medidas propuestas.

*Vinculación con el proyecto.*

Este convenio no aplica debido a que en las comunidades cercanas al proyecto no se consideran personas indígenas, no hablan algún dialecto y en las plataformas no se encuentra registro de alguna, sin embargo, en dado momento de que alguna persona se pronunciará indígena, se procederá a realizar la consulta

**Bibliografía**

Ayuntamiento de Sombrerete . (2021). *Sombrerete* . Obtenido de Plan Munipal de Desarrollo de Sombrerete, Zacatecas 2021 - 2024: : http://www.sombrerete.gob.mx/contenidos/2024-01/1705680642.pdf

Ayuntamiento de Sombrerete. (2016). *Sombrerete* . Obtenido de Programa de Desarrollo Urbanos del Centro de población de Sombrerete 2016 - 2040: http://www.sombrerete.gob.mx/contenidos/2017-06/1496413179.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión . (20 de 05 de 2021). *Diputados.* Obtenido de Ley General de Vida Silvestre: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión . (01 de 04 de 2024). *Diputados.* Obtenido de Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (31 de 10 de 2014). *Diputados.* Obtenido de Reglamento de la LGPGIR: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (31 de 10 de 2014). *Diputados .* Obtenido de Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (09 de 12 de 2020). *Diputados.* Obtenido de Reglamento de la LGDFS: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGDFS_091220.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (20 de 05 de 2021). *Diputados.* Obtenido de Ley General de Vida Silvestre: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_200521.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (08 de 05 de 2023). *Diputados.* Obtenido de Ley de Aguas Nacionales: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAN.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (08 de 05 de 2023). *Diputados.* Obtenido de Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (08 de 05 de 2023). *Diputados.* Obtenido de Ley de Minería: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LMin.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (01 de 04 de 2024). *Diputados.* Obtenido de Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable : https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2024 de 09 de 2024). *Diputados .* Obtenido de Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos : https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (01 de 04 de 2024). *Diputados .* Obtenido de Ley General de Cambio Climático: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf

CAMIMEX. (2024). *Situación de la minería en México en 2023.* CDMX: CAMIEX.

CITES. (s.f.). *CITES.* Obtenido de Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres: https://cites.org/esp/disc/what.php

CONABIO. (2000). *CONABIO*. Obtenido de Regiones terrestres prioritarias de México: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html

CONABIO. (2015). *CONABIO*. Obtenido de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves: https://avesmx.conabio.gob.mx/AICA.html

CONABIO. (2015). *CONABIO*. Obtenido de Regiones Hidrológicas Prioritarias: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/hidrologicas.html

CONANP. (2024). *SIMEC*. Obtenido de Numeralia ANP: https://simec.conanp.gob.mx/numeralia.php

CONANP. (s.f.). *CONANP*. Obtenido de Sierra de Órganos: https://descubreanp.conanp.gob.mx/es/conanp/ANP?suri=154

Gobierno de México. (16 de 02 de 2021). *Gobierno de México.* Obtenido de Agenda 21: https://www.gob.mx/semarnat/educacionambiental/documentos/agenda-21-264034

Gobierno de México. (04 de 10 de 2021). *Gobierno de México.* Obtenido de Acuerdo de Escazú: https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/el-acuerdo-de-escazu

Gobierno de México. (15 de Enero de 2025). *Gobierno de México.* Obtenido de Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/966672/pnd-completo-2025-2030.pdf

Gobierno de Zacatecas. (2022). *2022.* Obtenido de Plan Estatal de Desarrollo 2022 - 2027: https://see.zacatecas.gob.mx/assets/doc/ped/PED_2022-2027.pdf

Naciones Unidas. (s.f.). *Naciones Unidas.* Obtenido de Convenio sobre la Diversidad Biológica: https://www.un.org/es/observances/biodiversity-day/convention

Organización de las Naciones Unidas. (2005). *Orden jurídico.* Obtenido de Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, 16 de junio de 1972: http://www.ordenjuridico.gob.mx/TratInt/Derechos%20Humanos/INST%2005.pdf

Periódico Oficial del Gobierno de Zacatecas. (26 de 02 de 2025). *Zacatecas Gobierno del Estado.* Obtenido de Periódico Oficial del Gobierno de Zacatecas: https://sombrerete.gob.mx/contenidos/2025-03/1741892307.pdf

Secretaría de Gobernación . (12 de 07 de 2019). *DOF.* Obtenido de Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019#gsc.tab=0

Secretaría de Gobernación. (07 de 09 de 2012). *DOF*. Obtenido de Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5267334&fecha=07/09/2012#gsc.tab=0

SEMARNAT. (13 de 01 de 1995). *Orden jurídico* . Obtenido de NOM-080-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.: http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo68960.pdf

SEMARNAT. (13 de 09 de 2004). *DOF*. Obtenido de NOM-141-SEMARNAT-2003, Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales.: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=661988&fecha=13/09/2004#gsc.tab=0

SEMARNAT. (2005). *DOF*. Obtenido de NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.: https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/1055/SEMARNA/SEMARNA.htm

SEMARNAT. (10 de 06 de 2015). *DOF*. Obtenido de 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.: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5396063&fecha=10/06/2015#gsc.tab=0

SEMARNAT. (28 de 10 de 2016). *Blog de la SEMARNAT.* Obtenido de Carta Mundial de la Naturaleza: https://www.gob.mx/semarnat/articulos/carta-mundial-de-la-naturaleza#:~:text=Carta%20Mundial%20de%20la%20Naturaleza,Naturales%20%7C%20Gobierno%20%7C%20gob.mx

SEMARNAT. (18 de 0 de 2018). *DOF*. Obtenido de NOM-045-SEMARNAT-2017, Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5515481&fecha=08/03/2018#gsc.tab=0

SEMARNAT. (14 de 11 de 2019). *DOF*. Obtenido de MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, ex: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5578808&fecha=14/11/2019#gsc.tab=0

SEMARNAT. (07 de 07 de 2020). *DOF.* Obtenido de Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5596232&fecha=07/07/2020#gsc.tab=0

SEMARNAT. (21 de 02 de 2021). *Blog de la SEMARNAT.* Obtenido de Declaración de Río sobre Medio Ambiente: https://www.gob.mx/semarnat/educacionambiental/documentos/declaracion-de-rio-sobre-medio-ambiente

# CAPÍTULO IV.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

SIN TEXTO

## ÍNDICE

CAPÍTULO 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.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional ..... 2
IV.2.1 Medio abiótico ..... 2
IV.2.2 Medio biótico ..... 31
IV.2.3 Medio socioeconómico ..... 80
IV.3 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR ..... 83
IV.4 Diagnóstico ambiental ..... 108

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV. 1. Geología en el SAR. ..... 18
Tabla IV. 2. Edafología en el SAR. ..... 21
Tabla IV. 3. Erosión presente en el SAR. ..... 24
Tabla IV. 4. Características de la RH11. ..... 26
Tabla IV. 5. Rasgos característicos de la RH11Ae. ..... 26
Tabla IV. 6. Disponibilidad de aguas subterráneas ..... 30
Tabla IV. 7. Datos del viento en la estación Providencia, Sombrerete. ..... 30
Tabla IV. 8. Uso de suelo y vegetación del SAR. ..... 31
Tabla IV. 9. Composición florística del SAR. ..... 36
Tabla IV.10. Valor de importancia para el estrato arbóreo de BPQ. ..... 40
Tabla IV.11. Valor de importancia para el estrato arbustivo de BPQ. ..... 40
Tabla IV.12. Valor de importancia para el estrato herbáceo de BPQ. ..... 41
Tabla IV.13. Valor de importancia para el estrato arbóreo de BQP. ..... 42
Tabla IV. 14. Valor de importancia para el estrato arbustivo de BQP. ..... 43
Tabla IV. 15. Valor de importancia para el estrato cactáceo de BQP. ..... 44
Tabla IV. 16. Valor de importancia para el estrato herbáceo de BQP. ..... 45
Tabla IV. 17. Valor de importancia para el estrato arbóreo de VsaBQ. ..... 47
Tabla IV. 18. Valor de importancia para el estrato arbustivo de VsaBQ. ..... 48
Tabla IV. 19. Valor de importancia para el estrato cactáceo de VsaBQ. ..... 49
Tabla IV. 20. Valor de importancia para el estrato herbáceo de VsaBQ. ..... 49
Tabla IV. 21. Valor de importancia para el estrato arbóreo de VsaPN. ..... 50
Tabla IV. 22. Valor de importancia para el estrato arbustivo de VsaPN. ..... 51
Tabla IV. 23. Valor de importancia para el estrato herbáceo de VsaPN. ..... 51
Tabla IV. 24. Índice de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo de BPQ. ..... 53
Tabla IV. 25. Índice de Shannon-Wiener para el estrato arbustivo de BPQ. ..... 53

Tabla IV. 26. Índice de Shannon-Wiener para el estrato herbáceo de BPQ. ..... 54
Tabla IV. 27. Índice de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo de BQP..... 55
Tabla IV. 28. Índice de Shannon-Wiener para el estrato arbustivo de BQP..... 55
Tabla IV. 29. Índice de Shannon-Wiener para el estrato cactáceo de BQP..... 56
Tabla IV. 30. Índice de Shannon-Wiener para el estrato herbáceo de BQP. ..... 57
Tabla IV. 31. Índice de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo de VsaBQ. ..... 59
Tabla IV. 32. Índice de Shannon-Wiener para el estrato arbustivo de VsaBQ. ..... 59
Tabla IV. 33. Índice de Shannon-Wiener para el estrato cactáceo de VsaBQ. ..... 60
Tabla IV. 34. Índice de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo de VsaBQ. ..... 60
Tabla IV. 35. Índice de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo de VsaPN. ..... 61
Tabla IV. 36. Índice de Shannon-Wiener para el estrato arbustivo de VsaPN. ..... 61
Tabla IV. 37. Índice de Shannon-Wiener para el estrato herbáceo de VsaPN..... 62
Tabla IV. 38. Especies de aves registradas durante el muestreo en el SAR. ..... 65
Tabla IV. 39. Especies de mamíferos registradas durante el muestreo en el SAR. . 66
Tabla IV. 40. Especies de herpetofauna registradas durante el muestreo en el SAR.66
Tabla IV. 41. Especies registradas, endémicas y enlistadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. ..... 67
Tabla IV. 42. Abundancia de las especies de fauna silvestre dentro del SAR. ..... 70
Tabla IV. 43. Índice de diversidad de Shannon-Wiener en el (SAR). ..... 73
Tabla IV. 44. Índice de diversidad de Simpson en el (SAR)..... 76
Tabla IV. 45. Índice de diversidad de Margalef en el (SAR)..... 77
Tabla IV. 46. Población en localidades dentro del SAR. ..... 81
Tabla IV. 47. Tipos de suelo identificados en SAR. ..... 89
Tabla IV. 48. Erosión hídrica y eólica del área del proyecto..... 91
Tabla IV. 49. Comparativa de disponibilidad de agua subterránea en acuífero Hidalgo. ..... 93
Tabla IV. 50. Parámetros para calidad del aire ..... 95
Tabla IV. 51. Comparativa de NDVI para el periodo analizado. ..... 97
Tabla IV. 52. Análisis retrospectivo en el SAR en cuanto a superficie por tipo de vegetación. ..... 99
Tabla IV. 53. Análisis retrospectivo de uso de suelo en el SAR en cuanto a superficie. ..... 102
Tabla IV. 54. Ponderación de los componentes ambientales respecto a su relevancia en el SAR. ..... 109
Tabla IV. 55. Criterios y factores indicativos para el análisis de cada componente ambiental. ..... 110

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV. 1. Delimitación del Sistema Ambiental Regional. ..... 2
Figura IV. 2. Clima en el SAR. ..... 3
Figura IV. 3. Riesgo por presencia de ciclones tropicales en el SAR. ..... 4
Figura IV. 4. Índice de vulnerabilidad por sequía en el SAR. ..... 5
Figura IV. 5. Número de tornados por estado. ..... 6

Figura IV. 6. Riesgo por nevadas en el SAR. ..... 7
Figura IV. 7. Zonificación eólica en el SAR. ..... 8
Figura IV. 8. Sistema de topoformas en el SAR. ..... 9
Figura IV. 9. Modelo digital de elevaciones para el SAR. ..... 10
Figura IV. 10. Pendientes en el SAR. ..... 11
Figura IV. 11. Fallas y fracturas cercanas al SAR. ..... 12
Figura IV. 12. Zona de regionalización sísmica correspondiente al SAR..... 13
Figura IV. 13. Regiones potenciales de deslizamiento cercanas al SAR..... 14
Figura IV. 14. Susceptibilidad a inestabilidad de laderas en el SAR. ..... 15
Figura IV. 15. Índice de vulnerabilidad de inundación en el SAR. ..... 16
Figura IV. 16 Ubicación del SAR respecto a los volcanes identificados. ..... 17
Figura IV. 17 . Geología presente en el SAR. ..... 18
Figura IV. 18. Edafología presente en el SAR. ..... 21
Figura IV. 19. Erosión de suelo presente en el SAR..... 24
Figura IV. 20. Hidrografía del SAR..... 25
Figura IV. 21. Red hidrográfica presente en el SAR. ..... 27
Figura IV. 22. Unidad geohidrológica presente en el SAR. ..... 28
Figura IV. 23. Acuíferos a los que pertenece el SAR..... 29
Figura IV. 24. Dirección del viento. ..... 30
Figura IV. 25. Distribución de la frecuencia de las clases de viento. ..... 31
Figura IV. 26. Tipos de uso de suelo y vegetación en el SAR..... 34
Figura IV. 27. Puntos de muestreo realizados por tipos de uso de suelo y vegetación en el SAR. ..... 35
Figura IV. 28. Localidades dentro del SAR. ..... 81
Figura IV. 29. Delimitación del Área de Influencia Directa e Indirecta. ..... 84
Figura IV. 30. Análisis retrospectivo respecto a la temperatura. ..... 86
Figura IV. 31. Análisis retrospectivo respecto a la precipitación..... 87
Figura IV. 32. Análisis retrospectivo respecto a la geomorfología del SAR. ..... 88
Figura IV. 33. Análisis retrospectivo respecto de la red hidrográfica del SAR. ..... 92
Figura IV. 34. Comparativa del NDVI para el SAR. ..... 97
Figura IV. 35. Análisis retrospectivo respecto de vegetación en el SAR. ..... 98
Figura IV. 36. Análisis retrospectivo del uso de suelo en el SAR. ..... 102
Figura IV. 37. Análisis retrospectivo de la población para el SAR. ..... 103
Figura IV. 38. Comparativa de la población económicamente activa e inactiva en la localidad de San Martín..... 104
Figura IV. 39. Visibilidad del proyecto con respecto al área de influencia y el SAR.106
Figura IV. 40. Fragilidad del SAR. ..... 107
Figura IV. 41. Vulnerabilidad del paisaje en el SAR. ..... 108
Figura IV. 42. Relación entre Sistema Ambiental Regional, Área de Influencia y Proyecto. ..... 113

# CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

## IV.1 Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto

El Sistema Ambiental Regional (**SAR**) se define como la unidad territorial cuyos componentes bióticos y abióticos, serán afectados tanto directa como indirectamente, por las obras y actividades del proyecto, en términos del alcance máximo de los impactos ambientales significativos sobre la flora y la fauna silvestres, el agua, el suelo o la atmósfera. Su delimitación corresponde a políticas ambientales establecidas, como es el caso de los ordenamientos ecológicos territoriales o bien a delimitaciones físicas topográficas, hidrológicas o relacionadas con el uso de suelo y vegetación presentes en el sitio (SHCP, Gobierno de Yucatán, ZEE, 2016).

La importancia de definir dicha región es que, permite tener un contexto de la zona en donde se instalará un proyecto; y de esta manera se facilita la comprensión del entorno cercano a la ubicación de este. Además de ello, mediante el uso de información documental, cartografía, trabajo de campo y diversos análisis se pueden demostrar todas las características físicas, biológicas y sociales de las inmediaciones del proyecto, lo que ayudará a conocer las posibles afectaciones que este podría presentar y a su vez, definir qué acciones tomar y dónde aplicarlas para que los impactos sean minimizados.

Otro aspecto importante de delimitar el SAR consiste en ayudar a diseñar los trabajos de campo que deben de realizarse para obtener información de primera mano sobre las principales características ambientales del sitio; su biodiversidad y el estatus de protección ambiental para las especies presentes, aspectos que deberán considerarse en la propuesta de acciones de prevención, mitigación y protección durante las fases de desarrollo de los proyectos (Augusto, Oswaldo, Augusto, & Rafael, s.f.).

De esta manera, todos los diversos insumos que se empleen para acotar un sistema ambiental robustecerán la delimitación de la región donde se ubicará el proyecto, por lo que la inclusión de las unidades de paisaje como uno de los principales elementos para delimitar el sistema engloba en gran medida los componentes citados en las guías de la autoridad ambiental, ya que estas tienen origen en el tipo de suelo, de roca, de clima, de relieve y de vegetación del sitio del proyecto y sus inmediaciones. Además de esto, tomar en cuenta instrumentos jurídicos cómo leyes, reglamentos, bandos, limites administrativos o incluso limites artificiales como las carreteras ya que estas fragmentan el ecosistema, causando la pérdida de la biodiversidad (Forman R. , 1995).

Para el proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras asociadas” se delimitó el SAR conforme a los siguientes aspectos:

- **Límite Norte:** Carretera estatal 24.
- **Límite Este:** Área de escurrimiento definida por el SIATL.
- **Límite Sur:** Subcuenca RH11Ae R. Poanas.
- **Límite Oeste:** Carretera estatal 24 y localidad San Martín.

La superficie delimitada abarca un área de 998.990 ha y se presenta en la Figura IV.1.

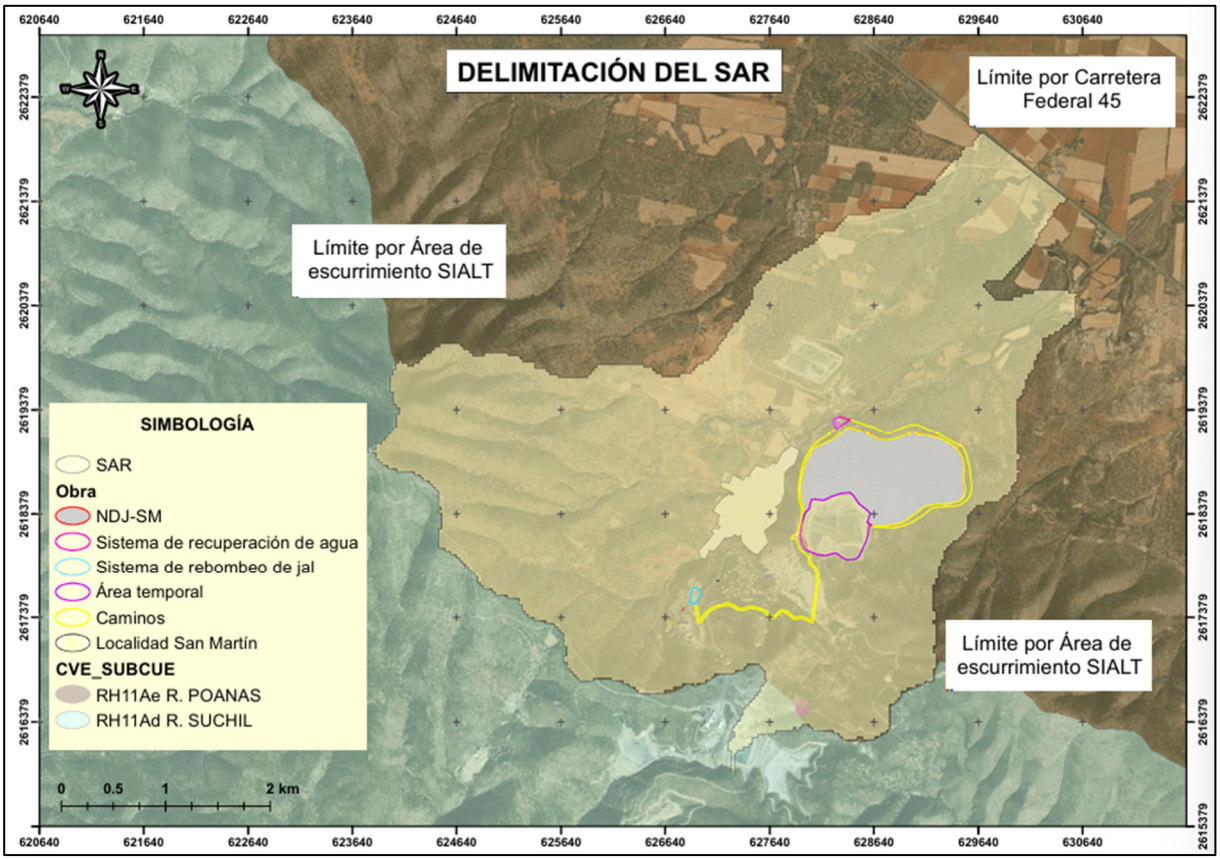



*Figura IV. 1. Delimitación del Sistema Ambiental Regional.*

## IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional

### IV.2.1 Medio abiótico

#### IV.2.1.1 Clima y fenómenos meteorológicos

***Clima***

La clasificación de las unidades climáticas en México se basa en los estudios desarrollados por Enriqueta García, quien realizó una serie de ajustes al sistema de clasificación climática de Koppen (1936) conforme a las condiciones particulares de la República Mexicana (UNAM, 2017).

En ese sentido, la unidad climática que se presenta en el área del SAR y en las obras que conforma al proyecto corresponde la clave ***C(w0)***, el cual es un clima templado subhúmedo con lluvias en verano y porcentaje de precipitación invernal entre 5 y 10.2; pertenece al tipo de clima menos húmedo de los templados subhúmedos.

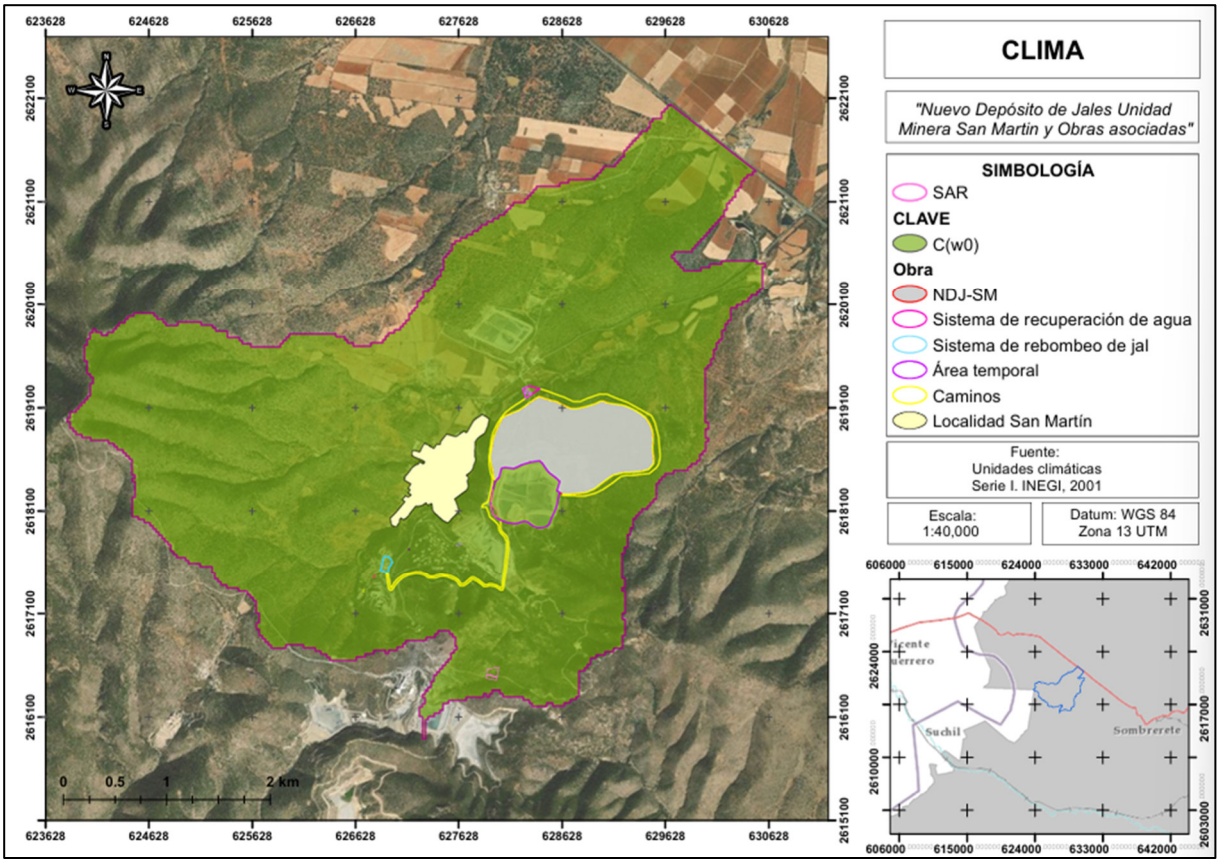



*Figura IV. 2. Clima en el SAR.*

## *Fenómenos meteorológicos*

### Ciclones tropicales

Un ciclón tropical es un sistema giratorio, organizado por nubes y tormentas que se origina sobre aguas tropicales o subtropicales y tiene un centro de circulación cerrado en los niveles bajos de la atmósfera. Los ciclones tropicales rotan en contra de las manecillas del reloj en el hemisferio norte. Estos son clasificados como: depresión tropical (33 nudos), tormenta tropical (34 a 63 nudos), huracán (64 nudos) e huracán intenso (96 nudos) (NOAA, 2013).

Tal como se observa en la Figura IV.3, el riesgo por presencia de ciclones tropicales en el SAR es determinado como ***bajo.***

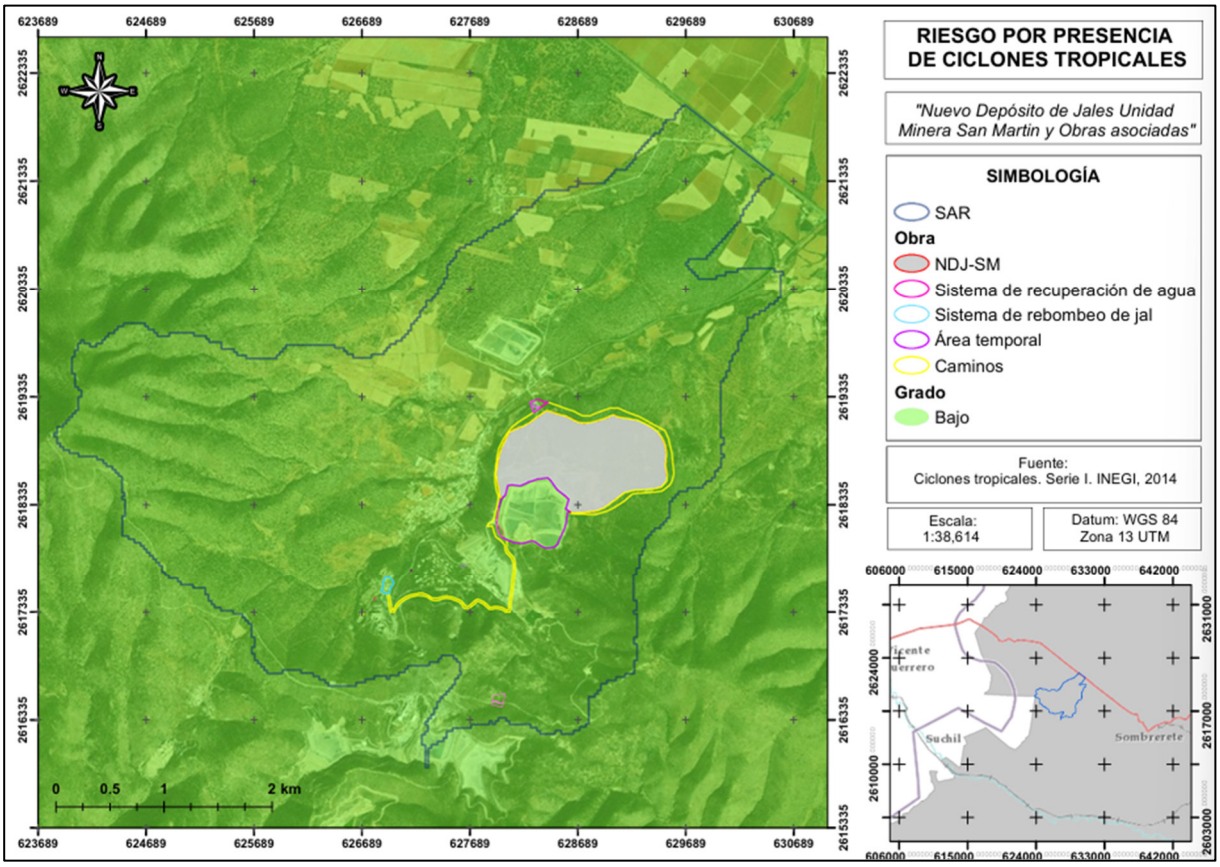



*Figura IV. 3. Riesgo por presencia de ciclones tropicales en el SAR.*

### Sequía

La sequía supone una anomalía transitoria, más o menos prolongada, caracterizada por un periodo de tiempo con valores de las precipitaciones inferiores a los normales en el área. La causa inicial de toda sequía es la escasez de precipitaciones (sequía meteorológica) lo que deriva en una insuficiencia de recursos hídricos (sequía hidrológica) necesarios para abastecer la demanda existente (Gobierno de España, s.f.).

El grado de vulnerabilidad por sequía para el SAR es clasificado como bajo, tal y como se presenta en la Figura IV.4.

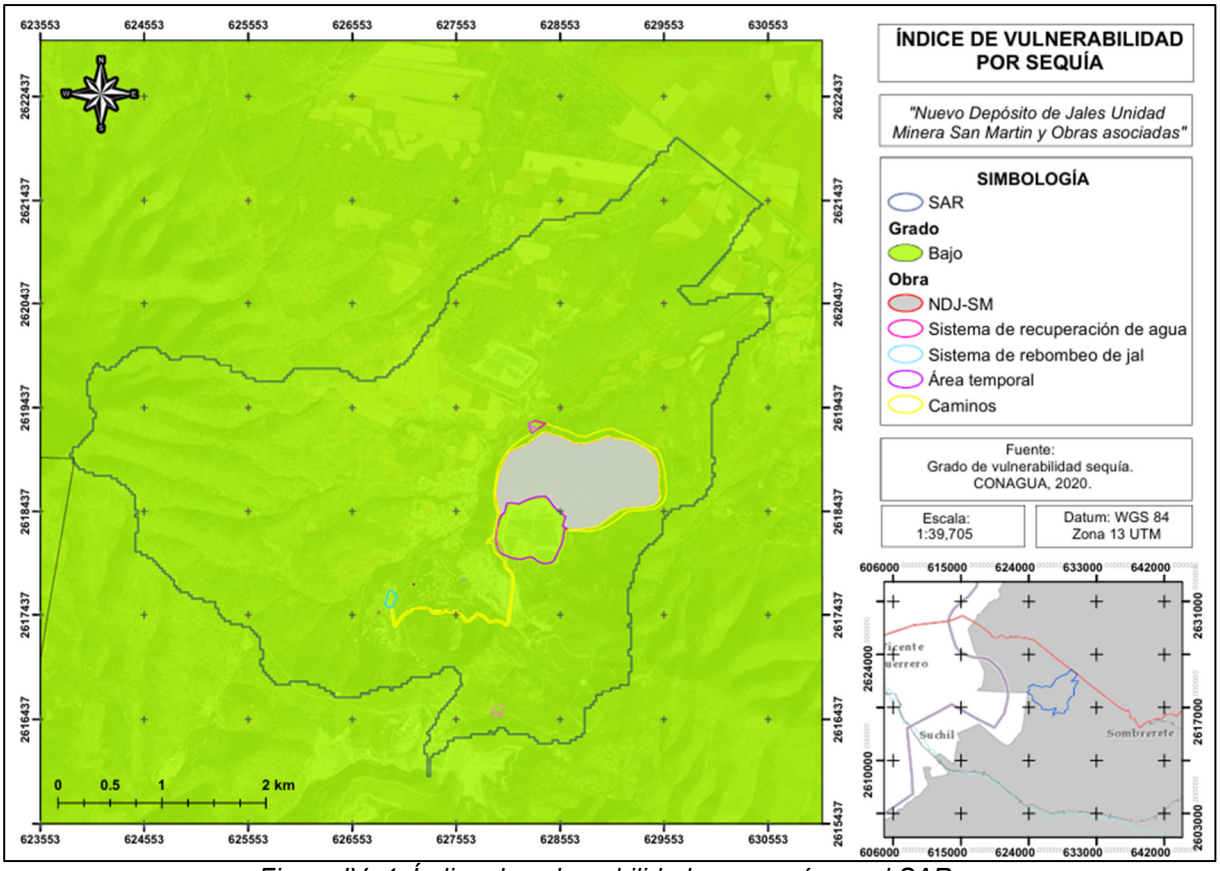



*Figura IV. 4. Índice de vulnerabilidad por sequía en el SAR.*

**Tornados**

De acuerdo con el reporte electrónico de la Comisión Interinstitucional para el Análisis de Tornados y Tormentas Severas, el estado de Zacatecas en donde se ubica el SAR ha reportado únicamente de ***1 a 2*** tornados en los años del 2000 a 2012. Por lo cual, se puede decir que el área del SAR no está exento a este tipo de fenómeno, aunque con muy baja incidencia.

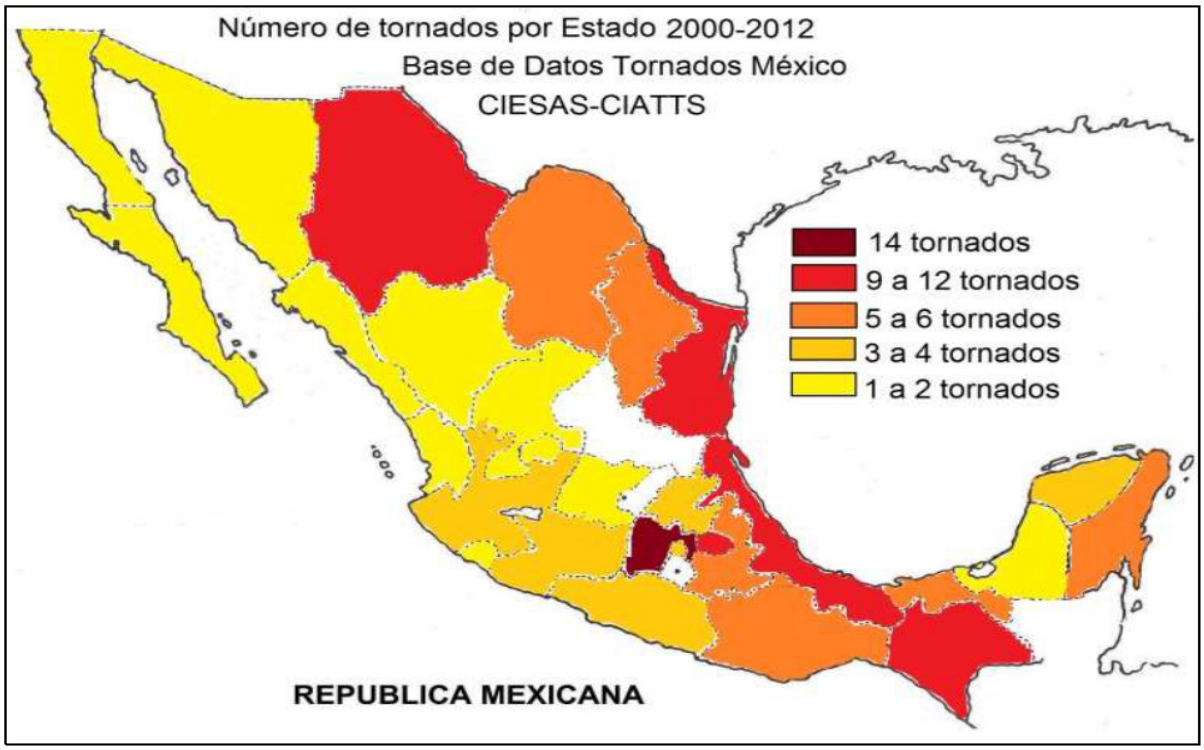



*Figura IV. 5. Número de tornados por estado.*

**Nevadas**

La nieve es resultado de un fenómeno meteorológico que consiste en la caída de pequeños cristales de hielo, adoptando formas geométricas y agrupándose en copos. Es vapor de agua expuesta a una alta deposición en la atmósfera, a una temperatura menor de 0 °C y que posteriormente cae sobre la tierra. Las nevadas se clasifican en: débil, moderada, fuerte y severa, según el espesor de la nieve por hora y visibilidad (SIAP, 2019).

Para el caso de la región donde se ubica el SAR, se ha identificado un riesgo considerado como ***alto*** para el fenómeno nevada.

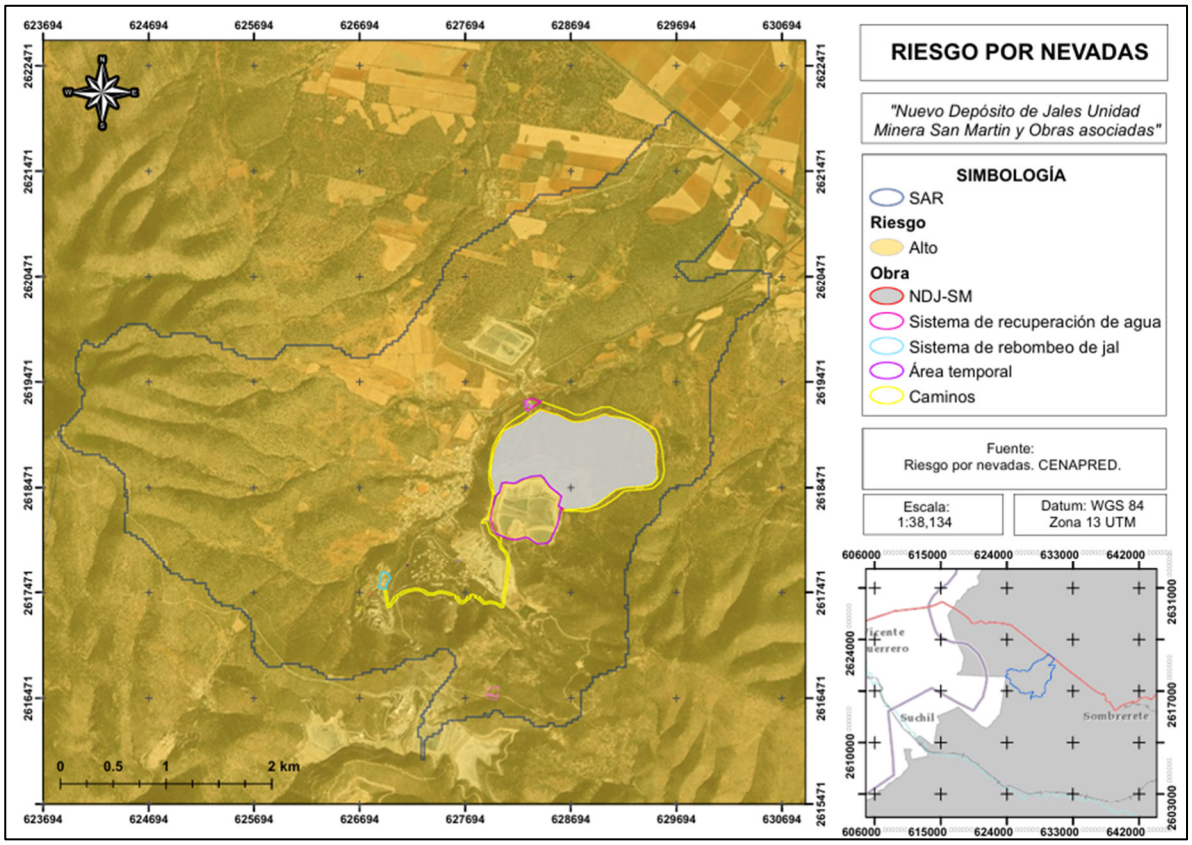



*Figura IV. 6. Riesgo por nevadas en el SAR.*

### Zonificación eólica

La zonificación es una herramienta que permite identificar las áreas del territorio nacional que presentan mayores condicionantes ambientales para la implantación de proyectos de energías renovables como la solar y la eólica, mediante un modelo territorial que agrupe los principales factores ambientales, cuyo resultado es una zonificación ambiental del territorio (MITECO, s.f.).

Para el caso de la República Mexicana, la zonificación de vientos se basa en un mapa de intensidades de viento elaborado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Específicamente para la región en donde se ubica el SAR se ha identificado una intensidad de viento en un rango entre ***8.39 y 14.13 km/h***, tal y como se presenta en la Figura IV.7.

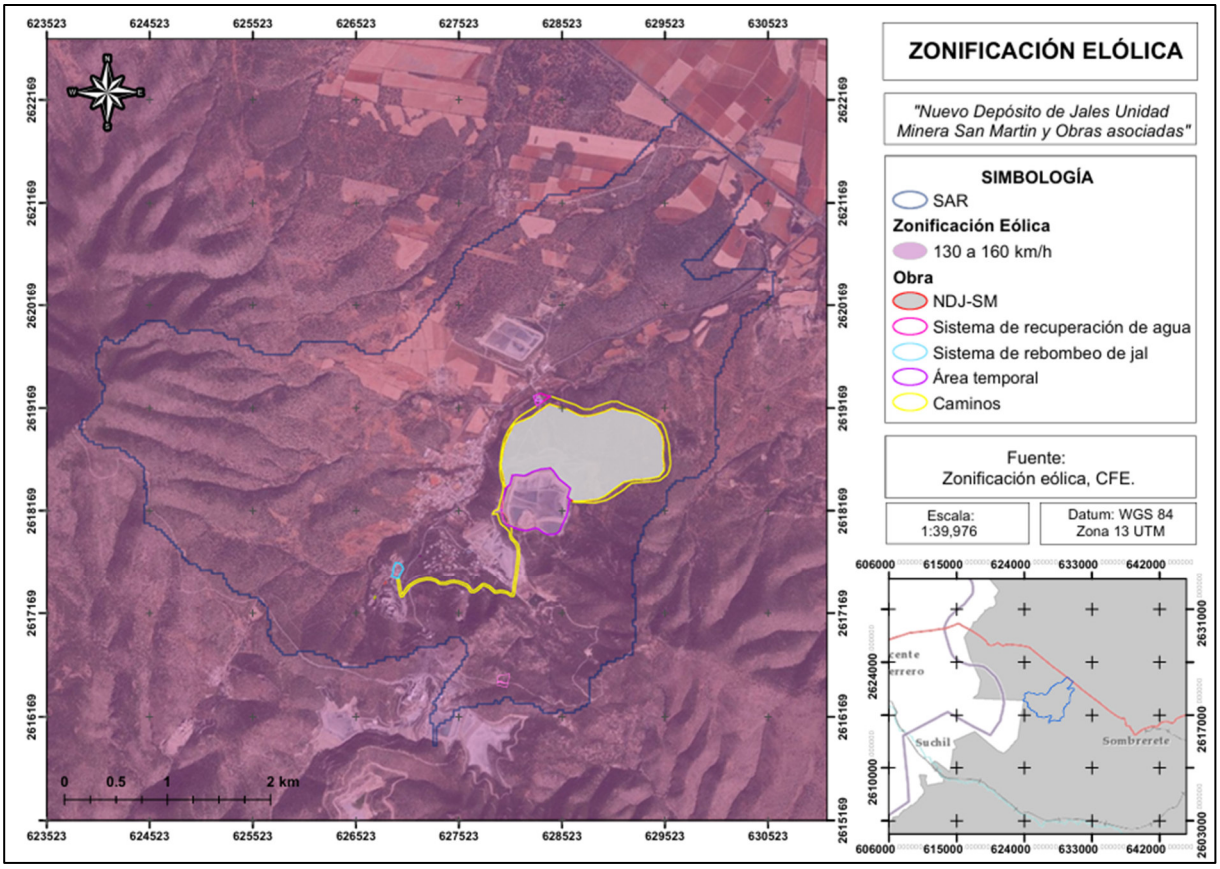



*Figura IV. 7. Zonificación eólica en el SAR.*

### IV.2.1.2 Geomorfología

***Sistema de topoformas***

El sistema de topoformas es un conjunto de formas del terreno asociadas según algún patrón o patrones estructurales y/o degradativos (INEGI, s.f.).

Dentro del SAR se identifican los sistemas de topoformas de tipo ***sierra alta*** (98.29%) y ***valle con lomerío*** (1.71%), como se presenta en la Figura siguiente.

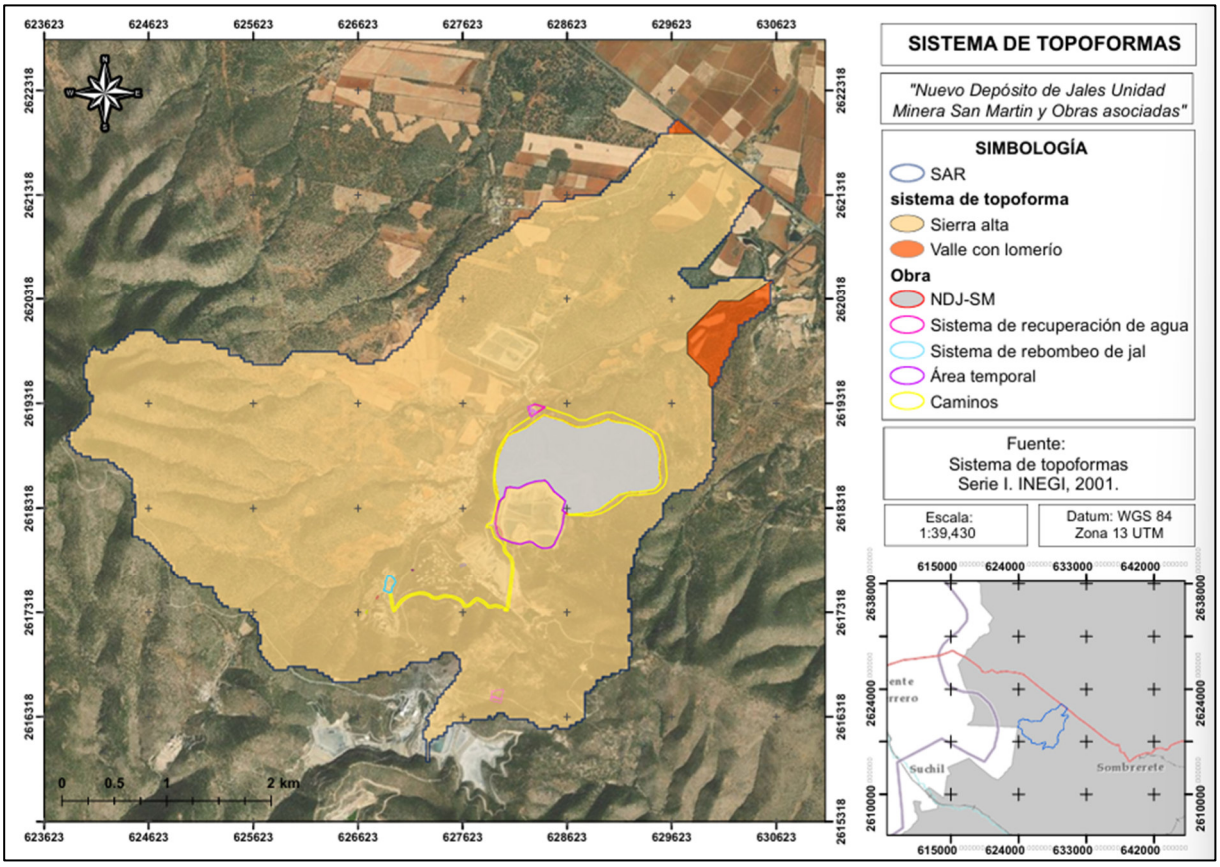



*Figura IV. 8. Sistema de topoformas en el SAR.*

***Relieve***

La *topografía* es la técnica que mide la superficie de la tierra y sus accidentes, y los representa en cartas y planos. Tales accidentes pueden ser *naturales* como planicies, colinas, montañas, cursos de agua, formaciones rocosas o bosques; o pueden ser objetos *creados por el hombre* como caminos, rutas, edificios, ciudades o estanques. Una carta topográfica también puede indicar el *declive* de un terreno. Efectivamente, puede señalar los puntos donde el nivel es más alto y aquellos donde es más bajo, pero también la pendiente del terreno entre esos mismos puntos (FAO, s.f.)

El relieve se representa mediante curvas de nivel. Estas curvas son la traza entre un plano horizontal y el relieve proyectadas en un solo plano horizontal: el mapa a escala. Los mapas, salvo indicación contraria tienen el N hacia su parte superior (Caballero, 2016).

Respecto a lo anterior, la Figura IV.9 presenta el modelo digital de elevaciones donde se observa que las elevaciones del SAR van desde 2,418 m en su punto más bajo hasta 3,107 m de altura en su punto más alto.

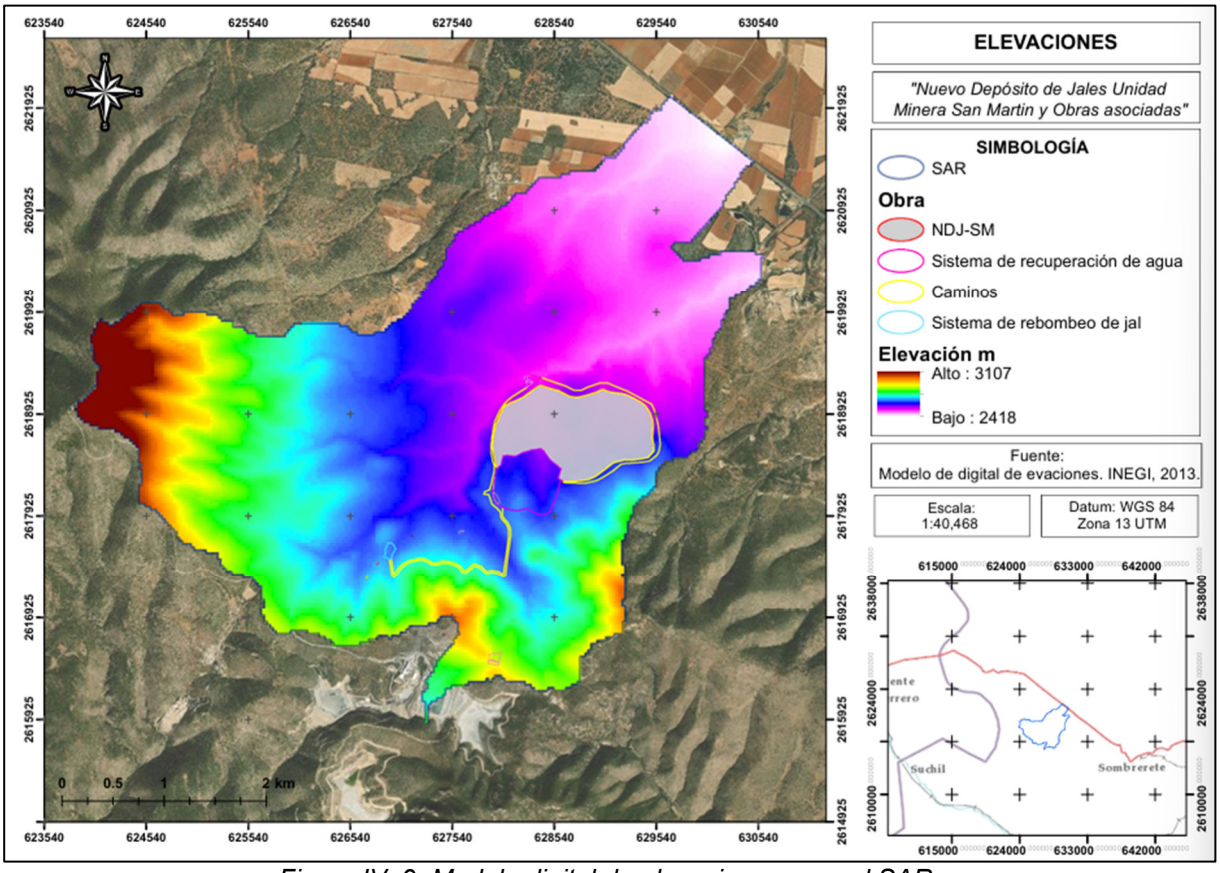



*Figura IV. 9. Modelo digital de elevaciones para el SAR.*

***Pendiente***

En topografía, la pendiente es un concepto que permite medir el grado de inclinación del terreno, es decir, es el ángulo existente entre la superficie del terreno y la horizontal.

Para el caso del SAR, la pendiente máxima es de ***97.83 %***, como se aprecia en la siguiente Figura. Por lo que en el SAR se presenta desde un terreno a nivel hasta fuertemente escarpado. Sin embargo, los rangos que mayormente prevalecen son de 5.1 a 15 y de 15.1 a 30%, en donde el terreno es considerado suave y moderado respectivamente.

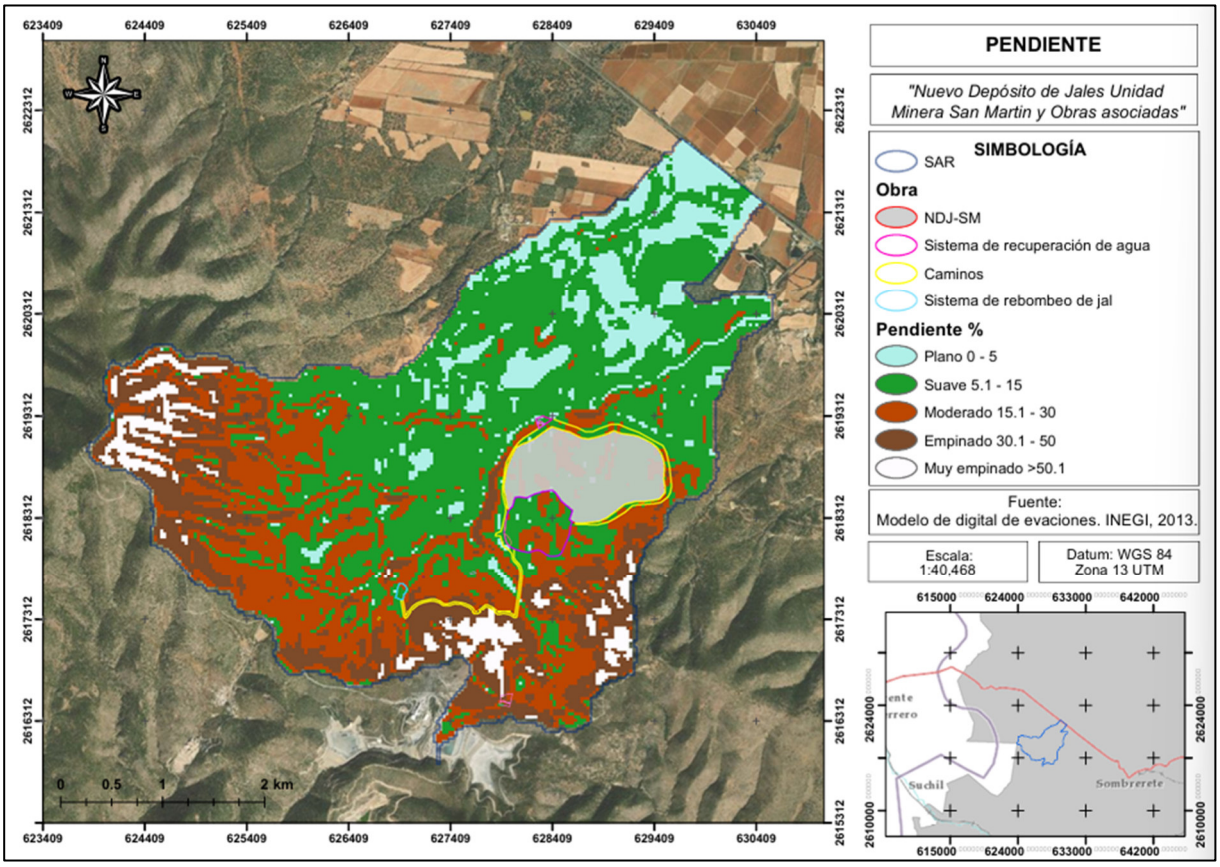



*Figura IV. 10. Pendientes en el SAR.*

### *Fallas y zonas de fractura*

Una falla es una fractura a lo largo de la cual la roca en un lado ha sido desplazada con respecto a la roca del otro lado. Una fractura es un plano de discontinuidad de una masa rocosa o de material poco consolidado que se observa en la superficie como una línea con una abertura con un ancho de milímetros o varios decímetros (IMPLAN, 2020).

Las fallas y las fracturas por sí mismas no son detonadores de desastres; sin embargo, pueden acelerar los procesos que ocasionan afectaciones en la infraestructura. El conjunto de fracturas implica una debilidad de la roca o material no consolidado que favorece los deslizamientos, los derrumbes o caída de bloque y en ocasiones los flujos, que pueden afectar una zona urbana, por otra parte, los diaclasamientos (fisuras de dimensiones reducidas) y fracturamientos permiten un mayor intemperismo físico y químico sobre la roca (IMPLAN, 2020).

En ese sentido, no se localizan fallas o fracturas dentro del SAR. La falla más cercana al SAR se localiza a 32.81 km lineales y es de tipo Normal con dirección Noroeste-Sureste. En la Figura IV.11 se visualiza la falla descrita.

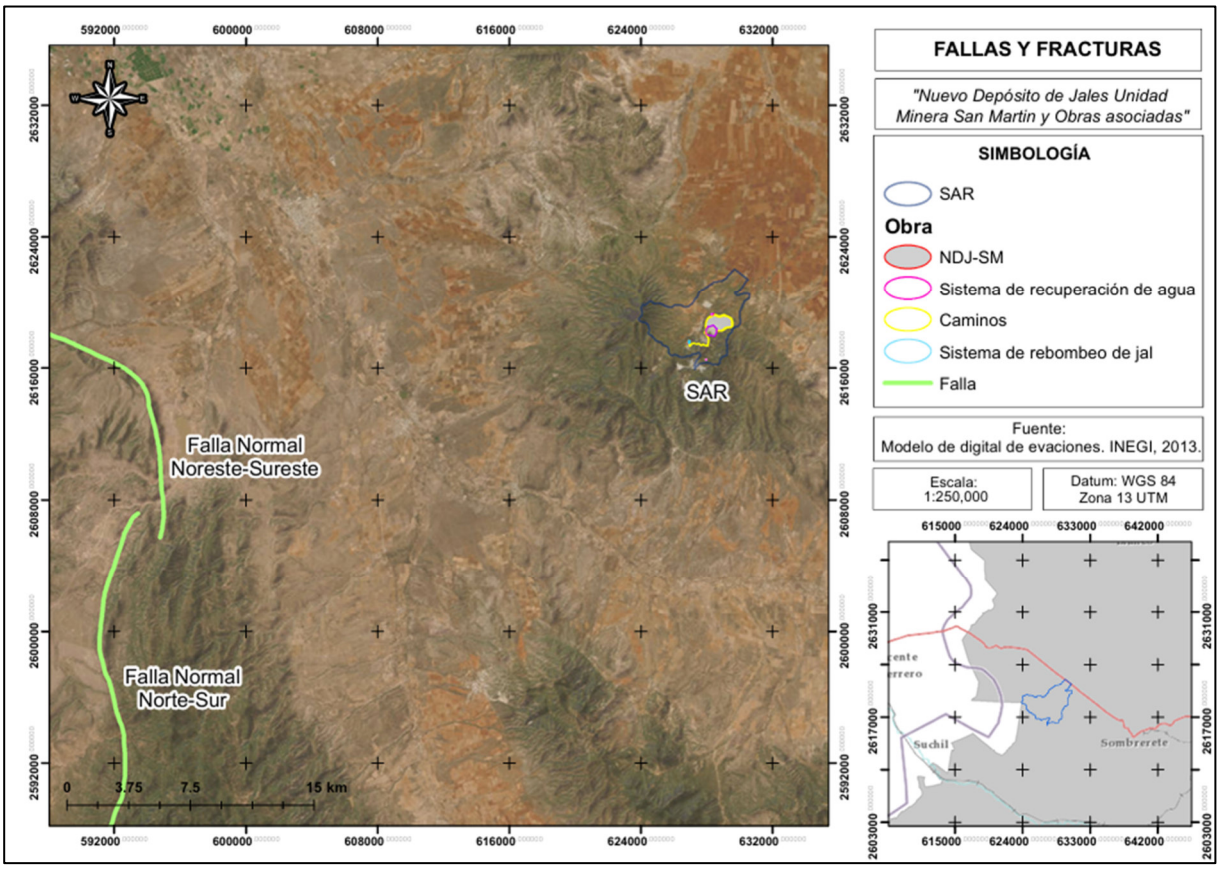



*Figura IV. 11. Fallas y fracturas cercanas al SAR.*

***Susceptibilidad de la zona a sismicidad***

Un sismo es un rompimiento repentino de las rocas en el interior de la Tierra. Esta liberación repentina de energía se propaga en forma de ondas que provocan el movimiento del terreno (SSN, s.f.).

El territorio mexicano está clasificado según el peligro sísmico de acuerdo con el Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) Capítulo Diseño por Sismo, el cual se ha delimitado en cuatro zonas: A, B, C y D, cuyo peligro es de menor a mayor. Básicamente se determinaron en función de la sismicidad propia de cada región. A esta clasificación se le conoce como regionalización sísmica y tiene como objetivo principal, proporcionar la información necesaria para fijar los requisitos mínimos que deben seguir los proyectistas, diseñadores y constructores en las edificaciones y otras obras civiles de tal manera que éstas resulten suficientemente seguras ante los efectos producidos por un sismo, que sin embargo, esta regionalización es aplicable a estructuras construidas en terreno firme; no se toma en cuenta el fenómeno de amplificación del movimiento sísmico por efecto de suelos blandos (CENAPRED, 2020).

En este sentido, en la Figura IV.12 se observa la ubicación del SAR respecto a la regionalización sísmica, donde se identifica que se ubica en la ***Zona A***. La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores (CENAPRED, 2020).

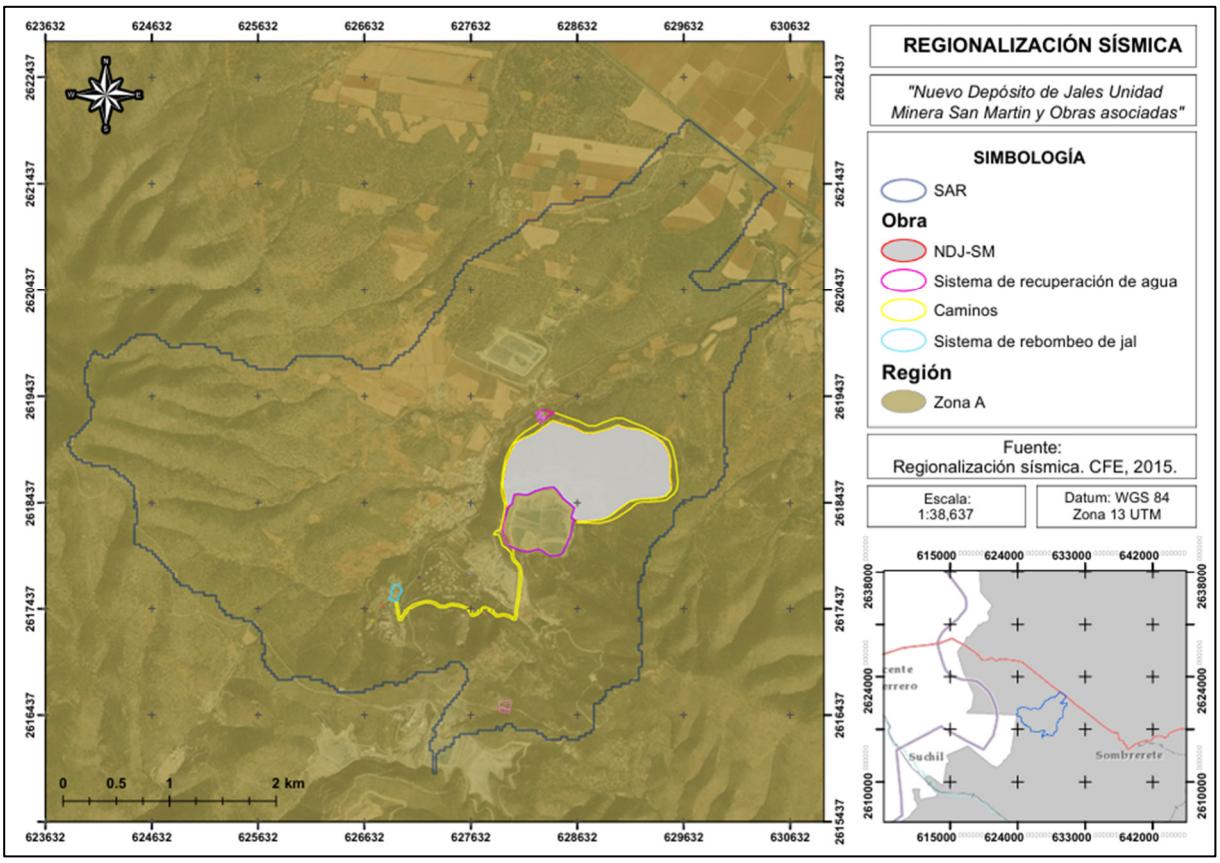



*Figura IV. 12. Zona de regionalización sísmica correspondiente al SAR.*

***Deslizamientos***

La ocurrencia de los deslizamientos es el producto de las condiciones geológicas, hidrológicas y geomorfológicas, y la modificación de éstas por procesos geodinámicas, vegetación, uso de la tierra y actividades humanas, así como la frecuencia e intensidad de las precipitaciones y la sismicidad (CENAPRED).

La presencia de deslizamientos es un fenómeno sujeto a muchos grados de incertidumbre ya que éstos incluyen diferentes tipos de movimientos, velocidades, modos de falla, materiales, restricciones geológicas, etc. De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos, el estado de Zacatecas no cuenta con laderas susceptibles a deslizamiento, tal como se observa en la Figura siguiente. Cabe mencionar que la Región más cercana al SAR es Golfo Cal – Chih – Durango, la cual se encuentra a 108.47 km lineales.

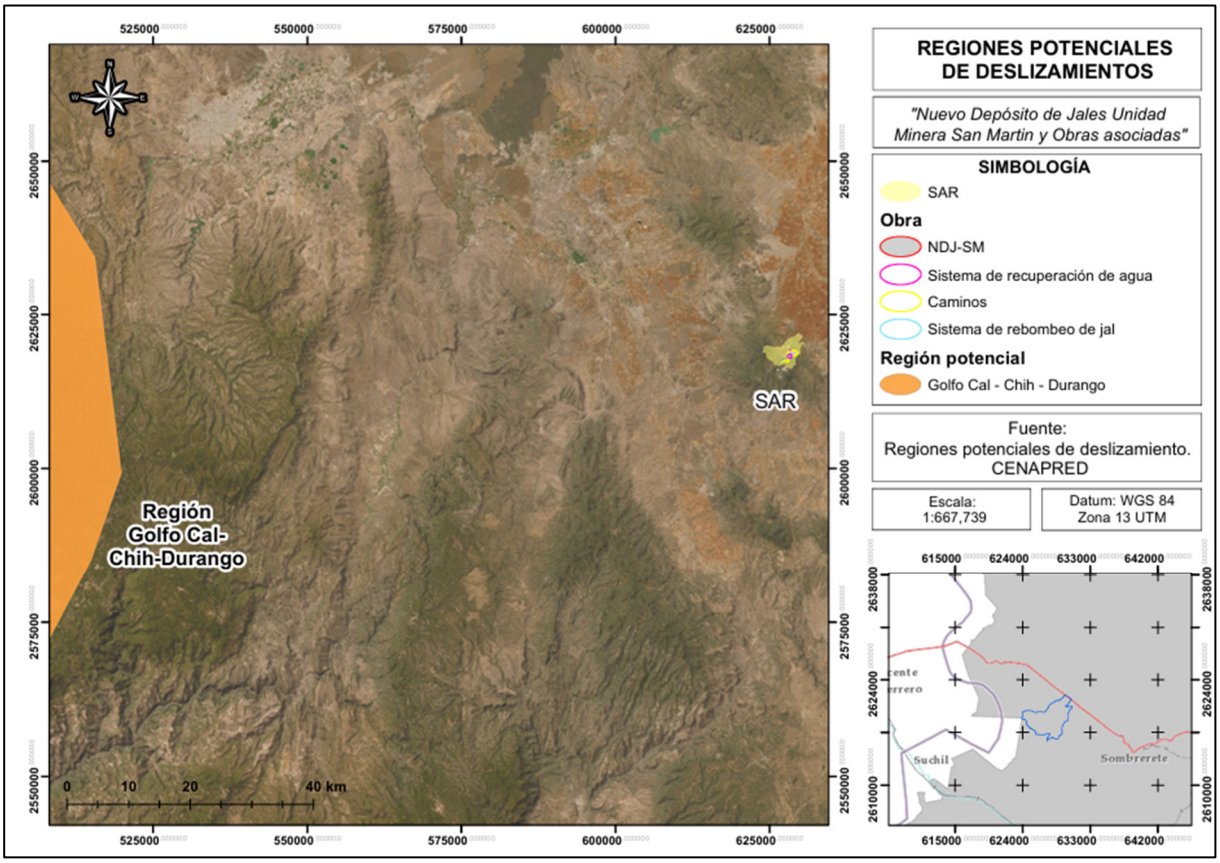



*Figura IV. 13. Regiones potenciales de deslizamiento cercanas al SAR.*

***Susceptibilidad por inestabilidad de laderas***

La inestabilidad de laderas, también conocida como proceso de remoción de masa, se puede definir como la pérdida de la capacidad del terreno natural para auto sustentarse, lo que deriva en reacomodos y colapsos. Se presenta en zonas montañosas donde la superficie del terreno adquiere diversos grados de inclinación. Los principales tipos de inestabilidad de laderas son: caídos, deslizamientos y flujos (CENAPRED, 2020).

De entre los fenómenos geológicos, los deslizamientos de laderas son los más frecuentes en el país y su tasa de mayor ocurrencia es en la temporada de lluvias. Aunque también pueden ocurrir durante sismos intensos, erupciones volcánicas y por actividades humanas como cortes, colocación de sobrecargas (viviendas, edificios, materiales de construcción, etc.), escurrimientos, filtraciones de agua, excavaciones, etc. (CENAPRED, 2020).

Para el caso específico del SAR, la Figura IV.14 presenta la susceptibilidad que presenta el sitio para el fenómeno geológico de laderas, en donde se puede observar que la mayor parte se encuentra en una ***susceptibilidad media***, seguido de muy bajo y alto.

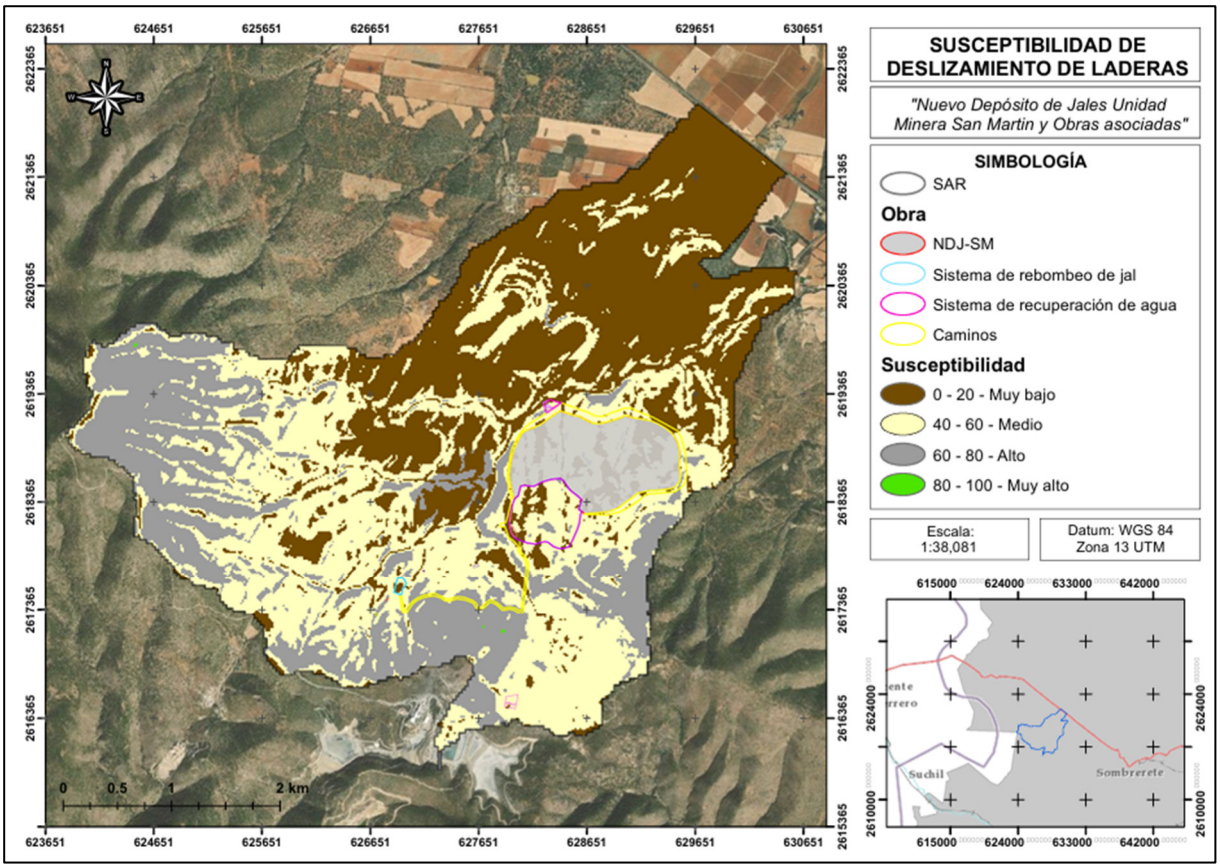



*Figura IV. 14. Susceptibilidad a inestabilidad de laderas en el SAR.*

***Inundaciones***

Una inundación es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de esta, por desbordamiento de ríos, torrentes o ramblas, por lluvias torrenciales, deshielo, por subida de las mareas por encima del nivel habitual, por maremotos, huracanes, entre otros. Las inundaciones fluviales son procesos naturales que se han producido periódicamente y que han sido la causa de la formación de las llanuras en los valles de los ríos, tierras fértiles, vegas y riberas, donde tradicionalmente se ha desarrollado la agricultura (Sánchez, s.f.).

En la Figura IV.15 se presenta el índice de vulnerabilidad por inundaciones y se observa que el SAR se ubica en una vulnerabilidad ***alta*** y de manera imperceptible presenta un índice de vulnerabilidad ***media.***

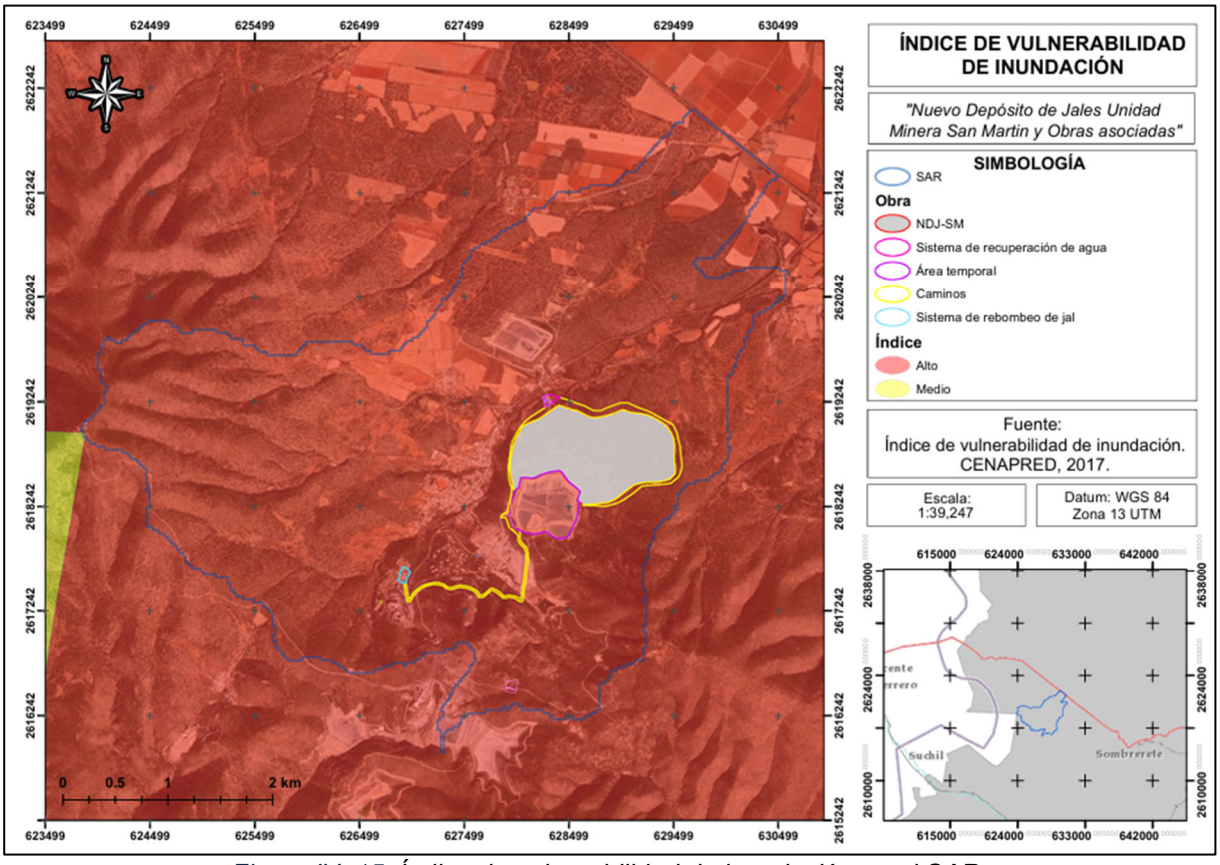



*Figura IV. 15. Índice de vulnerabilidad de inundación en el SAR.*

***Movimientos de tierra y posible actividad volcánica***

Un volcán es básicamente una abertura o grieta en la corteza terrestre conectada a una cámara magmática y por la cual los materiales incandescentes en forma magma (lava, gas y líquidos a altas temperaturas) del interior de un planeta emergen y se acumulan en la superficie de este (Rodríguez, 2023).

México es un país de volcanes. Se han llegado a contar un poco más de 2000 en el territorio mexicano. La mayoría de estos volcanes ya no son activos y no representan peligro. Un volcán se considera activo cuando ha desarrollado algún tipo de actividad eruptiva en tiempos geológicamente recientes o históricos. Un intervalo de tiempo comúnmente aceptado es 10,000 años (Gobierno de México, 2021). En la Figura siguiente se puede observar que zona en la que se ubica el SAR, no se identifica algún volcán activo.

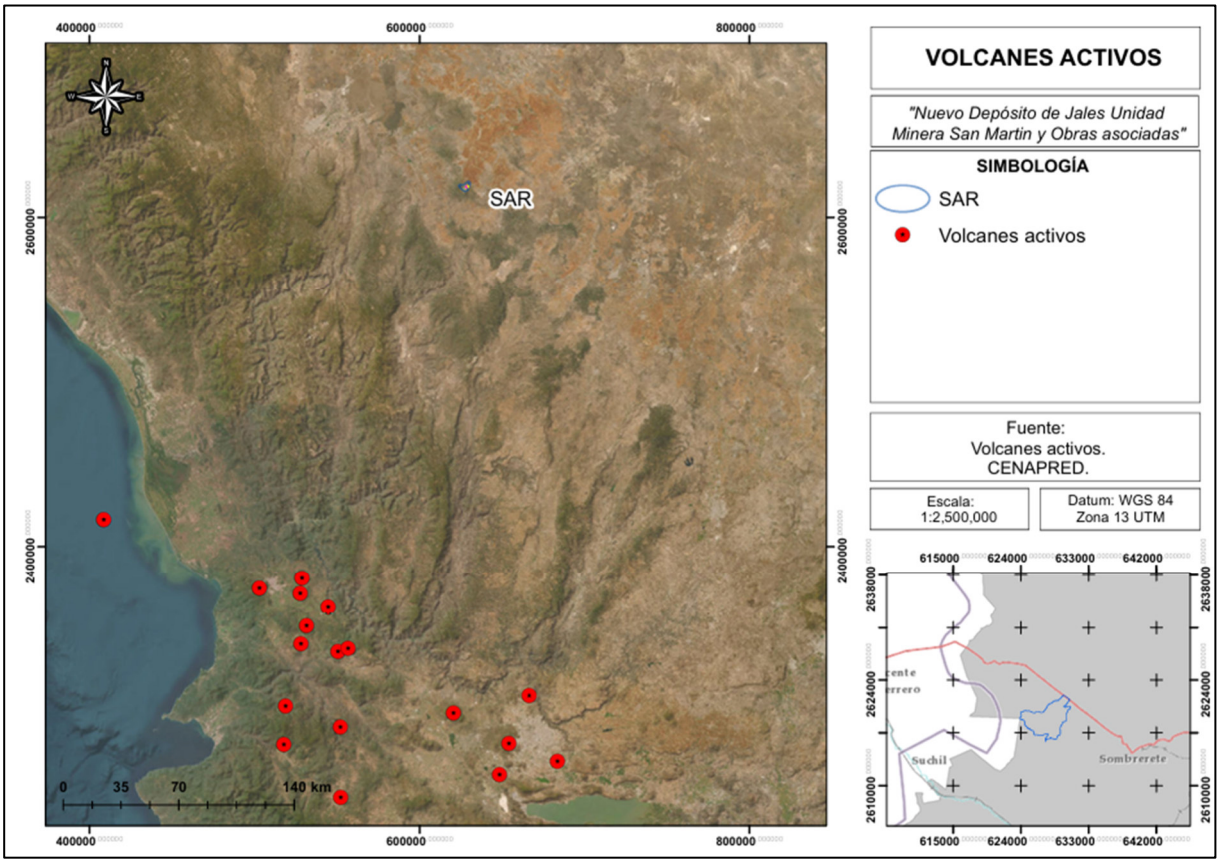



*Figura IV. 16. Ubicación del SAR respecto a los volcanes identificados.*

### *IV.2.1.3 Suelo*

### *Geología*

La palabra geología deriva del griego "*geo*" que significa tierra, y "*logos*" tratado o conocimiento, por lo tanto, se define como la ciencia de la tierra y tiene por objeto entender la evolución del planeta y sus habitantes, desde los tiempos más antiguos hasta la actualidad mediante el análisis de las rocas (SGM, 2015).

Para el caso del SAR, la geología que se presenta es de tipo ***Caliza – Lutita, Conglomerado Granito*** y ***Riolita – Toba ácida***, tal como se presenta en la Figura IV.17.

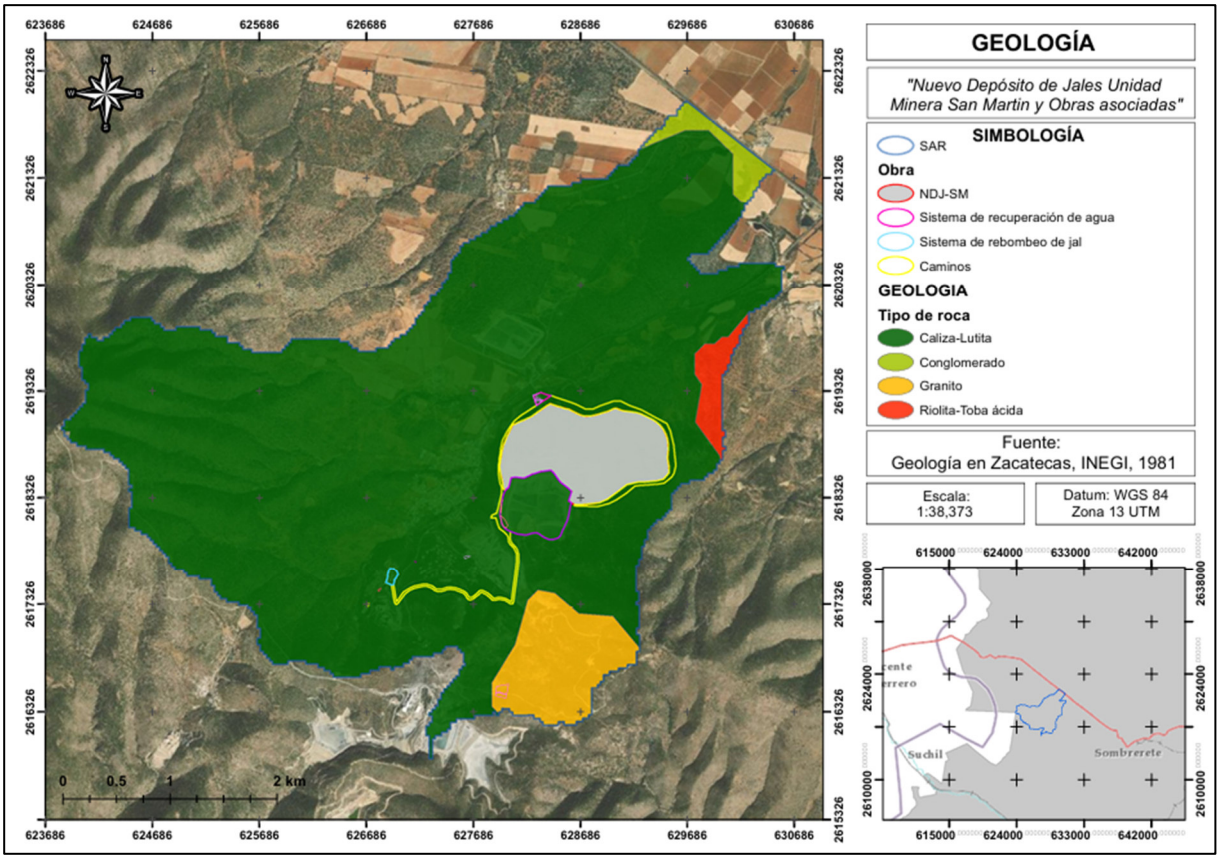



*Figura IV. 17 . Geología presente en el SAR.*

En la Tabla siguiente se presentan las características particulares que presenta cada tipo de roca identificado en el SAR.

*Tabla IV. 1. Geología en el SAR.*

| Clave | Entidad | Clase | Tipo | Era | Sistema | Superficie (ha) | Superficie (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ks(cz-lu) | Unidad Cronoestratigrafica | Sedimentaria | *Caliza - Lutita* | Mesozoico | Cretácito | 1884.09 | 92.20 |
| Tom(R-Ta) | Unidad Cronoestratigrafica | Ígnea extrusiva | *Riolita – Toba ácida* | Cenozoico | Terciario | 27.05 | 1.32 |
| T(Gr) | Unidad Cronoestratigrafica | Ígnea intrusiva | *Granito* | Cenozoico | Terciario | 106.50 | 5.21 |
| Ts (Cg) | Unidad Litoestratigráfica | Sedimentaria | *Conglomerado* | Cenozoico | Terciario | 25.84 | 1.26 |
| | | | | | Total | 2043.48 | 100 |

Conforme al Mapa Digital del INEGI, los tipos de geología identificada se definen de la siguiente manera:

Clase:

- **Sedimentaria:** Roca constituida por partículas minerales y/o organismos (sedimentos); producto formado por intemperismo (actividad química, física y bioquímica), en rocas preexistentes, transportadas o erosionadas (agua, viento, gravedad, hielo). La sedimentación de este material se inicia con la disminución en la capacidad de carga de los agentes de erosión. La acumulación del material es en forma estratificada y la petrificación de estos sedimentos se inicia bajo condiciones normales de temperatura y presión (20°C - 70°C, 1 atm. de presión); se llevan a cabo reacciones físico-químicas, físico-biológicas y químico-biológicas.
- **Ígnea extrusiva:** Las rocas ígneas se originan a partir de materiales existentes en el interior de la corteza terrestre, los cuales están sometidos a temperaturas y presiones muy elevadas. Estos materiales antes de cristalizar reciben el nombre genérico de magma (fluido fundido formado dentro de la corteza que puede consolidarse, comprende en su composición un sistema complejo de silicatos fundidos con agua y otros minerales en solución). Cuando el magma logra llegar a la superficie de la corteza terrestre es arrojado a través de erupciones y derrames volcánicos; al enfriarse y solidificarse la lava, da origen a rocas ígneas extrusivas.
- **Ígnea intrusiva:** Las rocas ígneas se originan a partir de materiales existentes en el interior de la corteza terrestre, los cuales están sometidos a temperaturas y presiones muy elevadas. Estos materiales antes de cristalizar reciben el nombre genérico de magma (fluido fundido formado dentro de la corteza que puede consolidarse, comprende en su composición un sistema complejo de silicatos fundidos con agua y otros minerales en solución). Cuando la corteza terrestre se debilita en algunas áreas, el magma asciende y penetra en las capas cercanas a la superficie, pero sin salir de ésta, lentamente se enfría y se solidifica dando lugar a la formación de rocas Igneas intrusivas.

Tipo:

- **Caliza-Lutita:** Asociación de rocas sedimentarias (química- clástica) de ambiente marino; su origen se debe a variaciones en el ambiente de depósito. La unidad hace referencia a una sucesión de estratos de caliza - yeso. El orden de las rocas representa la predominancia de cada una de ellas.
- **Riolita-Toba Ácida:** Asociación de rocas ígneas extrusivas. Las riolitas, desde el punto de vista químico, parecen ser algo más ricas en $SiO_2$; se dividen en dos tipos: sódicas y potásicas, de acuerdo con el tipo de feldespato presente. La lava riolítica destaca por su gran viscosidad y actualmente no forma nunca mantos considerables alrededor de una chimenea volcánica. La toba se conforma de fragmentos de 2 a 1/16 mm de diámetro, y contiene un 20% o más de cuarzo libre.
- **Granito:** Roca ígnea intrusiva de composición ácida y textura fanerítica (grano grueso), conformada por minerales esenciales como cuarzo, feldespato y mica, y minerales accesorios como hornblenda, augita, turmalina, circón y magnetita.

- **Conglomerado**: Unidad constituida por un conglomerado polimíctico depositado en facies continentales, se le observa mal clasificados con clastos de 5 a 50 cm de diámetro, predominando los fragmentos de roca calcárea, en menor proporción fragmentos de rocas ígneas, su grado de redondez varía de subangulosos a subredondeados y dispuestos en forma caótica, se encuentran unidos por una matriz arcillosa de color café cementante calcáreo, ocasionalmente se presentan con fracturas rellenas de calcita, se observaron pliegues de gran radio de curvatura, pequeñas fallas locales y en discordancia angular con conglomerados Cuaternarios.

***Tipos de suelo***

El suelo está compuesto por minerales, materia orgánica, diminutos organismos vegetales y animales, aire y agua. Las plantas y animales que crecen y mueren dentro y sobre el suelo son descompuestos por los microorganismos, transformados en materia orgánica y mezclados con el suelo. El tamaño de las partículas minerales que forman el suelo determina sus propiedades físicas, textura, estructura, porosidad y el color (FAO).

Según su textura se pueden distinguir tres tipos de suelos: arena, arcilla y limo. La arena son suelos más sueltos y son fáciles de trabajar, pero tienen pocas reservas de nutrientes aprovechables por las plantas. Los suelos limosos tienen gránulos de tamaño intermedio son fértiles y fáciles de trabajar. La arcilla son partículas muy finas y forman barro cuando están saturadas de agua. Los suelos arcillosos son pesados, no drenan ni se desecan fácilmente y contienen buenas reservas de nutrientes. Son fértiles, pero difíciles de trabajar cuando están muy secos (FAO).

Se tiene el siguiente criterio para la asignación de los niveles de suelo (FAO):

- Suelo primario: Suelo que ocupa la mayor extensión dentro de la unidad edafológica, que está integrado por una asociación de suelos. Se estima que ocupa el 60% o más en extensión.
- Suelo secundario: Grupo de suelo, que se estima, ocupa al menos un 20% de extensión de la unidad edafológica.
- Suelo terciario: Grupo de suelo que se estima, ocupa un 20 % como máximo de extensión de la unidad edafológica, se indica al final de la clave de la unidad edafológica.

La Figura IV.18 presenta las diferentes claves con referencia en el sistema WRB que se identifican en el SAR.

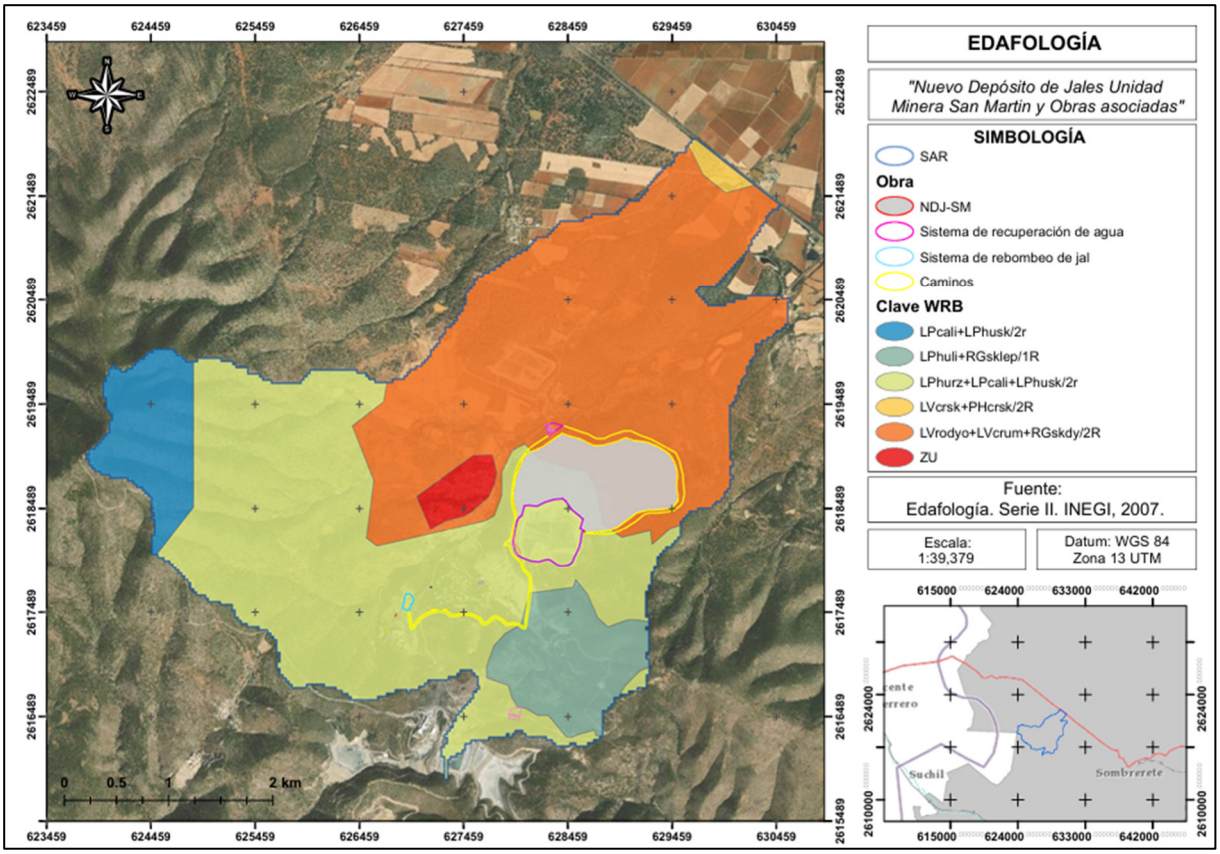



*Figura IV. 18. Edafología presente en el SAR.*

En la Tabla IV.2 se presenta la composición de cada una de las claves del sistema WRB que conforman la edafología del SAR. Cabe mencionar que la clave "ZU" hace referencia a zona urbana.

*Tabla IV. 2. Edafología en el SAR.*

| Clave | LPhuli+RGsklee p/1R | LPhurz+LPcali+LPh usk/2r | LVrodyo+LVcrum+RGs kdy/2R | LVcrsk+PHcrs k/2R | LPcali+LPhus k/2r | ZU |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Suelo 1** | Leptosol (LP) | Leptosol (LP) | Luvisol (LV) | Luvisol (LV) | Leptosol (LP) | -- |
| **Calificador suplementario del suelo 1** | Húmico (hu) | Húmico (hu) | Ródico (ro) | Crómico (cr) | Calcárico (ca) | -- |
| **Calificador principal del suelo 1** | Lítico (li) | Réndzico (rz) | Dístrico (dyo) | Esquelético (sk) | Lítico (li) | -- |
| **Suelo 2** | Regosol (RG) | Leptsol (LP) | Luvisol (LV) | Phaeozem (PH) | Leptsol (LP) | -- |
| **Calificador suplementario del suelo 2** | Esquelético (sk) | Calcárico (ca) | Crómico (cr) | Crómico (cr) | Húmico (hu) | -- |
| **Calificador principal del suelo 2** | Epiléptico (lep) | Lítico (li) | Úmbrico (um) | Esquelético (sk) | Esquelético (sk) | -- |
| **Suelo 3** | -- | Leptosol (LP) | Regosol (RG) | -- | -- | -- |
| **Calificador suplementario del suelo 3** | -- | Húmico (hu) | Esquelético (sk) | -- | -- | -- |
| **Calificador principal del suelo 3** | -- | Esquelético (sk) | Dístrico (dy) | -- | -- | -- |
| **Textura** | Gruesa (1) | Media (2) | Media (2) | Media (2) | Media (2) | -- |
| **Limitante física** | Piedras (R) | Gravas y guijarros (r) | Piedras (R) | Piedras (R) | Gravas y guijarros (r) | -- |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Superficie (ha)** | 141.16 | 870.25 | 865.98 | 12.87 | 122.27 | 31.19 |
| **Superficie (%)** | 6.91% | 42.58% | 42.37% | 0.63% | 5.98% | 1.53 % |

A continuación, se describe cada variable que integra a la edafología identificada en el SAR conforme a la Guía para la interpretación de la edafología (INEGI, 2011):

Descripción de los suelos

- ***Leptosol (LP)***

Del griego *leptos*, delgado. Anteriormente están incluidos en el grupo de los Litosoles, del griego Lithos, piedra. Actualmente representan suelos con menos de 25 cm de espesor o con más de 80% de su volumen ocupado por piedras o gravas. Son muy susceptibles a la erosión. Se localizan generalmente en las zonas montañosas con más de 40% de pendiente como la sierra La Giganta, Del Burro, La Paila, San Carlos, del Pinacate y la Sierra Lacandona. También son abundantes en la Mixteca Alta Oaxaqueña, el Carso Huasteco, al pie de la Sierra Madre Occidental y en todos los sistemas de cañones. Un caso particular son los extensos afloramientos calizos encontrados en la Península de Yucatán. Los tipos de vegetación más relacionados con los afloramientos rocosos son el matorral desértico rosetófilo, la selva baja caducifolia y el bosque de encino. El uso principal de este suelo es para agostadero.

- ***Luvisol (LV)***

Del latin *luere*, lava. Suelos rojos, grises o pardos claros, susceptibles a la erosión especialmente aquellos con alto contenido de limo y los situados en pendientes fuertes. Los Luvisoles son generalmente fértiles para la agricultura. Son el quinto grupo de suelos más extendido sobre nuestro país y su distribución abarca superficies de bosques de pino en la Sierra Madre Occidental, extensas áreas de profundidad limitada en la Mesa del Centro, así como importantes superficies de pastizal en la llanura costera del Golfo. Los principales aserraderos del país se encuentran en áreas donde los Luvisoles son abundantes.

- ***Regosol (RG)***

Del griego *rhegos*, manta. Suelos con propiedades físicas o químicas insuficientes para colocarlos en otro grupo de suelos. Son pedregosos, de color claro en general y se parecen bastante a la roca que les ha dado origen cuando no son profundos. Son comunes en las regiones montañosas o áridas de México, asociados frecuentemente con Leptosoles.

- **Phaeozem (PH)**

Del griego *phaios*, oscuro y del ruso zemlja, tierra también se forman sobre material no consolidado. Se encuentran en climas templados y húmedos con vegetación natural de pastos altos o bosques. Son suelos oscuros y ricos en materia orgánica, por lo que son muy utilizados en agricultura de temporal; sin embargo, las sequías periódicas y la erosión eólica e hídrica son sus principales limitantes

Calificador suplementario del suelo

- ***Calcárico (ca):*** Del latín *calcarius*, con cal. Suelo con más de 2% de carbonato de calcio. No tiene las propiedades específicas del horizonte cálcico.
- ***Húmico (hu):*** Del latin *humus*, tierra. Suelos ricos en carbono orgánico 1 % en promedio o más en los primeros 50 cm de profundidad. Generalmente son de color oscuro.

- ***Ródico (ro):*** Suelos extremadamente rojos en el subsuelo, más rojos que los suelos con calificador crómico**.**
- ***Esquelético (sk):*** Suelos con más de 40% del volumen ocupado por piedras, gravas y guijarros hasta 100 cm de profundidad.
- ***Crómico (cr):*** Del griego *kromos*, color. Suelos con alguna capa de color roja de espesor mayor a 30 cm.

Calificador principal del suelo

- ***Lítico (li):*** Del griego *lifhos*, piedra. Suelos con roca dura y continua a menos de 10 cm de profundidad. El caso más extremo es el afloramiento rocoso y que es denominado nudilitico.
- ***Réndzico (rz):*** Indica que existe un suelo con un horizonte mólico que está directamente por encima de una capa rica en carbonato de calcio.
- ***Dístrico (dy):*** Del griego *dys,* enfermo. Suelos pobres en calcio, magnesio y potasio, en la mayor parte del suelo. Generalmente son suelos de pH ácido que están húmedos la mayor parte del año. Los más extremosos son los suelos hiperdistricos. Algunos cultivos tolerantes a esta condición son la fresa, café, manzano, membrillo, arroz, papa y tabaco.
- ***Esquelético (sk):*** Suelos con más de 40% del volumen ocupado por piedras, gravas y guijarros hasta 100 cm de profundidad.
- ***Epiléptico (lep):*** Del griego *leptos*, roca. Suelos que tienen roca dura y continua, imposible de cavar con pala y pico, antes de los primeros 100 cm de profundidad. De acuerdo con la profundidad de la roca se llama epiléptico (0-49 cm).
- ***Úmbrico (um):*** Del latin *umbra*, sombra. Suelos con propiedades semejantes al mólico pero mucho más ácido. Tiene un horizonte superficial oscuro, bien estructurado, buen contenido de carbono orgánico y fertilidad moderada o alta. El espesor requerido para cal ificar como úmbrico depende de la profundidad total del suelo: 10 cm en el caso de Leptosoles, 20 cm en el caso de suelos con profundidad entre 25 a 75 cm y finalmente 25 cm cuando el suelo tiene 75 cm o más de profundidad.

Textura

- ***Gruesa (1):*** Suelos arenosos con más de 65% de arena, con menor capacidad de retención de agua y nutrientes para las plantas.
- ***Media (2):*** Comúnmente llamados francos, equilibrados generalmente en el contenido de arena, arcilla y limo.

Limitante física

Se refiere a la presencia significativa de piedras, gravas y guijarros en la mayor parte de la superficie del polígono de suelo:

- ***Piedras (R):*** Mayores de 25 cm de diámetro, distribuidos en más del 60% del polígono de suelo.
- ***Gravas y guijarros (r):*** Con dimensiones entre 2 mm y 7.5 cm de diámetro, distribuidos en más del 60% del polígono de suelo.

***Erosión de suelo***

La erosión corresponde al desprendimiento del suelo debido a la acción de la lluvia, el viento o el oleaje. La cantidad del material que se separa del terreno depende de varios factores como

son la cubierta vegetal y el grado de intemperismo. Es un proceso natural y es útil porque permite se desplacen materiales de unos suelos a otros para, en algunas ocasiones, recuperar la fertilidad (Escobar & Duque, 2017).

En general, el conocer el tipo, forma y grado de erosión de un sitio permite establecer datos de utilidad en los programas de restauración hidrológica forestal de cuencas, programas para la desertificación, conservación de suelos, protección del medio ambiente, investigación y educación, entre otras. Permitiendo entonces la jerarquización de las acciones de conservación, de tal forma que los programas de control de la erosión son más eficientes y generan resultados visibles a corto plazo (Escobar & Duque, 2017).

En la Tabla siguiente se muestra la erosión presente en el área del SAR, lo cual se visualiza en la Figura presentada posteriormente.

*Tabla IV. 3. Erosión presente en el SAR.*

| Clave | Tipo de erosión | Forma de erosión | Grado de erosión | Superficie (ha) | Porcentaje (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| A | Antrópica | NA | NA | 311.03 | 15.22 |
| EO+HL1 | Eólica - Hídrica | Otra - Laminar | NA - Leve | 8.73 | 0.43 |
| HL1 | Hídrica | Laminar | Leve | 231.11 | 11.31 |
| HL1+EO | Hídrica – Eólica | Laminar – Otra | Leve - NA | 707.33 | 34.61 |
| SE | Sin erosión evidente | NA | NA | 754.32 | 36.91 |
| ZU | Localidad | NA | NA | 31.19 | 1.53 |
| Total | | | | 2043.72 | 100 |

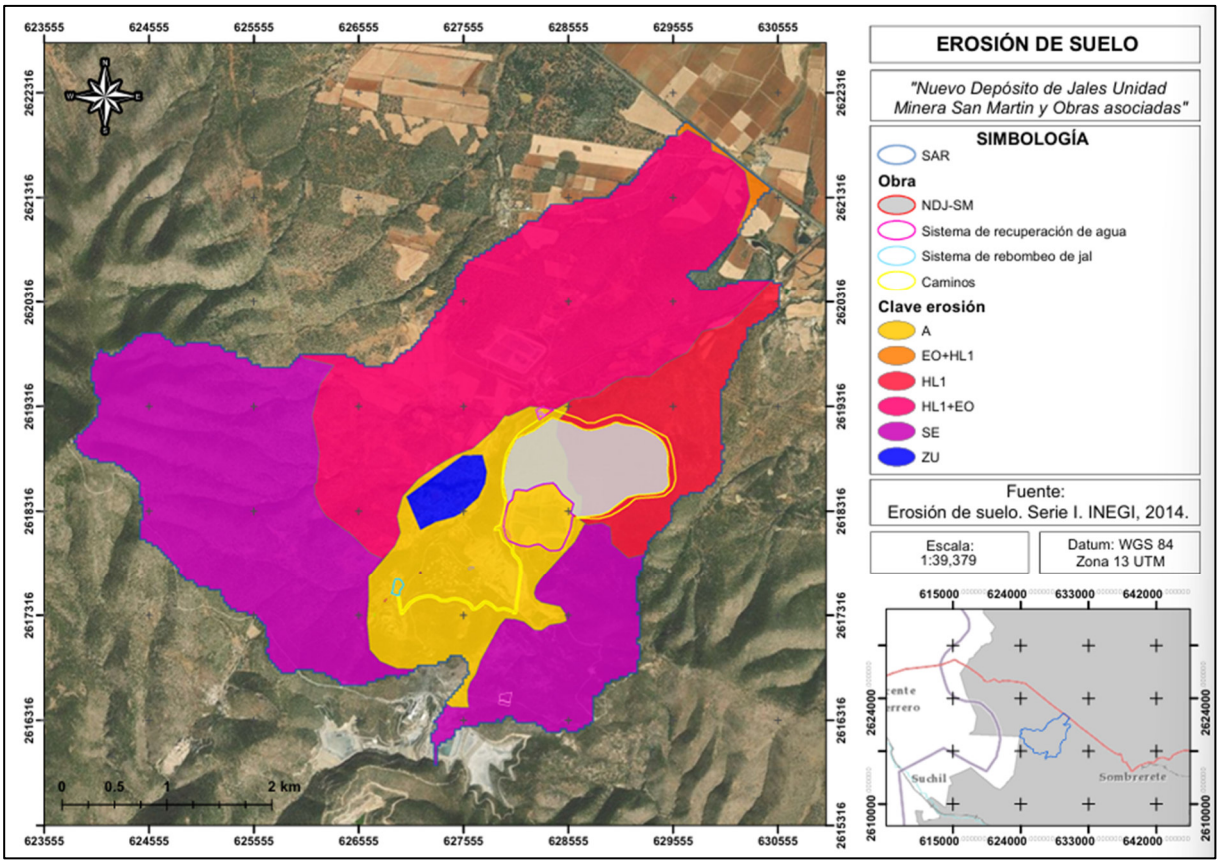



*Figura IV. 19. Erosión de suelo presente en el SAR.*

### *IV.2.1.4 Agua*

#### *Hidrografía*

De acuerdo con el INEGI se han identificado 1,471 cuencas hidrográficas en el país, las cuales se han agrupado y/o subdividido en cuencas hidrológicas. Dichas cuencas del país se encuentran organizadas en 37 Regiones Hidrológicas, que a su vez se agrupan en 13 Regiones Hidrológicas-Administrativas (RHA).

El SAR se encuentra inmerso dentro de la Región Hidrológica Presidio – San Pedro (***RH11***), en la Cuenca R. San Pedro (***RH11A)*** y Subcuenca R. Poanas (***RH11Ae***), como se presenta en la Figura IV.20.

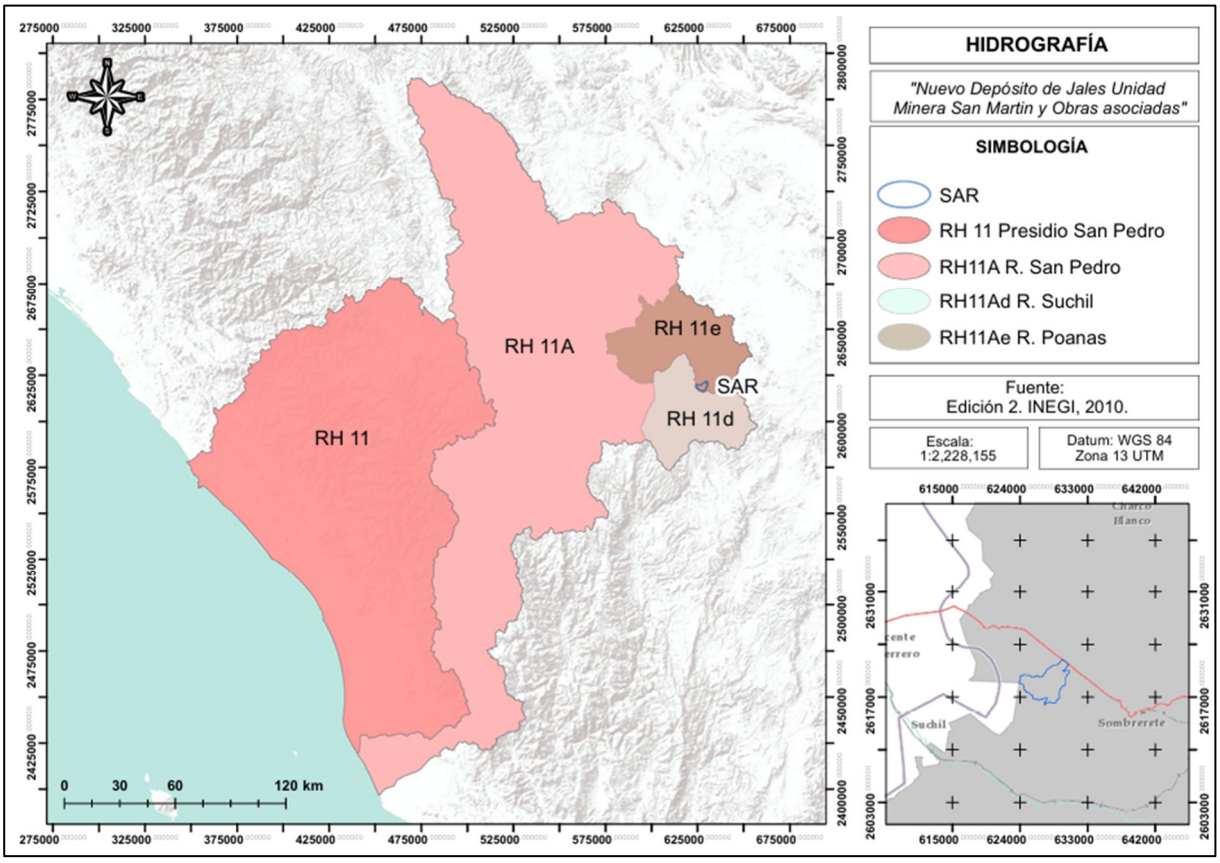



*Figura IV. 20. Hidrografía del SAR.*

La Región Hidrológica Presidio - San Pedro se localiza en la parte oeste de la República Mexicana; se distribuye entre los Estados de Sinaloa, Durango, Zacatecas y Nayarit.

La red hidrográfica tiene un patrón de drenaje de tipo dendrítico y vierte sus aguas en el Océano Pacífico. Las corrientes principales son los ríos Baluarte, Acaponeta y Presidio. Los cuerpos de agua más importantes son las lagunas Grande y Agua Grande.

Algunas características de la RH se describen a continuación:

*Tabla IV. 4. Características de la RH11.*

| Nombre de la región hidrológica | Extensión territorial continental ($km^2$) | Precipitación anual 1991-2020 (mm) | Escurrimiento natural medio superficial interno ($hm^3$/año) | Escurrimiento natural medio superficial total ($hm^3$/año) | Número de cuencas hidrológicas |
|---|---|---|---|---|---|
| Presidio – San Pedro | 51,431.57 | 804.90 | 8,938.65 | 8,938.65 | 26 |

Por otra parte, la subcuenca RH11Ae es de tipo ***exorreica***, es decir, una cuenca que tiene una o más salidas de agua hacia un caudal mayor, hacia un lago o hacia el mar; a continuación, se muestran sus rasgos característicos:}

*Tabla IV. 5. Rasgos característicos de la RH11Ae.*

| Propiedad | Valor |
|---|---|
| Clave Subcuenca | RH11Ae |
| Nombre Subcuenca | R. Poanas |
| Tipo | Exorreica |
| Lugar a donde drena (Principal) | RH11Ab R. Mezquital |
| Total de descargas (Principal) | 1 |
| Total de descargas | 1 |
| Área ($km^2$) | 2,557.91 |
| Perímetro (km) | 313.52 |
| Densidad de drenaje | 1.6343 |
| Coeficiente de compacidad | 1.7481 |
| Longitud promedio de Flujo superficial | 0.153 |
| Elevación máxima Subcuenca (m) | 3,100 |
| Elevación mínima Subcuenca (m) | 1,720 |
| Pendiente media Subcuenca (%) | 9.83 |
| Elevación máxima Corriente principal (m) | 2,692 |
| Elevación mínima Corriente principal (m) | 1,719 |
| Longitud de Corriente principal (m) | 136,547 |
| Pendiente de Corriente principal (%) | 0.712 |
| Sinuosidad de Corriente principal | 2.201 |

### *Hidrología superficial*

La corriente de agua se define como el flujo de agua que depende de precipitación pluvial o afloramiento subterráneo, mientras que un cuerpo de agua es cualquier extensión que se encuentra en la superficie terrestre (ríos y lagos) o en el subsuelo (acuíferos, ríos subterráneos); tanto en estado líquido como sólido (glaciares, casquetes polares), tanto naturales como artificiales (embalses) y pueden ser de agua salada o dulce (INEGI, s.f.).

En ese sentido, las corrientes de agua que se encuentran dentro de la red de la CH se identifican de tipo intermitente, el cual se define como una corriente de agua en determinadas épocas del año. Asimismo, existen tres cuerpos de agua dentro de la superficie de la CH, también de tipo intermitentes.

Las corrientes de agua identificadas son Arroyo La Marta y Arroyo Carretas. Cabe señalar los cuerpos de agua no se identificaron con algún nombre.

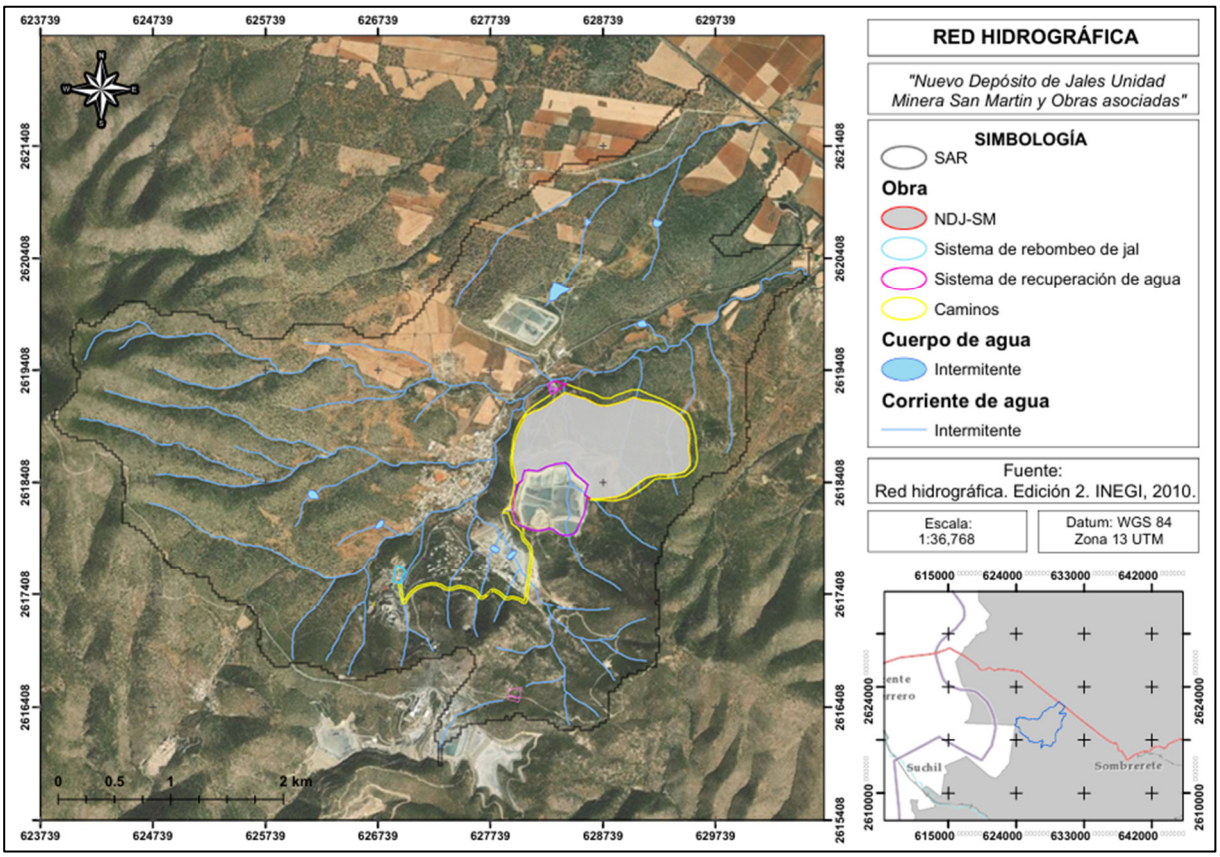



*Figura IV. 21. Red hidrográfica presente en el SAR.*

***Hidrología subterránea***

Para identificar la hidrología subterránea se basará en las unidades geohidrológicas que se presentan en el SAR. Una unidad geohidrológica es un área con uno o varios tipos de roca o material granular cuyas características fisicoquímicas permiten, en diferente grado, almacenar y transmitir el agua subterránea (INEGI, s.f.).

Como se observa en la siguiente Figura, las unidades geohidrológicas que se presentan en el SAR son ***material consolidado con posibilidades bajas*** y ***material no consolidado con rendimiento alto > 40 lps.***

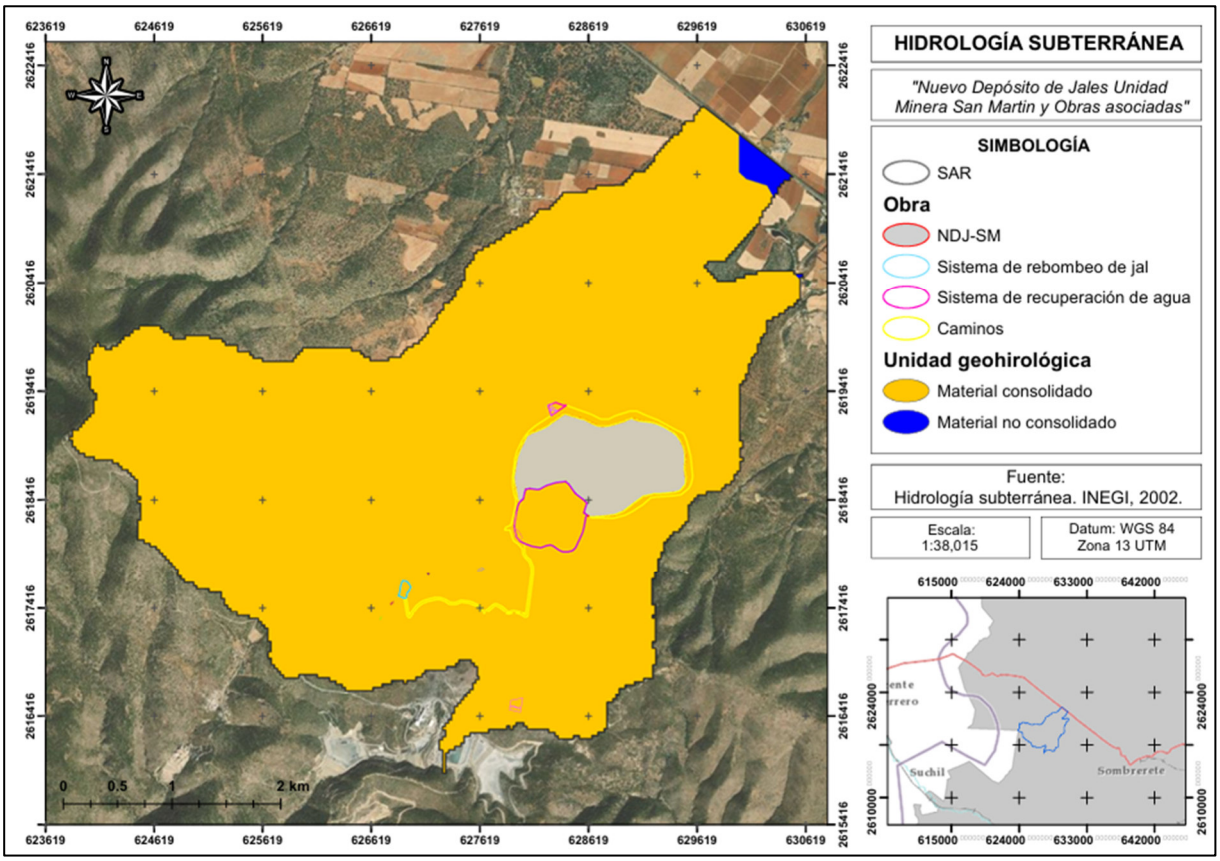



Figura IV. 22. Unidad geohidrológica presente en el SAR.

A continuación, se describe cada variable que integra a la hidrología subterránea identificada en el SAR conforme a la Guía para la interpretación de la hidrología del INEGI que se anexaba en los metadatos de la capa:

- **Material consolidado con posibilidades bajas:** Unidad constituida por uno o varios tipos de roca que por su origen y formación presentan baja permeabilidad, tanto primaria como secundaria, y las condiciones geohidrológicas resultan desfavorables, por lo que no son susceptibles de contener agua económicamente explotable. En el SAR cubre una superficie de 998.79 ha, lo que representa el 99.98% del área total.
- **Material no consolidado con rendimiento alto >40 lps:** Unidad constituida por suelos, arenas, gravas, conglomerados y/o tobas arenosas mal compactadas que presentan alta permeabilidad y capacidad de almacenar agua debido a su porosidad, bajo grado de cementación. Las obras de explotación existentes en esta unidad tienen rendimiento promedio superior a 40 litros por segundo. En el SAR cubre una superficie de 0.2 ha, lo que representa el 0.02% del área total.

***Acuífero***

El SAR se ubica en la superficie de los acuíferos ***Hidalgo*** (93.64%), ***Sabinas*** (6.35%), y **Vicente Guerrero – Poanas** (0.01%) tal y como se presenta en la Figura IV.23.

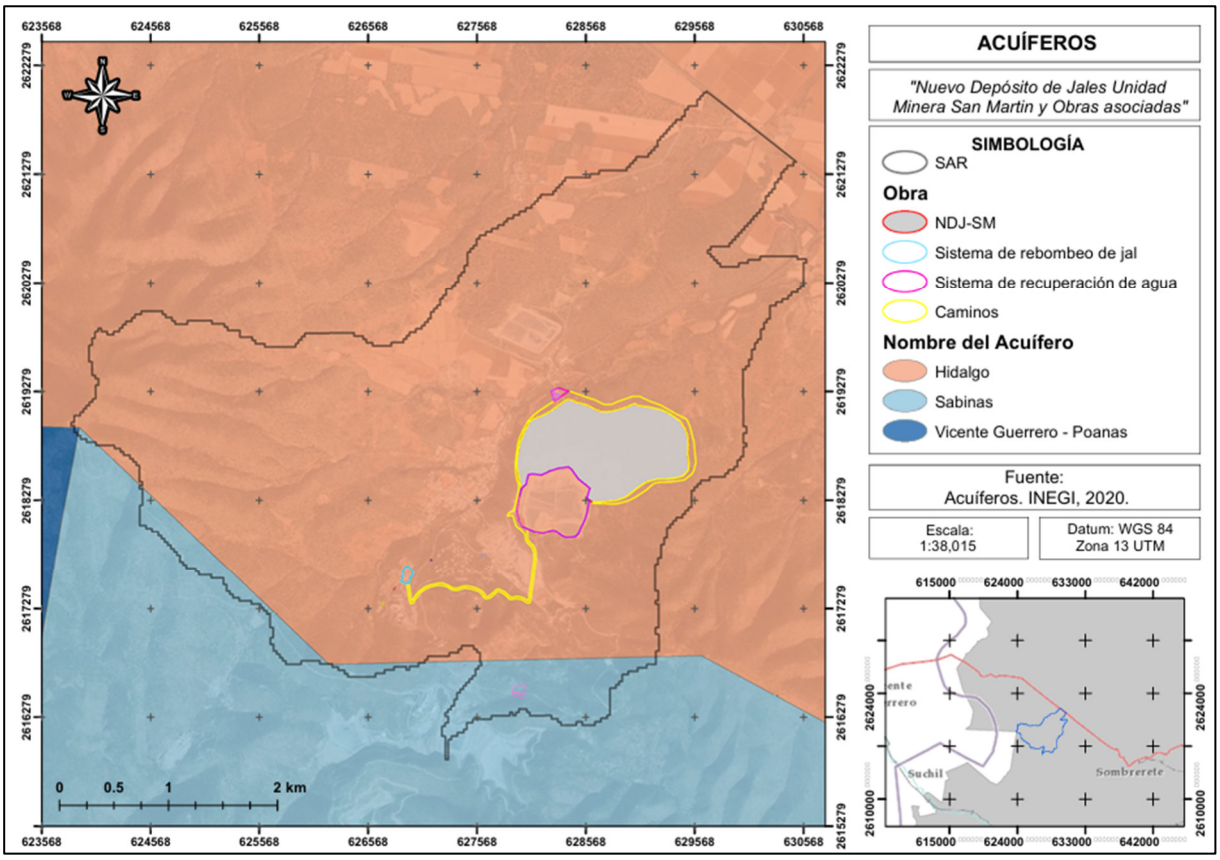



Figura IV. 23. Acuíferos a los que pertenece el SAR.

El acuífero Hidalgo, definido con la clave 3202, se localiza en la porción noroccidental del estado de Zacatecas en su límite con el estado de Durango, cubriendo una superficie aproximada de 1,162.33 km². Por otra parte, el acuífero Sabinas, definido con la clave 3201, se localiza en la porción occidental del estado de Zacatecas en su límite con el estado de Durango, cubriendo una superficie aproximada de 1,488 km², así mismo el acuífero Vicente Guerrero-Poanas, definido con la clave 1004, se localiza en la porción suroriental del estado de Durango, cubriendo una superficie aproximada de 3,742 km². (CONAGUA, 2024).

Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas permiten definir la presencia de que los tres acuíferos son de tipo libre heterogéneo y anisótropo (CONAGUA, 2024).

Los dos acuíferos en cuestión presentan las características de disponibilidad de agua subterránea que se observan en la Tabla siguiente; se señala que los acuíferos Sabinas y Vicente Guerrero-Poanas se encuentran sobreexplotados (CONAGUA, 2024).

*Tabla IV. 6. Disponibilidad de aguas subterráneas.*

| Clave | Acuífero | R (hm³/año) | DNC (hm³/año) | VEAS (hm³/año) | DMA (hm³/año) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Positiva | Negativa |
| 3,202 | Hidalgo | 6.50 | 0.30 | 5.44 | 0.76 | 0 |
| 3,201 | Sabinas | 13.70 | 2.50 | 11.32 | 0 | -0.12 |
| 1,004 | Vicente Guerrero - Poanas | 96.4 | 13.30 | 121.92 | 0 | -38.82 |

### *IV.2.1.5 Aire*

Para el caso del viento, se utilizaron los datos de la estación meteorológica más cercana al SAR, la cual pertenece al INIFAP y es la denominada ***Providencia***, ubicada en el municipio de Sombrerete. A continuación, en la Tabla IV.7, se presentan los datos obtenidos, donde se observa que la velocidad media es de 10.89 km/h con una frecuencia en las direcciones SSO (202.5º) y SO (225º). Así mismo, la Figura IV.24 presenta la rosa de los vientos.

*Tabla IV. 7. Datos del viento en la estación Providencia, Sombrerete.*

| Mes | Velocidad media (km/h) | Dirección proveniente | |
|---|---|---|---|
| | | Grados | Punto cardinal |
| Enero | 14.13 | 202.50 | SSO |
| Febrero | 13.41 | 225.00 | SO |
| Marzo | 13.43 | 225.00 | SO |
| Abril | 12.18 | 247.50 | OSO |
| Mayo | 10.75 | 225.00 | SO |
| Junio | 11.80 | 157.50 | SSE |
| Julio | 9.72 | 135.00 | SE |
| Agosto | 10.4 | 135.0 | SE |
| Septiembre | 8.43 | 157.50 | SSE |
| Octubre | 8.39 | 202.50 | SSO |
| Noviembre | 8.58 | 180.00 | S |
| Diciembre | 9.49 | 202.50 | SSO |
| **Promedio** | **10.89** | **191.25** | **--** |

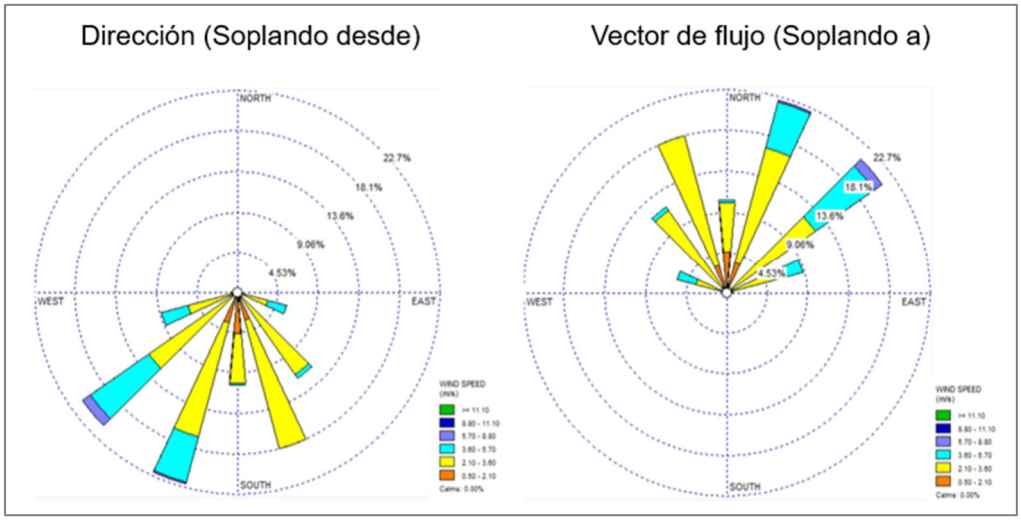



*Figura IV. 24. Dirección del viento.*

En la siguiente Figura se presenta el gráfico de la distribución de frecuencia de las clases de viento en donde el rango con mayor prevalencia es el de 2.10 a 3.60 m/s con un 64.9%.

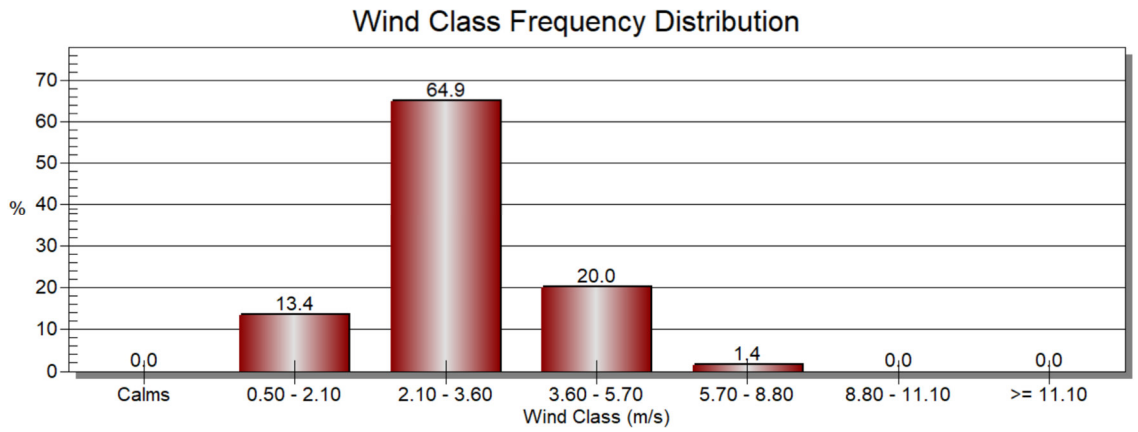



*Figura IV. 25. Distribución de la frecuencia de las clases de viento.*

### IV.2.2 Medio biótico

Para la elaboración de la descripción del medio biótico, se dio inicio la identificación del tipo de vegetación presentes en el SAR, por lo que se consultó la base de datos de INEGI, en específico la carta de Uso de suelo y Vegetación Serie VII, el cual señala los siguientes tipos de vegetación:

*Tabla IV. 8. Uso de suelo y vegetación del SAR.*

| Clave | Tipo de vegetación | Superficie (ha) | % |
|---|---|---|---|
| TA | Agricultura de temporal anual | 239.39 | 11.71 |
| AH | Asentamientos humanos | 31.34 | 1.53 |
| BQP | Bosque de Encino-Pino | 958.19 | 46.88 |
| BPQ | Bosque de Pino-Encino | 104.15 | 5.10 |
| ADV | Áreas desprovistas de vegetación | 151.87 | 7.43 |
| PN | Pastizal natural | 20.62 | 1.01 |
| VSa/BQ | Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de encino | 523.98 | 25.64 |
| VSa/PN | Vegetación secundaria arbustiva de Pastizal natural | 13.80 | 0.68 |
| RP | Agricultura de riego permanente | 0.38 | 0.02 |

A continuación, se describen los tipos de vegetación que se encuentran en el SAR, de acuerdo con la tabla anterior.

**Agricultura de temporal anual (TA)**.

Son aquellos cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo.

Se clasifica como tal al tipo de agricultura de todos aquellos terrenos donde el ciclo vegetativo de los cultivos depende del agua de lluvia, por lo que su éxito está en función de la cantidad de precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua, su clasificación es independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, puede llegar a más de diez años, en el caso de los frutales, o bien por periodos dentro de un año como los cultivos de verano.

Estas zonas, para ser clasificadas como temporal deberán permanecer sembradas al menos un 80% del ciclo agrícola.

**Agricultura de riego permanente (RP)**.

La agricultura de riego permanente (RP) es un uso del suelo identificado por el INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) en su carta de uso del suelo y vegetación. Se trata de áreas

utilizadas para la producción de cultivos que reciben agua para el riego de manera permanente. Este tipo de agricultura se caracteriza por la utilización de sistemas de riego que proporcionan agua de forma constante a los cultivos, independientemente de las precipitaciones naturales.

La vegetación asociada a la agricultura de riego permanente suele estar compuesta por cultivos agrícolas. El riego es el principal factor que distingue a este tipo de agricultura, ya que se utiliza agua de forma constante para el desarrollo de los cultivos. La principal actividad en estas áreas es la producción de alimentos y otros productos agrícolas.

**Bosque de Encino-Pino (BQP)**.

Comunidad que se distribuye principalmente en los sistemas montañosos del país, concentrándose la mayor parte en: Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur y en menor proporción Sierra Madre Oriental, Cordillera Centroamericana, Sierras de Chiapas y Guatemala, Llanura Costera del Golfo Norte, Mesa del Centro y Península de Baja California.

Se desarrolla en climas templados, semifríos, semicálidos, cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con una temperatura que oscila entre los 10 y 28 °C y una precipitación total anual que varía desde los 600 a 2 500 mm, en cuanto a la altitud oscila desde los 300 y 2 800 m.

Estas comunidades están conformadas por encinos (*Quercus spp*), y en proporción algo menor de pinos (*Pinus spp*).

Se desarrolla principalmente en áreas de mayor importancia forestal, en los límites altitudinales inferiores de los bosques de pino-encino.

Estas comunidades muestran menor porte y altura que aquellos donde domina el pino sobre el encino con una altura de 8 a 35 m. Son árboles perennifolios y caducifolios, la floración y fructificación es variable durante todo el año.

**Bosque de Pino-Encino (BPQ)**.

Comunidades vegetales características de las zonas montañosas de México. Se distribuyen en la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre Occidental, el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, en climas templados, semifríos, semicálidos y cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con temperaturas que oscilan entre los 10 y 28 °C y una precipitación que va de los 600 a los 2 500 MM anuales.

Se concentra entre los 1 200 y los 3 200 m, y se presenta en todas las exposiciones.

Alcanzan alturas de 8 a 35 m. Las comunidades están conformadas por diferentes especies de pino (*Pinus spp*) y encino (*Quercus spp*), pero con dominancia de las primeras.

Lo integran árboles perennifolios y caducifolios, con floración y fructificación variables durante todo el año.

**Pastizal Natural (PN)**.

Es una comunidad dominada por especies de gramíneas y graminoides, en ocasiones acompañadas por hierbas y arbustos de diferentes familias, como son; compuestas, leguminosas, etcétera. Su principal área de distribución se localiza en la zona de transición entre los matorrales xerófilos y los diversos tipos de bosques. La extensa zona de pastizales naturales de América del Norte penetra en el territorio mexicano en forma de una angosta cuña que corre a lo largo de la base de la sierra Madre Occidental desde Sonora y Chihuahua hasta el noreste de Jalisco y zonas vecinas de Guanajuato. Esta franja continua consiste en comunidades vegetales dominadas por gramíneas que constituyen climax climático y representa en México la zona más importante de pastizales naturales.

El pastizal natural se desarrolla de preferencia en suelos medianamente profundos de mesetas, fondos de valles y laderas poco inclinadas, casi siempre de naturaleza ígnea, en altitudes entre 1 100 y 2 500 m, aunque en Sonora pueden descender hasta los 450 m. Las temperaturas medias anuales varían en la mayor parte de su extensión de 12 a 20 °C. Las fluctuaciones estacionales y diurnas son relativamente pronunciadas, todos los años se presentan heladas y en las partes altas de Chihuahua y Sonora ocurren nevadas con cierta frecuencia, registrándose temperaturas mínimas extremas de -20 hasta 45 °C como máximas en los meses más calurosos

**Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de encino (VSa/BQ)**

Comunidades arbóreas, subarbóreas u ocasionalmente arbustivas integradas por múltiples especies del género Quercus (encinos, robles) que, en México salvo condiciones muy áridas se ubican prácticamente desde los 300 hasta los 2 800 m. Se encuentran muy relacionado con los bosques de pino, formando una serie de bosques mixtos con especies de ambos géneros.

**Vegetación secundaria arbustiva de Pastizal Natural (VSa/PN)**

Comunidades arbóreas, arbustivas y herbáceas integradas por especies de gramíneas y graminoides. En la siguiente figura se puede observar los tipos de vegetación detectados en el SAR.

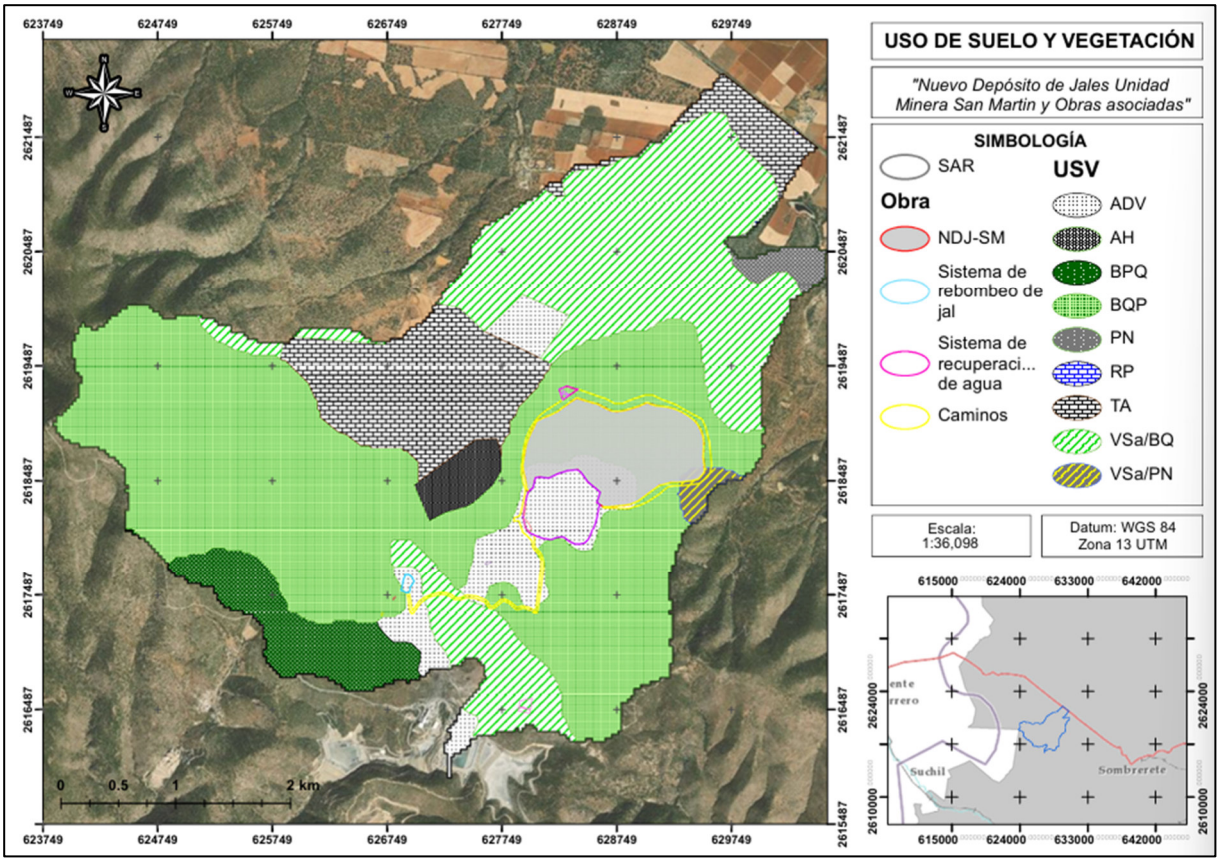



*Figura IV. 26. Tipos de uso de suelo y vegetación en el SAR.*

### IV.2.2.1 Análisis de la vegetación

**Metodología**

Para iniciar con el análisis de la vegetación dentro del SAR delimitado para el proyecto fue necesario iniciar en gabinete actividades de revisión cartográfica y de planeación, destacando el análisis del tamaño y forma del sitio, la cantidad de sitios necesarios y del sistema de muestreo a utilizar en función de la vegetación presente y características topográficas de la zona, mismas que fueron previamente estudiadas en planos y temas editados por el INEGI.

Como se mencionó anteriormente, el sistema ambiental regional se caracteriza por un predominio significativo de la vegetación forestal, destacando el Bosque de Encino-Pino como el tipo de vegetación más extendida, ocupando el 46.88% de la superficie total. Le sigue en importancia la Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de encino, que representa un 25.64%. En base a lo anterior se realizaron **41 sitios** de muestreo sobre vegetación autóctona.

Las actividades agrícolas también son relevantes, con la Agricultura de temporal anual a cubrir el 11.71% del territorio.

Las Áreas desprovistas de vegetación constituyen el 7,43% de la superficie, mientras que el Bosque de Pino-Encino ocupa un 5,10%. Otros usos de suelo y tipos de vegetación presentan menores: los Asentamientos humanos representan el 1.53%, el Pastizal natural el 1.01%, y la

Vegetación secundaria arbustiva de Pastizal natural el 0.68%. Y finalmente, la Agricultura de riego permanente es marginal, con solo el 0,02% de la superficie.

Cada sitio de muestreo es circular con un radio de 17.84 m aportando un área aproximada de 1,000 $m^2$ por sitio, por lo que fue muestreada una superficie total de 4.1 ha. En los sitios levantados se documentó la existencia total de la vegetación arbórea, arbustiva y herbácea; se realizaron colectas y revisiones de la flora, tratando de que la vegetación presente en la misma quedara identificada para poder conocer sus recursos vegetales. Los ejemplares colectados fueron identificados por medio de claves dicotómicas y descripciones taxonómicas disponibles de flora regional, monografías y revisiones taxonómicas; además de la consulta de ejemplares de herbario con ayuda de especialistas en ciertos grupos.

A continuación, se muestra la distribución de las unidades de muestreo en el SAR y el tipo de uso de suelo que le corresponde.

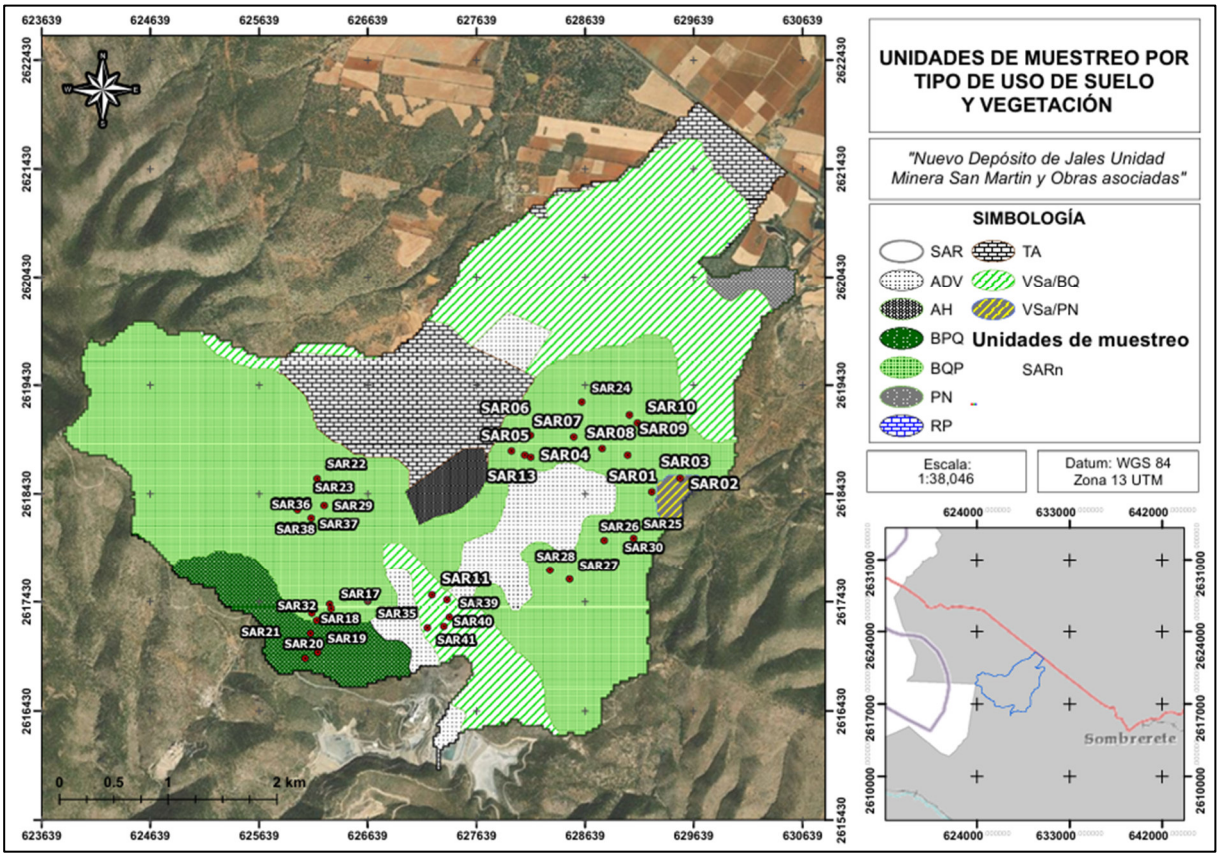



Figura IV. 27. Puntos de muestreo realizados por tipos de uso de suelo y vegetación en el SAR.

## Composición florística en el SAR (Riqueza de especies)

Mediante el muestro y métodos de identificación se determinó que, en el SAR se registraron un total de 148 especies, 9 de ellas pertenecientes al estrato arbóreo, 9 al estrato cactáceo, 34 al estrato arbustivo y 95 al estrato herbáceo.

Para el estrato arbóreo, se registraron 7 órdenes y 7 familias; del estrato cactáceo se registraron 2 órdenes pertenecientes a 2 familias; mientras que para el estrato arbustivo se obtuvieron 10 órdenes pertenecientes a 12 familias; y finalmente para el estrato herbáceo se obtuvo un total de 19 órdenes pertenecientes a 27 familias. A continuación, se muestra a manera de tabla el listado florístico por estrato de las especies identificadas dentro del SAR.

Cabe destacar que, de las 147 especies, solo la *Mammillaria longiflora* está en algún estatus de protección de acuerdo con a la NOM-059.SEMARNAT-2010, siendo A (Amenazada). (Anexo IV.1 Composición florística en el SAR)

*Tabla IV. 9. Composición florística del SAR.*

| ESTRATO ARBÓREO | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ID** | **Orden** | **Familia** | **Nombre científico** | **CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010** | **CITES** | **UICN** | **Total de individuos** | **Endemismo (Distribución NOM-059)** |
| 1 | Fagales | Fagaceae | *Quercus potosina* | - | - | LC | 14 | - |
| 2 | | | *Quercus rugosa* | - | - | LC | 108 | - |
| 3 | | | *Quercus grisea* | - | - | LC | 3 | - |
| 4 | Pinales | Pinaceae | *Pinus cembroides* | - | - | LC | 245 | Endémica |
| 5 | Ericales | Ericaceae | *Arbutus xalapensis* | - | - | LC | 4 | - |
| 6 | Lamiales | Scrophulariaceae | *Buddleja cordata* | - | - | LC | 4 | - |
| 7 | Cupressales | Cupressaceae | *Juniperus deppeana* | - | - | LC | 2934 | - |
| 8 | Malpighiales | Salicaceae | *Populus tremuloides* | - | - | LC | 1 | - |
| 9 | Rosales | Rosaceae | *Prunus serotina* | - | - | LC | 1 | - |
| **ESTRATO ARBUSTIVO** | | | | | | | | |
| **ID** | **Orden** | **Familia** | **Nombre científico** | **CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010** | **CITES** | **UICN** | **Total de individuos** | **Endemismo (Distribución NOM-059)** |
| 1 | Asterales | Asteraceae | *Ageratina petiolaris* | - | - | - | 205 | - |
| 2 | | | *Ageratina scorodonioides* | - | - | - | 195 | - |
| 3 | | | *Baccharis salicifolia* | - | - | - | 110 | - |
| 4 | | | *Brickellia laciniata* | - | - | - | 163 | - |
| 5 | | | *Brickellia secundiflora* | - | - | - | 17 | - |
| 6 | | | *Brickellia veronicifolia* | - | - | - | 408 | - |
| 7 | | | *Stevia lucida* | - | - | - | 66 | - |
| 8 | | | *Tetradymia glabrata* | - | - | - | 619 | - |
| 9 | | | *Zaluzania augusta* | - | - | - | 8 | - |
| 10 | | | *Brickellia spinulosa* | - | - | - | 3 | - |
| 11 | | | *Artemisia ludoviciana* | - | - | - | 26 | - |
| 12 | | | *Gymnosperma glutinosum* | - | - | - | 226 | - |
| 13 | | | *Pseudognaphalium canescens* | - | - | - | 101 | - |
| 14 | | | *Dalea bicolor* | - | - | - | 2 | - |
| 15 | | | *Pseudognaphalium canescens* | - | - | - | 34 | - |
| 16 | | | *Verbesina serrata* | - | - | - | 28 | - |
| 17 | | | *Forestiera phillyreoides* | - | - | - | 10 | - |
| 18 | Lamiales | Oleraceae | *Forestiera durangensis* | - | - | - | 26 | - |
| 19 | | | *Forestiera phillyreoides* | - | - | - | 19 | - |
| 20 | | Scrophulariaceae | *Buddleja scordioides* | - | - | - | 1 | - |
| 21 | | Lamiaceae | *Stevia lucida* | - | - | - | 37 | - |
| 22 | | | *Salvia microphylla* | - | - | LC | 30 | - |
| 23 | Garryales | Garryaceae | *Garrya ovata* | - | - | LC | 6 | - |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 24 | Fabales | Fabaceae | *Mimosa aculeaticarpa* | - | - | LC | 39 | - |
| 25 | | | *Mimosa biuncifera* | - | - | LC | 120 | - |
| 26 | | | *Lonicera pilosa* | - | - | LC | 22 | - |
| 27 | Fagales | Fagaceae | *Quercus striatula* | - | - | - | 1827 | - |
| 28 | Rosales | Rosaceae | *Purshia mexicana* | - | - | LC | 1315 | - |
| 29 | | | *Prunus serotina* | - | - | - | 5 | - |
| 30 | Sapindales | Anacardiceae | *Rhus virens* | - | - | - | 9 | - |
| 31 | | | *Rhus trilobata* | - | - | - | 691 | - |
| 32 | Ericales | Ericaceae | *Arctostaphylos pungens* | - | - | LC | 262 | - |
| 33 | Gentianales | Rubiaceae | *Bouvardia ternifolia* | - | - | - | 76 | - |
| 34 | Dipsacales | Caprifoliaceae | *Mimosa aculeaticarpa* | - | - | - | 73 | - |

**ESTRATO CACTÁCEO**

| ID | Orden | Familia | Nombre científico | CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010 | CITES | UICN | Total de individuos | Endemismo (Distribución NOM-059) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Caryophyllales | Cactaceae | *Opuntia streptacantha* | - | - | LC | 3 | - |
| 2 | | | *Opuntia robusta* | - | Apéndice II | LC | 11 | - |
| 3 | | | *Opuntia engelmanii* | - | Apéndice II | LC | 10 | - |
| 4 | | | *Mammillaria petterssonii* | - | Apéndice II | LC | 2 | - |
| 5 | | | *Mammillaria heyderi* | - | Apéndice II | LC | 5 | - |
| 6 | | | *Mammillaria longiflora* | A | Apéndice II | LC | 1 | Endémica |
| 7 | Asparagales | Asparagaceae | *Yucca filifera* | - | - | LC | 12 | - |
| 8 | | | *Dasylirion wheeleri* | - | - | LC | 1 | - |
| 9 | | | *Agave parryi* | - | - | LC | 62 | - |

**ESTRATO HERBÁCEO**

| ID | Orden | Familia | Nombre científico | CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010 | CITES | UICN | Total de individuos | Endemismo (Distribución NOM-059) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Apiales | Apiaceae | *Hydrocotyle ranunculoides* | - | - | - | 31 | - |
| 2 | Asparagales | Asphodelaceae | *Asphodelus fistulosus* | - | - | - | 118 | - |
| 3 | | Asparagaceae | *Echeveria mucronata* | - | - | - | 16 | - |
| 4 | | | *Mecardonia procumbens* | - | - | - | 11 | - |
| 5 | | | *Prochnyanthes mexicana* | - | - | - | 17 | - |
| 6 | Asterales | Asteraceae | *Ageratina petiolaris* | - | - | - | 389 | - |
| 7 | | | *Alchemilla procumbens* | - | - | - | 248 | - |
| 8 | | | *Artemisia ludoviciana* | - | - | - | 28 | - |
| 9 | | | *Baccharis salicifolia* | - | - | - | 150 | - |
| 10 | | | *Berlandiera lyrata* | - | - | - | 6 | - |
| 11 | | | *Bidens bipinnata* | - | - | - | 1 | - |
| 12 | | | *Brickellia secundiflora* | - | - | - | 1 | - |
| 13 | | | *Brickellia veronicifolia* | - | - | - | 12 | - |
| 14 | | | *Cosmos parviflorus* | - | - | - | 8 | - |
| 15 | | | *Cyperus seslerioides* | - | - | LC | 72 | - |
| 16 | | | *Echeandia flavescens* | - | - | - | 210 | - |
| 17 | | | *Eragrostis pectinacea* | - | - | - | 4 | - |
| 18 | | | *Grindelia inuloides* | - | - | - | 42 | - |
| 19 | | | *Gymnosperma glutinosum* | - | - | - | 102 | - |
| 20 | | | *Heterosperma pinnatum* | - | - | - | 22 | - |
| 21 | | | *Oxalis hernandezii* | - | - | - | 1843 | - |
| 22 | | | *Parthenium bipinnatifidum* | - | - | - | 1263 | - |
| 23 | | | *Psacalium peltatum* | - | - | - | 1 | - |
| 24 | | | *Psacalium sinuatum* | - | - | - | 42 | - |
| 25 | | | *Sanvitalia procumbens* | - | - | - | 40 | - |
| 26 | | | *Stevia lucida* | - | - | - | 197 | - |
| 27 | | | *Stevia serrata* | - | - | - | 52 | - |
| 28 | | | *Tagetes filifolia* | - | - | - | 2563 | - |
| 29 | Brassicales | Brassicaceae | *Brassica rapa* | - | - | - | 38 | - |
| 30 | Caryophyllales | Convolvulaceae | *Dysphania ambrosioides* | - | - | - | 30 | - |
| 31 | | Amaranthaceae | *Dyssodia papposa* | - | - | - | 14 | - |
| 32 | | | *Gomphrena serrata* | - | - | - | 527 | - |
| 33 | | | *Suaeda nigra* | - | - | - | 103 | - |
| 34 | | Polygonaceae | *Rumex acetosella* | - | - | - | 3 | - |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 35 | Commelinales | Commelinaceae | *Tradescantia crassifolia* | - | - | - | 25 | - |
| 36 | Fabales | Fabaceae | *Astragalus diphacus* | - | - | - | 7 | - |
| 37 | | | *Hoffmannseggia glauca* | - | - | - | 21 | - |
| 38 | | | *Lysiloma divaricatum* | - | - | - | 2 | - |
| 39 | | | *Phaseolus maculatus* | - | - | - | 135 | - |
| 40 | | | *Trifolium amabile* | - | - | - | 142 | - |
| 41 | Gentianales | Rubiaceae | *Arracacia pringlei* | - | - | - | 113 | - |
| 42 | | | *Galium aparine* | - | - | - | 3 | - |
| 43 | | | *Galium mexicanum* | - | - | - | 29 | - |
| 44 | Geraniales | Geraniaceae | *Ageratina gracilis* | - | - | - | 11 | - |
| 45 | | | *Erodium cicutarium* | - | - | - | 99 | - |
| 46 | | | *Geranium richardsonii* | - | - | - | 17 | - |
| 47 | Lamiales | Orobanchaceae | *Castilleja tenuiflora* | - | - | - | 14 | - |
| 48 | | Plantaginaceae | *Lippia umbellata* | - | - | - | 41 | - |
| 49 | | Lamiaceae | *Teucrium cubense* | - | - | - | 96 | - |
| 50 | | | *Acalypha phleoides* | - | - | - | 9 | - |
| 51 | | | *Piqueria trinervia* | - | - | - | 2 | - |
| 52 | | | *Salvia nana* | - | - | - | 43 | - |
| 53 | | | *Salvia tiliifolia* | - | - | - | 222 | - |
| 54 | | Scrophulariaceae | *Tagetes lunulata* | - | - | - | 14 | - |
| 55 | | Verbenaceae | *Aloysia wrightii* | - | - | - | 9 | - |
| 56 | | | *Verbena canescens* | - | - | - | 3 | - |
| 57 | Malpighiales | Euphorbiaceae | *Euphorbia graminea* | - | - | - | 125 | - |
| 58 | | | *Euphorbia indivisa* | - | - | - | 310 | - |
| 59 | | | *Gaga chaerophylla* | - | Apéndice II | - | 18 | - |
| 60 | Malvales | Malvaceae | *Malva parviflora* | - | - | - | 118 | - |
| 61 | | | *Sphaeralcea angustifolia* | - | - | - | 7 | - |
| 62 | Oxalidales | Oxalidaceae | *Atriplex canescens* | - | - | - | 19 | - |
| 63 | | | *Muhlenbergia emersleyi* | - | - | - | 116 | - |
| 64 | | | *Muhlenbergia repens* | - | - | - | 1319 | - |
| 65 | | | *Myriopteris myriophylla* | - | - | - | 63 | - |
| 66 | | | *Oxalis corniculata* | - | - | - | 366 | - |
| 67 | | | *Oxalis decaphylla* | - | - | - | 192 | - |
| 68 | | | *Rhus trilobata* | - | - | - | 1 | - |
| 69 | Poales | Poaceae | *Aristida adscensionis* | - | - | - | 1 | - |
| 70 | | | *Bouteloua gracilis* | - | - | - | 11 | - |
| 71 | | | *Dahlia pinnata* | - | - | - | 2 | - |
| 72 | | | *Eragrostis curvula* | - | - | - | 90 | - |
| 73 | | | *Eragrostis intermedia* | - | - | - | 120 | - |
| 74 | | | *Erioneuron avenaceum* | - | - | - | 10 | - |
| 75 | | | *Melampodium sericeum* | - | - | - | 29 | - |
| 76 | | | *Piptochaetium fimbriatum* | - | - | - | 465 | - |
| 77 | | | *Sporobolus indicus* | - | - | - | 34 | - |
| 78 | | | *Trachypogon spicatus* | - | - | - | 913 | - |
| 79 | | | *Tripogandra purpurascens* | - | - | - | 1 | - |
| 80 | Polypodiales | Pteridaceae | *Argyrochosma incana* | - | - | - | 281 | - |
| 81 | | | *Cheilanthes mexicana* | - | - | - | 146 | - |
| 82 | | | *Gaga kaulfussii* | - | - | - | 205 | - |
| 83 | | | *Milla biflora* | - | - | - | 2 | - |
| 84 | | | *Oxalis latifolia* | - | - | - | 187 | - |
| 85 | | | *Pellaea ternifolia* | - | - | - | 46 | - |
| 86 | Sapindales | Anacardiaceae | *Toxicodendron radicans* | - | - | - | 424 | - |
| 87 | Saxifragales | Crassulaceae | *Eleusine multiflora* | - | - | - | 803 | - |
| 88 | Solanales | Convolvulaceae | *Dichondra argentea* | - | - | - | 2543 | - |
| 89 | | | *Evolvulus alsinoides* | - | - | - | 29 | - |
| 90 | | | *Hieracium crepidispermum* | - | - | - | 4 | - |
| 91 | | | *Ipomoea capillacea* | - | - | - | 229 | - |
| 92 | | | *Ipomoea pubescens* | - | - | - | 27 | - |
| 93 | | Solanaceae | *Physalis leptophylla* | - | - | - | 10 | - |
| 94 | | | *Purshia mexicana* | - | - | LC | 1 | - |
| 95 | Vitales | Vitaceae | *Vitis tiliifolia* | - | - | - | 33 | - |

## ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA

El valor de importancia es la suma de la densidad relativa, la dominancia relativa y la frecuencia de una especie en una comunidad, se mide en una escala que va de 0 a 3.00 y la especie es más dominante en una comunidad en la medida que sea mayor su valor de importancia.

Con la obtención del Índice de Valor de importancia a través de la integración de los valores relativos para cada especie, es posible inferir el desarrollo, la ecología y adaptación de esa especie dentro de una comunidad determinada.

Para el cálculo del valor de importancia se necesita de la frecuencia relativa, además del cálculo de la densidad y la dominancia relativas. El valor de importancia es la suma de la frecuencia relativa, más la densidad y la dominancia relativas. A continuación, se muestran las relaciones para la obtención del valor de importancia de las especies encontradas en el SAR.

**Densidad absoluta** = Número de individuos de la especie

**Densidad relativa =** (Densidad absoluta / Densidad absoluta de todas las especies) x 100

**Dominancia absoluta =** Cobertura de la especie / Superficie muestreada

**Dominancia relativa =** (Dominancia absoluta de la especie / Dominancia absoluta de todas las especies) x 100

**Frecuencia absoluta =** Número de veces que aparece una determinada especie con relación al número de muestreos / Número de muestreos totales

**Frecuencia relativa =** (Frecuencia absoluta / Frecuencia absoluta de todas las especies) x 100

**Valor de importancia =** Densidad relativa + Dominancia relativa + Frecuencia relativa.

A continuación, se presentan los índices de flora para la obtención del valor de importancia por tipo de suelo.

## VALOR DE IMPORTANCIA PARA BOSQUE DE PINO-ENCINO (BPQ)

### Estrato arbóreo

La tabla, presenta el Valor de Importancia (IVI) de diferentes especies arbóreas en un área específica (BPQ), junto con los datos utilizados para su cálculo. Se puede observar que, para este tipo de vegetación, se encontraron 3 especies arbóreas, *Juniperus deppeana*, *Pinus cembroides* y *Quercus potosina.* Para el caso de *Juniperus deppeana* su IVI indica que es la especie más dominante e importante en el estrato arbóreo del BPQ. Contribuye de forma significativa a la estructura y composición del bosque. Por otro lado, el *Pinus cembroides* su IVI es bajo en comparación con *Juniperus deppeana*. Si bien su frecuencia relativa es considerable, su baja densidad y dominio sugieren que es un componente menor de la comunidad arbórea en términos de abundancia y cobertura.

Finalmente, para el caso de *Quercus potosina* posee un IVI más bajo de las tres especies. Esto indica que *Quercus potosina* es la especie menos importante en el estrato arbóreo de BPQ, principalmente debido a su baja abundancia y frecuencia, a pesar de que algunos árboles individuales tienen cierto impacto espacial.

*Tabla IV. 10. Valor de importancia para el estrato arbóreo de BPQ.*

| ID | Nombre científico | Individuos | Área de copa | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa | Densidad relativa | Dominancia absoluta | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Juniperus deppeana* | 126 | 2271.24 | 4 | 44.44 | 94.03 | 0.57 | 92.73 | 77.07 |
| 2 | *Pinus cembroides* | 4 | 15.39 | 3 | 33.33 | 2.99 | 0.00 | 0.63 | 12.32 |
| 3 | *Quercus potosina* | 4 | 162.77 | 2 | 22.22 | 2.99 | 0.04 | 6.65 | 10.62 |
| | | 134 | | 9 | | | 0.61 | | |

## Estrato arbustivo

A diferencia del estrato arbóreo dominado por una sola especie (*Juniperus deppeana* ), el estrato arbustivo en BPQ se caracteriza por la codominancia de unas pocas especies clave, *Quercus striatula* es el arbusto más importante, líder en términos de abundancia, densidad y dominio espacial; *Purshia mexicana* es la segunda más importante y también contribuye significativamente a la densidad y al dominio; y *Brickellia veronicifolia* es la tercera especie más importante, principalmente debido a su elevado número de individuos.

Las seis especies restantes desempeñan un papel mucho menor, a menudo secundario, en la estructura y composición general del estrato arbustivo, siendo algunas, como *Rhus virens* y *Salvia microphylla*, extremadamente raras. Esto sugiere una comunidad arbustiva donde unas pocas especies tienen un gran éxito y forman la estructura principal, mientras que muchas otras están presentes, pero son mucho menos significativas.

*Tabla IV. 11. Valor de importancia para el estrato arbustivo de BPQ.*

| ID | Nombre científico | Individuos | Área de copa | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa | Densidad relativa | Dominancia absoluta | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Bouvardia ternifolia* | 16 | 0.08 | 4 | 16 | 1.49 | 0.00002 | 3.81 | 7.10 |
| 2 | *Brickellia veronicifolia* | 222 | 0.25 | 4 | 16 | 20.61 | 0.00006 | 11.47 | 16.03 |
| 3 | *Lonicera pilosa* | 11 | 0.20 | 2 | 8 | 1.02 | 0.00005 | 9.33 | 6.12 |
| 4 | *Mimosa biuncifera* | 17 | 0.22 | 3 | 12 | 1.58 | 0.00005 | 10.17 | 7.92 |
| 5 | *Purshia mexicana* | 359 | 0.44 | 4 | 16 | 33.33 | 0.00011 | 20.38 | 23.24 |
| 6 | *Quercus striatula* | 437 | 0.66 | 4 | 16 | 40.58 | 0.00016 | 30.50 | 29.03 |
| 7 | *Rhus trilobata* | 10 | 0.13 | 2 | 8 | 0.93 | 0.00003 | 6.13 | 5.02 |
| 8 | *Rhus virens* | 4 | 0.08 | 1 | 4 | 0.37 | 0.00002 | 3.48 | 2.62 |
| 9 | *Salvia microphylla* | 1 | 0.10 | 1 | 4 | 0.09 | 0.00003 | 4.74 | 2.94 |
| | | 1077 | | 25 | | | 0.0005385 | | |

## Estrato cactáceo

Para el caso del Bosque de Pino-Encino no se encontraron especies de cactáceas.

**Estrato herbáceo**

De manera general, existe una alta diversidad debido a la presencia de 35 especies herbáceas distintas lo que indica una cobertura vegetal rica y diversa. Los valores de IVI son consistentemente bajos, lo que refleja que ninguna especie herbácea domina significativamente todo el estrato. Esto es típico de los estratos herbáceos, que suelen caracterizarse por numerosas plantas.

El estrato herbáceo del BPQ es muy diverso, pero predominan unas pocas especies clave de gramíneas. *Trachypogon spicatus* es la más importante debido a su extensa cobertura vegetal, seguida de *Dichondra argéntea* y *Oxalis hernandezii*. La mayoría de las demás especies herbáceas contribuyen solo marginalmente a la estructura e importancia general de este estrato, lo que indica una comunidad con unas pocas especies fundamentales y muchas otras presentes en bajas densidades o con una cobertura mínima. Este tipo de estructura comunitaria es común en ambientes semiáridos como Sombrerete, Zacatecas, donde las gramíneas y otras plantas herbáceas resistentes forman la cobertura vegetal entre arbustos y árboles de mayor tamaño.

*Tabla IV. 12. Valor de importancia para el estrato herbáceo de BPQ.*

| ID | Nombre científico | Individuos | Área de copa | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa | Densidad relativa | Dominancia absoluta | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Ageratina petiolaris* | 125 | 0.070 | 11 | 7.05 | 4.60 | 0.0044 | 4.08 | 5.24 |
| 2 | *Argyrochosma incana* | 176 | 0.002 | 2 | 1.28 | 6.47 | 0.0001 | 0.11 | 2.62 |
| 3 | *Arracacia pringlei* | 16 | 0.018 | 4 | 2.56 | 0.59 | 0.0011 | 1.03 | 1.39 |
| 4 | *Asphodelus fistulosus* | 102 | 0.124 | 7 | 4.49 | 3.75 | 0.0077 | 7.21 | 5.15 |
| 5 | *Brassica rapa* | 6 | 0.010 | 3 | 1.92 | 0.22 | 0.0006 | 0.58 | 0.91 |
| 6 | *Castilleja tenuiflora* | 3 | 0.003 | 2 | 1.28 | 0.11 | 0.0002 | 0.15 | 0.51 |
| 7 | *Cheilanthes mexicana* | 51 | 0.004 | 4 | 2.56 | 1.88 | 0.0002 | 0.22 | 1.55 |
| 8 | *Dichondra argentea* | 619 | 0.000 | 6 | 3.85 | 22.77 | 0.0000 | 0.03 | 8.88 |
| 9 | *Echeveria mucronata* | 6 | 0.008 | 1 | 0.64 | 0.22 | 0.0005 | 0.46 | 0.44 |
| 10 | *Eleusine multiflora* | 100 | 0.166 | 4 | 2.56 | 3.68 | 0.0104 | 9.69 | 5.31 |
| 11 | *Erodium cicutarium* | 4 | 0.005 | 1 | 0.64 | 0.15 | 0.0003 | 0.29 | 0.36 |
| 12 | *Euphorbia indivisa* | 11 | 0.005 | 3 | 1.92 | 0.40 | 0.0003 | 0.28 | 0.87 |
| 13 | *Galium mexicanum* | 7 | 0.003 | 4 | 2.56 | 0.26 | 0.0002 | 0.16 | 1.00 |
| 14 | *Geranium richardsonii* | 16 | 0.004 | 3 | 1.92 | 0.59 | 0.0002 | 0.22 | 0.91 |
| 15 | *Gomphrena serrata* | 156 | 0.010 | 8 | 5.13 | 5.74 | 0.0006 | 0.59 | 3.82 |
| 16 | *Gymnosperma glutinosum* | 14 | 0.004 | 3 | 1.92 | 0.51 | 0.0002 | 0.22 | 0.89 |
| 17 | *Malva parviflora* | 25 | 0.002 | 3 | 1.92 | 0.92 | 0.0001 | 0.12 | 0.99 |
| 18 | *Milla biflora* | 1 | 0.001 | 1 | 0.64 | 0.04 | 0.0000 | 0.04 | 0.24 |
| 19 | *Muhlenbergia emersleyi* | 6 | 0.049 | 1 | 0.64 | 0.22 | 0.0031 | 2.86 | 1.24 |
| 20 | *Oxalis decaphylla* | 33 | 0.001 | 3 | 1.92 | 1.21 | 0.0001 | 0.08 | 1.07 |
| 21 | *Oxalis hernandezii* | 373 | 0.004 | 12 | 7.69 | 13.72 | 0.0002 | 0.22 | 7.21 |
| 22 | *Oxalis latifolia* | 62 | 0.090 | 8 | 5.13 | 2.28 | 0.0057 | 5.27 | 4.23 |
| 23 | *Parthenium bipinnatifidum* | 50 | 0.002 | 3 | 1.92 | 1.84 | 0.0001 | 0.12 | 1.30 |

| ID | Nombre científico | Individuos | Área de copa | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa | Densidad relativa | Dominancia absoluta | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 24 | *Phaseolus maculatus* | 120 | 0.002 | 7 | 4.49 | 4.41 | 0.0001 | 0.13 | 3.01 |
| 25 | *Physalis leptophylla* | 1 | 0.002 | 1 | 0.64 | 0.04 | 0.0001 | 0.11 | 0.26 |
| 26 | *Piptochaetium fimbriatum* | 77 | 0.166 | 2 | 1.28 | 2.83 | 0.0104 | 9.67 | 4.59 |
| 27 | *Psacalium sinuatum* | 24 | 0.032 | 5 | 3.21 | 0.88 | 0.0020 | 1.85 | 1.98 |
| 28 | *Salvia tiliifolia* | 98 | 0.021 | 13 | 8.33 | 3.60 | 0.0013 | 1.21 | 4.38 |
| 29 | *Stevia lucida* | 33 | 0.008 | 2 | 1.28 | 1.21 | 0.0005 | 0.45 | 0.98 |
| 30 | *Tagetes filifolia* | 98 | 0.002 | 5 | 3.21 | 3.60 | 0.0001 | 0.09 | 2.30 |
| 31 | *Teucrium cubense* | 41 | 0.005 | 7 | 4.49 | 1.51 | 0.0003 | 0.29 | 2.09 |
| 32 | *Toxicodendron radicans* | 81 | 0.006 | 5 | 3.21 | 2.98 | 0.0004 | 0.37 | 2.18 |
| 33 | *Trachypogon spicatus* | 152 | 0.884 | 8 | 5.13 | 5.59 | 0.0552 | 51.50 | 20.74 |
| 34 | *Tradescantia crassifolia* | 9 | 0.004 | 3 | 1.92 | 0.33 | 0.0002 | 0.22 | 0.82 |
| 35 | *Vitis tiliifolia* | 23 | 0.001 | 1 | 0.6410 | 0.85 | 0.0001 | 0.07 | 0.52 |
| | | 2719 | | 156 | | | 0.1072 | | |

## VALOR DE IMPORTANCIA PARA BOSQUE DE ENCINO-PINO (BQP)

### Estrato arbóreo

Esta tabla confirma firmemente que *Juniperus deppeana* (IVI: 76.236) es la especie absolutamente dominante en el estrato arbóreo del BQP. Representa la gran mayoría de los individuos, está presente en casi la mitad de las muestras y cubre la mayor parte del dosel.
*Pinus cembroides* (IVI: 10.875) es claramente la segunda especie en importancia, mostrando una presencia significativa tanto en términos de individuos como de frecuencia.
*Quercus rugosa* (IVI: 6.431) surge como la tercera especie arbórea más importante, contribuyendo más que *Quercus potosina*.

Las especies restantes (*Populus tremuloides*, *Buddleja cordata*, *Prunus serotina*, *Quercus potosina* y *Quercus grisea*) son componentes menores o incidentales del estrato arbóreo, con valores de IVI muy bajos, lo que indica que no contribuyen significativamente a la estructura general ni a los procesos ecológicos del bosque en comparación con las especies dominantes.
La comparación con la "Tabla IV. 10." sugiere que mientras *Juniperus deppeana* sigue siendo consistentemente dominante, esta tabla actual proporciona una imagen más completa de las especies menos dominantes, destacando los roles de *Pinus cembroides* y *Quercus rugosa* como componentes secundarios importantes.

*Tabla IV. 13. Valor de importancia para el estrato arbóreo de BQP.*

| ID | Nombre científico | Individuos | Área de copa | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa | Densidad relativa | Dominancia absoluta | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Populus tremuloides* | 1 | 3.80 | 1 | 1.56 | 0.04 | 0.00012 | 0.024 | 0.544 |
| 2 | *Pinus cembroides* | 78 | 662.37 | 16 | 25.00 | 3.51 | 0.02137 | 4.117 | 10.875 |
| 3 | *Juniperus deppeana* | 2090 | 13884.64 | 31 | 48.44 | 93.97 | 0.44789 | 86.295 | 76.236 |
| 4 | *Buddleja cordata* | 2 | 13.55 | 2 | 3.13 | 0.09 | 0.00044 | 0.084 | 1.100 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | *Prunus serotina* | 1 | 0.00 | 1 | 1.56 | 0.04 | 0.00000 | 0.000 | 0.536 |
| 6 | *Quercus potosina* | 10 | 339.61 | 5 | 7.81 | 0.45 | 0.01096 | 2.111 | 3.458 |
| 7 | *Quercus rugosa* | 39 | 1062.07 | 7 | 10.94 | 1.75 | 0.03426 | 6.601 | 6.431 |
| 8 | *Quercus Grisea* | 3 | 123.72 | 1 | 1.56 | 0.13 | 0.00399 | 0.769 | 0.822 |
| | | 2224 | | 64 | | | 0.51902 | | |

**Estrato arbustivo**

En la siguiente tabla, se muestra el IVI para el estrato arbustivo de BQP, se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI) de 25 especies arbustivas diferentes en el área de BQP.

El estrato arbustivo del BQP es una comunidad rica y diversa, dominada principalmente por *Quercus striatula* y *Purshia mexicana*, que contribuyen significativamente al número de individuos, la distribución y la cobertura general. *Rhus trilobata* también desempeña un papel crucial debido a su considerable dominio espacial. Varias otras especies contribuyen moderadamente, mientras que un gran número de especies está presente, pero con una importancia muy baja, lo que indica un paisaje arbustivo heterogéneo con unas pocas especies fundamentales que sustentan una alta diversidad de componentes menores.

*Tabla IV. 14. Valor de importancia para el estrato arbustivo de BQP.*

| ID | Nombre científico | Individuos | Área de copa | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa | Densidad relativa | Dominancia absoluta | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Ageratina petiolaris* | 198 | 3.44 | 9 | 5.17 | 3.84 | 0.00011 | 5.89 | 4.97 |
| 2 | *Ageratina scorodonioides* | 84 | 2.47 | 4 | 2.30 | 1.63 | 0.00008 | 4.23 | 2.72 |
| 3 | *Arctostaphylos pungens* | 262 | 10.71 | 5 | 2.87 | 5.08 | 0.00035 | 18.33 | 8.76 |
| 4 | *Baccharis salicifolia* | 110 | 0.26 | 1 | 0.57 | 2.13 | 0.00001 | 0.44 | 1.05 |
| 5 | *Bouvardia ternifolia* | 60 | 0.14 | 7 | 4.02 | 1.16 | 0.00000 | 0.23 | 1.81 |
| 6 | *Brickellia laciniata* | 138 | 3.69 | 9 | 5.17 | 2.67 | 0.00012 | 6.32 | 4.72 |
| 7 | *Brickellia secundiflora* | 3 | 0.27 | 1 | 0.57 | 0.06 | 0.00001 | 0.47 | 0.37 |
| 8 | *Brickellia spinulosa* | 3 | 2.60 | 2 | 1.15 | 0.06 | 0.00008 | 4.46 | 1.89 |
| 9 | *Brickellia veronicifolia* | 178 | 2.05 | 9 | 5.17 | 3.45 | 0.00007 | 3.52 | 4.05 |
| 10 | *Forestiera durangensis* | 26 | 2.20 | 2 | 1.15 | 0.50 | 0.00007 | 3.76 | 1.81 |
| 11 | *Forestiera phillyreoides* | 29 | 6.23 | 8 | 4.60 | 0.56 | 0.00020 | 10.66 | 5.27 |
| 12 | *Garrya ovata* | 6 | 0.26 | 2 | 1.15 | 0.12 | 0.00001 | 0.45 | 0.57 |
| 13 | *Gymnosperma glutinosum* | 225 | 4.26 | 12 | 6.90 | 4.36 | 0.00014 | 7.30 | 6.19 |
| 14 | *Lonicera pilosa* | 11 | 0.22 | 3 | 1.72 | 0.21 | 0.00001 | 0.37 | 0.77 |
| 15 | *Mimosa aculeaticarpa* | 112 | 2.08 | 8 | 4.60 | 2.17 | 0.00007 | 3.56 | 3.44 |
| 16 | *Mimosa biuncifera* | 102 | 1.66 | 13 | 7.47 | 1.98 | 0.00005 | 2.84 | 4.10 |
| 17 | *Prunus serotina* | 5 | 0.67 | 3 | 1.72 | 0.10 | 0.00002 | 1.14 | 0.99 |
| 18 | *Purshia mexicana* | 898 | 4.87 | 26 | 14.94 | 17.41 | 0.00016 | 8.33 | 13.56 |
| 19 | *Quercus striatula* | 1364 | 2.93 | 16 | 9.20 | 26.44 | 0.00009 | 5.02 | 13.55 |
| 20 | *Rhus trilobata* | 658 | 5.66 | 22 | 12.64 | 12.75 | 0.00018 | 9.68 | 11.69 |
| 21 | *Rhus virens* | 5 | 0.27 | 2 | 1.15 | 0.10 | 0.00001 | 0.46 | 0.57 |
| 22 | *Salvia microphylla* | 29 | 0.07 | 1 | 0.57 | 0.56 | 0.00000 | 0.11 | 0.42 |
| 23 | *Tetradymia glabrata* | 619 | 0.61 | 2 | 1.15 | 12.00 | 0.00002 | 1.04 | 4.73 |
| 24 | *Verbesina serrata* | 28 | 0.53 | 6 | 3.45 | 0.54 | 0.00002 | 0.91 | 1.63 |
| 25 | *Zaluzania augusta* | 6 | 0.28 | 1 | 0.57 | 0.12 | 0.00001 | 0.48 | 0.39 |
| | | 5159 | | 174 | | | 0.00188391 | | |

**Estrato cactáceo**

La siguiente tabla presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI) de 8 especies diferentes dentro del estrato de cactáceas.

El estrato cactáceo en BQP está claramente dominado por *Opuntia engelmannii* (IVI: 36.94), principalmente debido a su excepcionalmente alta dominancia espacial. Esto sugiere que grandes parches o individuos de esta especie de tuna cubren una porción sustancial del terreno. *Agave parryi* (IVI: 21,27) y *Yucca filifera* (IVI: 17,30) también son componentes muy importantes, que contribuyen significativamente a través de su abundancia/densidad y presencia generalizada (alta frecuencia). *Opuntia robusta* (IVI: 11.36) es una especie de importancia moderada por su frecuencia y densidad, aunque sus plantas individuales no contribuyen tanto a la cobertura como *O. engelmanii*. Las especies *de Mammillaria (heyderi, longiflora, petterssonii*) y *Opuntia streptacantha* son componentes menores con valores de IVI muy bajos.

*Tabla IV. 15. Valor de importancia para el estrato cactáceo de BQP.*

| ID | Nombre científico | Individuos | Área de copa | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa | Densidad relativa | Dominancia absoluta | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Agave parryi* | 32 | 0.5113 | 3 | 12 | 43.84 | 1.6E-05 | 7.97 | 21.27 |
| 2 | *Mammillaria heyderi* | 5 | 0.0025 | 2 | 8 | 6.85 | 8.1E-08 | 0.04 | 4.96 |
| 3 | *Mammillaria longiflora* | 1 | 0.0014 | 1 | 4 | 1.37 | 4.5E-08 | 0.02 | 1.80 |
| 4 | *Mammillaria petterssonii* | 2 | 0.007 | 1 | 4 | 2.74 | 2.3E-07 | 0.11 | 2.28 |
| 5 | *Opuntia engelmanii* | 10 | 4.95 | 5 | 20 | 13.70 | 1.6E-04 | 77.12 | 36.94 |
| 6 | *Opuntia robusta* | 10 | 0.0239 | 5 | 20 | 13.70 | 7.7E-07 | 0.37 | 11.36 |
| 7 | *Opuntia streptacantha* | 3 | 0.0108 | 2 | 8 | 4.11 | 3.5E-07 | 0.17 | 4.09 |
| 8 | *Yucca filifera* | 10 | 0.9117 | 6 | 24 | 13.70 | 2.9E-05 | 14.20 | 17.30 |
| | | 73 | | 25 | | | 2.1E-04 | | |

**Estrato herbáceo**

La siguiente tabla presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI) para las especies herbáceas del estrato BQP, cabe destacar que la presencia de tantas especies subraya la rica biodiversidad de la capa herbácea.

Las especies con los valores de importancia más altos están determinadas principalmente por su abrumadora cantidad de individuos y su amplia distribución. Siendo las especies más importantes las siguientes: *Tagetes filifolia* (IVI: 7.728) la especie más extendida y abundante; *Trachypogon spicatus* (IVI: 7.472) la especie más dominante en términos de cobertura espacial; *Muhlenbergia repens* (IVI: 5.388); *Oxalis hernandezii* (IVI: 5.314) y *Parthenium bipinnatifidum* (IVI: 3.613) también son muy importantes debido a su gran abundancia y frecuencia; *Eragrostis curvula* (IVI: 13.050) destaca por su dominancia relativa excepcionalmente alta, lo que sugiere que forma parches densos de cobertura del suelo; *Stipa tenuifolia* (IVI: 4.027) también importante por su alta dominancia relativa; y finalmente *Dichondra argentea* (IVI: 4.997) muy abundante y frecuente, incluso si las plantas individuales son pequeñas.

La gran mayoría de las especies herbáceas presentan valores de IVI muy bajos, lo que indica su rareza, baja abundancia o mínima cobertura espacial. Contribuyen a la diversidad general, pero no significativamente a la dominancia estructural del estrato.

*Tabla IV. 16. Valor de importancia para el estrato herbáceo de BQP.*

| ID | Nombre científico | Individuos | Área de copa | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa | Densidad relativa | Dominancia absoluta | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Atriplex canescens* | 11 | 0.150 | 5 | 0.653 | 0.073 | 0.00121 | 0.516 | 0.414 |
| 2 | *Muhlenbergia repens* | 1259 | 0.790 | 39 | 5.091 | 8.352 | 0.00637 | 2.720 | 5.388 |
| 3 | *Acalypha phleoides* | 8 | 0.003 | 2 | 0.261 | 0.053 | 0.00002 | 0.009 | 0.108 |
| 4 | *Ageratina gracilis* | 7 | 0.900 | 3 | 0.392 | 0.046 | 0.00726 | 3.099 | 1.179 |
| 5 | *Ageratina petiolaris* | 247 | 0.223 | 26 | 3.394 | 1.639 | 0.00180 | 0.767 | 1.933 |
| 6 | *Alchemilla procumbens* | 233 | 0.252 | 19 | 2.480 | 1.546 | 0.00203 | 0.868 | 1.631 |
| 7 | *Argyrochosma incana* | 105 | 0.005 | 5 | 0.653 | 0.697 | 0.00004 | 0.017 | 0.455 |
| 8 | *Aristida adscensionis* | 1 | 0.010 | 1 | 0.131 | 0.007 | 0.00008 | 0.034 | 0.057 |
| 9 | *Arracacia pringlei* | 97 | 0.062 | 14 | 1.828 | 0.643 | 0.00050 | 0.213 | 0.895 |
| 10 | *Artemisia ludoviciana* | 28 | 0.005 | 4 | 0.522 | 0.186 | 0.00004 | 0.017 | 0.242 |
| 11 | *Asphodelus fistulosus* | 16 | 0.035 | 2 | 0.261 | 0.106 | 0.00029 | 0.122 | 0.163 |
| 12 | *Astragalus diphacus* | 7 | 0.001 | 2 | 0.261 | 0.046 | 0.00001 | 0.005 | 0.104 |
| 13 | *Baccharis salicifolia* | 150 | 0.527 | 17 | 2.219 | 0.995 | 0.00425 | 1.815 | 1.676 |
| 14 | *Berlandiera lyrata* | 6 | 0.001 | 1 | 0.131 | 0.040 | 0.00001 | 0.004 | 0.058 |
| 15 | *Bidens bipinnata* | 1 | 0.000 | 1 | 0.131 | 0.007 | 0.00000 | 0.001 | 0.046 |
| 16 | *Bouteloua gracilis* | 4 | 0.020 | 2 | 0.261 | 0.027 | 0.00016 | 0.069 | 0.119 |
| 17 | *Brassica rapa* | 32 | 0.027 | 8 | 1.044 | 0.212 | 0.00021 | 0.091 | 0.449 |
| 18 | *Brickellia veronicifolia* | 12 | 0.060 | 2 | 0.261 | 0.080 | 0.00048 | 0.207 | 0.182 |
| 19 | *Castilleja tenuiflora* | 11 | 0.003 | 2 | 0.261 | 0.073 | 0.00002 | 0.009 | 0.114 |
| 20 | *Cheilanthes mexicana* | 77 | 0.083 | 7 | 0.914 | 0.511 | 0.00067 | 0.285 | 0.570 |
| 21 | *Cosmos parviflorus* | 8 | 0.001 | 2 | 0.261 | 0.053 | 0.00001 | 0.005 | 0.106 |
| 22 | *Cyperus seslerioides* | 72 | 0.295 | 6 | 0.783 | 0.478 | 0.00238 | 1.014 | 0.758 |
| 23 | *Dahlia pinnata* | 2 | 0.004 | 1 | 0.131 | 0.013 | 0.00003 | 0.013 | 0.052 |
| 24 | *Dichondra argentea* | 1885 | 0.001 | 19 | 2.480 | 12.505 | 0.00001 | 0.005 | 4.997 |
| 25 | *Dysphania ambrosioides* | 30 | 0.017 | 6 | 0.783 | 0.199 | 0.00014 | 0.058 | 0.347 |
| 26 | *Dyssodia papposa* | 14 | 0.060 | 6 | 0.783 | 0.093 | 0.00048 | 0.207 | 0.361 |
| 27 | *Echeandia flavescens* | 180 | 0.060 | 6 | 0.783 | 1.194 | 0.00048 | 0.207 | 0.728 |
| 28 | *Echeveria mucronata* | 10 | 0.016 | 2 | 0.261 | 0.066 | 0.00013 | 0.054 | 0.127 |
| 29 | *Eleusine multiflora* | 554 | 2.290 | 32 | 4.178 | 3.675 | 0.01846 | 7.883 | 5.245 |
| 30 | *Eragrostis curvula* | 28 | 0.270 | 8 | 1.044 | 0.186 | 0.00218 | 0.930 | 0.720 |
| 31 | *Eragrostis intermedia* | 60 | 10.800 | 12 | 1.567 | 0.398 | 0.08710 | 37.187 | 13.050 |
| 32 | *Erioneuron avenaceum* | 10 | 0.500 | 2 | 0.261 | 0.066 | 0.00403 | 1.722 | 0.683 |
| 33 | *Erodium cicutarium* | 95 | 0.012 | 3 | 0.392 | 0.630 | 0.00009 | 0.040 | 0.354 |
| 34 | *Euphorbia graminea* | 98 | 0.160 | 13 | 1.697 | 0.650 | 0.00129 | 0.549 | 0.966 |
| 35 | *Euphorbia indivisa* | 299 | 0.025 | 16 | 2.089 | 1.984 | 0.00021 | 0.088 | 1.387 |
| 36 | *Evolvulus alsinoides* | 15 | 0.011 | 4 | 0.522 | 0.100 | 0.00009 | 0.039 | 0.220 |

| ID | Nombre científico | Individuos | Área de copa | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa | Densidad relativa | Dominancia absoluta | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 37 | *Gaga chaerophylla* | 10 | 0.000 | 2 | 0.261 | 0.066 | 0.00000 | 0.000 | 0.109 |
| 38 | *Gaga kaulfussii* | 205 | 0.006 | 12 | 1.567 | 1.360 | 0.00005 | 0.020 | 0.982 |
| 39 | *Galium mexicanum* | 22 | 0.003 | 4 | 0.522 | 0.146 | 0.00002 | 0.010 | 0.226 |
| 40 | *Geranium richardsonii* | 1 | 0.001 | 1 | 0.131 | 0.007 | 0.00001 | 0.004 | 0.047 |
| 41 | *Gomphrena serrata* | 359 | 0.029 | 22 | 2.872 | 2.382 | 0.00023 | 0.100 | 1.784 |
| 42 | *Grindelia inuloides* | 42 | 0.009 | 2 | 0.261 | 0.279 | 0.00007 | 0.030 | 0.190 |
| 43 | *Gymnosperma glutinosum* | 88 | 0.034 | 13 | 1.697 | 0.584 | 0.00027 | 0.116 | 0.799 |
| 44 | *Heterosperma pinnatum* | 20 | 0.023 | 5 | 0.653 | 0.133 | 0.00018 | 0.079 | 0.288 |
| 45 | *Hieracium crepidispermum* | 4 | 0.001 | 2 | 0.261 | 0.027 | 0.00001 | 0.002 | 0.097 |
| 46 | *Hoffmannseggia glauca* | 21 | 0.004 | 6 | 0.783 | 0.139 | 0.00003 | 0.015 | 0.312 |
| 47 | *Hydrocotyle ranunculoides* | 31 | 0.001 | 2 | 0.261 | 0.206 | 0.00001 | 0.002 | 0.156 |
| 48 | *Ipomoea capillacea* | 229 | 0.004 | 13 | 1.697 | 1.519 | 0.00003 | 0.014 | 1.077 |
| 49 | *Ipomoea pubescens* | 27 | 0.002 | 6 | 0.783 | 0.179 | 0.00002 | 0.006 | 0.323 |
| 50 | *Lippia umbellata* | 41 | 0.006 | 3 | 0.392 | 0.272 | 0.00005 | 0.020 | 0.228 |
| 51 | *Lysiloma divaricatum* | 2 | 0.020 | 1 | 0.131 | 0.013 | 0.00016 | 0.069 | 0.071 |
| 52 | *Malva parviflora* | 81 | 0.008 | 11 | 1.436 | 0.537 | 0.00006 | 0.027 | 0.667 |
| 53 | *Mecardonia procumbens* | 11 | 0.008 | 3 | 0.392 | 0.073 | 0.00007 | 0.029 | 0.165 |
| 54 | *Melampodium sericeum* | 29 | 0.010 | 5 | 0.653 | 0.192 | 0.00008 | 0.034 | 0.293 |
| 55 | *Milla biflora* | 1 | 0.001 | 1 | 0.131 | 0.007 | 0.00001 | 0.002 | 0.047 |
| 56 | *Muhlenbergia emersleyi* | 110 | 0.346 | 5 | 0.653 | 0.730 | 0.00279 | 1.193 | 0.858 |
| 57 | *Myriopteris myriophylla* | 63 | 0.002 | 4 | 0.522 | 0.418 | 0.00002 | 0.007 | 0.316 |
| 58 | *Oxalis corniculata* | 366 | 0.086 | 9 | 1.175 | 2.428 | 0.00069 | 0.294 | 1.299 |
| 59 | *Oxalis decaphylla* | 159 | 0.003 | 9 | 1.175 | 1.055 | 0.00002 | 0.010 | 0.746 |
| 60 | *Oxalis hernandezii* | 1411 | 0.016 | 50 | 6.527 | 9.360 | 0.00013 | 0.054 | 5.314 |
| 61 | *Oxalis latifolia* | 125 | 0.136 | 12 | 1.567 | 0.829 | 0.00109 | 0.467 | 0.954 |
| 62 | *Parthenium bipinnatifidum* | 1213 | 0.015 | 21 | 2.742 | 8.047 | 0.00012 | 0.051 | 3.613 |
| 63 | *Pellaea ternifolia* | 15 | 0.101 | 6 | 0.783 | 0.100 | 0.00081 | 0.347 | 0.410 |
| 64 | *Phaseolus maculatus* | 15 | 0.001 | 2 | 0.261 | 0.100 | 0.00001 | 0.002 | 0.121 |
| 65 | *Physalis leptophylla* | 9 | 0.006 | 3 | 0.392 | 0.060 | 0.00005 | 0.020 | 0.157 |
| 66 | *Piptochaetium fimbriatum* | 388 | 1.161 | 14 | 1.828 | 2.574 | 0.00937 | 3.999 | 2.800 |
| 67 | *Piqueria trinervia* | 2 | 0.002 | 1 | 0.131 | 0.013 | 0.00002 | 0.008 | 0.051 |
| 68 | *Prochnyanthes mexicana* | 17 | 0.003 | 4 | 0.522 | 0.113 | 0.00002 | 0.010 | 0.215 |
| 69 | *Psacalium peltatum* | 1 | 0.005 | 1 | 0.131 | 0.007 | 0.00004 | 0.017 | 0.051 |
| 70 | *Psacalium sinuatum* | 14 | 0.038 | 6 | 0.783 | 0.093 | 0.00031 | 0.131 | 0.336 |
| 71 | *Purshia mexicana* | 1 | 1.000 | 1 | 0.131 | 0.007 | 0.00806 | 3.443 | 1.193 |
| 72 | *Rhus trilobata* | 1 | 0.850 | 1 | 0.131 | 0.007 | 0.00685 | 2.927 | 1.021 |
| 73 | *Salvia nana* | 35 | 0.022 | 5 | 0.653 | 0.232 | 0.00018 | 0.076 | 0.320 |
| 74 | *Salvia tiliifolia* | 109 | 0.019 | 12 | 1.567 | 0.723 | 0.00015 | 0.066 | 0.785 |
| 75 | *Sanvitalia procumbens* | 30 | 0.005 | 4 | 0.522 | 0.199 | 0.00004 | 0.017 | 0.246 |

| ID | Nombre científico | Individuos | Área de copa | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa | Densidad relativa | Dominancia absoluta | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 76 | *Sphaeralcea angustifolia* | 7 | 0.004 | 3 | 0.392 | 0.046 | 0.00003 | 0.013 | 0.150 |
| 77 | *Sporobolus indicus* | 33 | 0.650 | 13 | 1.697 | 0.219 | 0.00524 | 2.238 | 1.385 |
| 78 | *Stevia lucida* | 156 | 0.062 | 15 | 1.958 | 1.035 | 0.00050 | 0.212 | 1.068 |
| 79 | *Stevia serrata* | 27 | 0.010 | 5 | 0.653 | 0.179 | 0.00008 | 0.034 | 0.289 |
| 80 | *Suaeda nigra* | 103 | 2.818 | 13 | 1.697 | 0.683 | 0.02272 | 9.702 | 4.027 |
| 81 | *Tagetes filifolia* | 2463 | 0.016 | 52 | 6.789 | 16.339 | 0.00013 | 0.056 | 7.728 |
| 82 | *Tagetes lunulata* | 14 | 0.006 | 2 | 0.261 | 0.093 | 0.00005 | 0.019 | 0.124 |
| 83 | *Teucrium cubense* | 52 | 0.006 | 9 | 1.175 | 0.345 | 0.00005 | 0.022 | 0.514 |
| 84 | *Toxicodendron radicans* | 314 | 0.025 | 20 | 2.611 | 2.083 | 0.00020 | 0.087 | 1.594 |
| 85 | *Trachypogon spicatus* | 761 | 3.755 | 34 | 4.439 | 5.048 | 0.03028 | 12.930 | 7.472 |
| 86 | *Tradescantia crassifolia* | 16 | 0.003 | 2 | 0.261 | 0.106 | 0.00002 | 0.009 | 0.125 |
| 87 | *Trifolium amabile* | 137 | 0.022 | 11 | 1.436 | 0.909 | 0.00017 | 0.074 | 0.806 |
| 88 | *Tripogandra purpurascens* | 1 | 0.002 | 1 | 0.131 | 0.007 | 0.00002 | 0.007 | 0.048 |
| 89 | *Vitis tiliifolia* | 10 | 0.003 | 2 | 0.261 | 0.066 | 0.00002 | 0.009 | 0.112 |
| | | 15074 | | 766 | | | 0.23421 | | |

## VALOR DE IMPORTANCIA PARA VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO (VsaBQ)

### Estrato arbóreo

El estrato arbóreo en VSaBQ, aunque menos diverso que en BPQ, está claramente dominado por *Juniperus deppeana (*IVI: 58.49). *Pinus cembroides* (IVI: 20.18) y *Quercus rugosa* (IVI: 15.33) son especies codominantes muy importantes, que contribuyen significativamente a la estructura forestal. Las especies restantes (*Arbutus xalapensis* y *Buddleja cordata*) son componentes menores, presentes en bajas densidades y con un impacto ecológico mínimo. Esta estructura forestal es típica de entornos de gran altitud o montaña árida.

*Tabla IV. 17. Valor de importancia para el estrato arbóreo de VsaBQ.*

| ID | Nombre científico | Individuos | Área de copa | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa | Densidad relativa | Dominancia absoluta | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Arbutus Xalapensis* | 4 | 17.23 | 2 | 11.11 | 0.47 | 0.0034 | 0.50 | 4.03 |
| 2 | *Buddleja cordata* | 2 | 5.58 | 1 | 5.56 | 0.23 | 0.0011 | 0.16 | 1.98 |
| 3 | *Juniperus deppeana* | 620 | 2596.34 | 5 | 27.78 | 72.35 | 0.5193 | 75.33 | 58.49 |
| 4 | *Pinus cembroides* | 162 | 477.53 | 5 | 27.78 | 18.90 | 0.0955 | 13.86 | 20.18 |
| 5 | *Quercus rugosa* | 69 | 349.74 | 5 | 27.78 | 8.05 | 0.0699 | 10.15 | 15.33 |
| | | 857 | | 18 | | | 0.6893 | | |

### Estrato arbustivo

El estrato arbustivo en VSaBQ se caracteriza por unas pocas especies dominantes, pero con un conjunto diferente en comparación con BPQ. Las especies más importantes en este estrato son: *Stevia lucida* (IVI: 21.72), pesar de no tener el mayor recuento de individuos, es la especie más importante debido a su abrumadora dominancia espacial, lo que indica que forma parches extensos; *Ageratina scorodonioides* (IVI: 20.85) es la especie más abundante y la segunda más importante en general, contribuyendo significativamente tanto a la densidad como a la cobertura;

y *Pseudognaphalium canescens* (IVI: 19.76) la segunda especie más abundante y la tercera más importante, contribuyendo también significativamente a la densidad y cobertura.

Estas tres especies constituyen el núcleo de la comunidad arbustiva del VSaBQ. Las demás especies se encuentran en cantidades mucho menor y contribuyen significativamente menos a la estructura general y la importancia del estrato arbustivo.

Si bien ambos sitios presentan especies arbustivas dominantes, las especies específicas difieren. El BPQ estuvo dominado por *Quercus striatula* y *Purshia mexicana*, mientras que el VSaBQ está liderado por *Stevia lucida*, *Ageratina scorodonioides* y *Pseudognaphalium canescens*. *Purshia mexicana* es una especie dominante importante en el BPQ, pero un componente muy minoritario en el VSaBQ.

*Tabla IV. 18. Valor de importancia para el estrato arbustivo de VsaBQ.*

| ID | Nombre científico | Individuos | Área de copa | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa | Densidad relativa | Dominancia absoluta | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Ageratina scorodonioides* | 111 | 0.55 | 5 | 21.74 | 25.58 | 0.00011 | 15.25 | 20.85 |
| 2 | *Artemisia ludoviciana* | 26 | 0.17 | 2 | 8.70 | 5.99 | 0.00003 | 4.75 | 6.48 |
| 3 | *Brickellia laciniata* | 25 | 0.09 | 1 | 4.35 | 5.76 | 0.00002 | 2.38 | 4.16 |
| 4 | *Brickellia secundiflora* | 14 | 0.15 | 1 | 4.35 | 3.23 | 0.00003 | 4.01 | 3.86 |
| 5 | *Brickellia veronicifolia* | 8 | 0.26 | 2 | 8.70 | 1.84 | 0.00005 | 7.30 | 5.94 |
| 6 | *Buddleja scordioides* | 1 | 0.12 | 1 | 4.35 | 0.23 | 0.00002 | 3.29 | 2.62 |
| 7 | *Dalea bicolor* | 2 | 0.17 | 1 | 4.35 | 0.46 | 0.00003 | 4.74 | 3.18 |
| 8 | *Gymnosperma glutinosum* | 1 | 0.20 | 1 | 4.35 | 0.23 | 0.00004 | 5.56 | 3.38 |
| 9 | *Pseudognaphalium canescens* | 135 | 0.55 | 3 | 13.04 | 31.11 | 0.00011 | 15.12 | 19.76 |
| 10 | *Purshia mexicana* | 6 | 0.23 | 1 | 4.35 | 1.38 | 0.00005 | 6.37 | 4.04 |
| 11 | *Stevia lucida* | 103 | 0.87 | 4 | 17.39 | 23.73 | 0.00017 | 24.05 | 21.72 |
| 12 | *Zaluzania augusta* | 2 | 0.26 | 1 | 4.35 | 0.46 | 0.00005 | 7.19 | 4.00 |
| | | 434 | | 23 | | | 0.00072 | | |

**Estrato cactáceo**

En la siguiente tabla presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI) de cuatro especies diferentes dentro del estrato cactáceo de la ubicación VSaBQ.

El estrato cactáceo en VSaBQ está dominado abrumadoramente por *Agave parryi* (IVI: 51.29), que constituye la gran mayoría de las plantas individuales. Sin embargo, las otras tres especies, *Opuntia robusta* (IVI: 17.90), *Yucca filifera* (IVI: 15.47) y *Dasylirion wheeleri* (IVI: 15.34), a pesar de ser muy raras en términos de recuento individual, contribuyen significativamente al Valor de Importancia general debido a su gran tamaño individual y cobertura espacial sustancial (dominancia relativa). Esto sugiere que mientras *Agave parryi* es la más numerosa, las otras especies son elementos grandes y visualmente prominentes del paisaje cuando están presentes.

En BPQ (Tabla IV. 15), *Opuntia engelmannii* fue la especie dominante (IVI 36,94), principalmente debido a su relativo de dominancia, mientras que *Agave parryi* ocupó el segundo lugar (IVI 21,27) debido a su densidad. En VSaBQ, *Agave parryi* se convierte en la especie dominante absoluta (IVI 51,29), mostrando una presencia numérica más fuerte. *Opuntia robusta* está presente en

ambas, pero su relativo de dominancia es mucho mayor en VSaBQ (30,77) que en BPQ (0,37), lo que sugiere que las plantas individuales son más grandes en VSaBQ, o que el muestreo capturó un individuo más grande. *Yucca filifera* también es importante en ambas, manteniendo un IVI similar.

*Tabla IV. 19. Valor de importancia para el estrato cactáceo de VsaBQ.*

| ID | Nombre científico | Individuos | Área de copa | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa | Densidad relativa | Dominancia absoluta | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Agave parryi* | 30 | 1 | 2 | 40 | 88.24 | 0.0002 | 25.64 | 51.29 |
| 2 | *Dasylirion wheeleri* | 1 | 0.9 | 1 | 20 | 2.94 | 0.00018 | 23.08 | 15.34 |
| 3 | *Opuntia robusta* | 1 | 1.2 | 1 | 20 | 2.94 | 0.00024 | 30.77 | 17.90 |
| 4 | *Yucca filifera* | 2 | 0.8 | 1 | 20 | 5.88 | 0.00016 | 20.51 | 15.47 |
| | | 34 | | 5 | | | 0.00078 | | |

## Estrato herbáceo

En la siguiente tabla, se presenta el Índice de Valor de Importancia (IVI) de 21 especies herbáceas diferentes en el estrato VsaBQ. La cual se encuentra fuertemente dominada por unas especies clave de gramíneas: *Eragrostis intermedia* (IVI: 27.319) es la especie más importante, principalmente debido a su inmensa cobertura espacial, lo que indica que forma parches grandes y continuos; *Dichondra argentea* (IVI: 13.305) también de gran importancia debido a su elevadísima dominancia espacial, a pesar del reducido número de individuos; *Eragrostis curvula* (IVI: 12.368) la especie más abundante, ampliamente distribuida, lo que la convierte en un componente clave; y *Muhlenbergia repens* (IVI: 9.528) otra especie importante de gramínea, muy abundante y extendida.

Estas cuatro especies definen en gran medida la estructura y el funcionamiento ecológico del estrato herbáceo del VSaBQ. Las demás especies están presentes, pero su contribución general a la importancia de la comunidad es mucho menor, lo que confirma una estructura menos compleja en comparación con el estrato herbáceo del BPQ.

*Tabla IV. 20. Valor de importancia para el estrato herbáceo de VsaBQ.*

| ID | Nombre científico | Individuos | Área de copa | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa | Densidad relativa | Dominancia absoluta | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Atriplex canescens* | 8 | 0.09 | 3 | 5.172 | 2.353 | 0.0045 | 0.444 | 2.656 |
| 2 | *Muhlenbergia repens* | 60 | 0.12 | 6 | 10.345 | 17.647 | 0.006 | 0.591 | 9.528 |
| 3 | *Ageratina gracilis* | 4 | 0.3 | 1 | 1.724 | 1.176 | 0.015 | 1.479 | 1.460 |
| 4 | *Ageratina petiolaris* | 17 | 0.04 | 2 | 3.448 | 5.000 | 0.002 | 0.197 | 2.882 |
| 5 | *Aloysia wrightii* | 9 | 0.06 | 2 | 3.448 | 2.647 | 0.003 | 0.296 | 2.130 |
| 6 | *Bouteloua gracilis* | 7 | 0.03 | 3 | 5.172 | 2.059 | 0.0015 | 0.148 | 2.460 |
| 7 | *Brickellia secundiflora* | 1 | 0.02 | 1 | 1.724 | 0.294 | 0.001 | 0.099 | 0.706 |
| 8 | *Cheilanthes mexicana* | 18 | 0.06 | 3 | 5.172 | 5.294 | 0.003 | 0.296 | 3.587 |
| 9 | *Dichondra argentea* | 3 | 6.87 | 3 | 5.172 | 0.882 | 0.3435 | 33.859 | 13.305 |
| 10 | *Echeandia flavescens* | 30 | 0.01 | 1 | 1.724 | 8.824 | 0.0005 | 0.049 | 3.532 |

| ID | Nombre científico | Individuos | Área de copa | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa | Densidad relativa | Dominancia absoluta | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | *Eleusine multiflora* | 6 | 1.92 | 2 | 3.448 | 1.765 | 0.096 | 9.463 | 4.892 |
| 12 | *Eragrostis curvula* | 62 | 0.33 | 10 | 17.241 | 18.235 | 0.0165 | 1.626 | 12.368 |
| 13 | *Eragrostis intermedia* | 60 | 9.9 | 9 | 15.517 | 17.647 | 0.495 | 48.793 | 27.319 |
| 14 | *Eragrostis pectinacea* | 4 | 0.29 | 1 | 1.724 | 1.176 | 0.0145 | 1.429 | 1.443 |
| 15 | *Gaga chaerophylla* | 8 | 0.02 | 1 | 1.724 | 2.353 | 0.001 | 0.099 | 1.392 |
| 16 | *Galium aparine* | 3 | 0.03 | 1 | 1.724 | 0.882 | 0.0015 | 0.148 | 0.918 |
| 17 | *Heterosperma pinnatum* | 2 | 0.01 | 1 | 1.724 | 0.588 | 0.0005 | 0.049 | 0.787 |
| 18 | *Pellaea ternifolia* | 31 | 0.08 | 4 | 6.897 | 9.118 | 0.004 | 0.394 | 5.469 |
| 19 | *Rumex acetosella* | 3 | 0.02 | 1 | 1.724 | 0.882 | 0.001 | 0.099 | 0.902 |
| 20 | *Sporobolus indicus* | 1 | 0.05 | 1 | 1.724 | 0.294 | 0.0025 | 0.246 | 0.755 |
| 21 | *Verbena canescens* | 3 | 0.04 | 2 | 3.448 | 0.882 | 0.002 | 0.197 | 1.509 |
| | | 340 | | 58 | | | 1.0145 | | |

## VALOR DE IMPORTANCIA PARA VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL (VsaPN)

### Estrato arbóreo

En la siguiente tabla se logra apreciar una diversidad muy baja y una dominancia extrema, casi completa por *Juniperus deppeana*, mientras que la especie *Pinus cembroides* posee una presencia muy escasa

El estrato arbóreo en VsaPN es un ejemplo extremo de monodominancia de Juniperus deppeana (IVI: 83.00). Esta especie no solo representa prácticamente todos los árboles individuales, sino que también ocupa la totalidad del dosel. *Pinus cembroides* está presente, pero representa un componente ecológico insignificante en este estrato, debido principalmente a su presencia en una de las pocas muestras.

*Tabla IV. 21. Valor de importancia para el estrato arbóreo de VsaPN.*

| ID | Nombre científico | Individuos | Área de copa | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa | Densidad relativa | Dominancia absoluta | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Juniperus deppeana* | 98 | 352.39 | 1 | 50 | 98.99 | 0.352 | 100 | 83.00 |
| 2 | *Pinus cembroides* | 1 | 0 | 1 | 50 | 1.01 | 0 | 0 | 17.00 |
| | | 99 | | 2 | | | 0.352 | | |

### Estrato arbustivo

El estrato arbustivo en VsaPN se caracteriza por una diversidad muy baja, pero dentro de ese conjunto limitado de especies, hay codominantes claros, tales como: *Quercus striatula* (IVI: 24.74) y *Purshia mexicana* (IVI: 23.68) son las dos especies más importantes. *Purshia mexicana* domina por abundancia, mientras que *Quercus striatula* domina por cobertura espacial; *Rhus trilobata* (IVI: 19,60) y *Mimosa biuncifera* (IVI: 16,76) también son muy importantes. El alto IVI de

*Mimosa biuncifera* es notable, dado que está representada por un solo individuo, lo que resalta su inmenso tamaño individual o su porte extendido; y finalmente *Ageratina petiolapis* (IVI: 15.22) es la quinta especie, también importante, en esta comunidad simplificada.

Esta comunidad de arbustos, a pesar de su bajo número de especies, indica ser robusta y cuenta con unas pocas especies que contribuyen en gran medida a su estructura y cobertura.

*Tabla IV. 22. Valor de importancia para el estrato arbustivo de VsaPN.*

| ID | Nombre científico | Individuos | Área de copa | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa | Densidad relativa | Dominancia absoluta | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Ageratina petiolaris* | 7 | 0.173 | 1 | 20 | 6.42 | 0.00017 | 19.24 | 15.22 |
| 2 | *Mimosa biuncifera* | 1 | 0.264 | 1 | 20 | 0.92 | 0.00026 | 29.37 | 16.76 |
| 3 | *Purshia mexicana* | 52 | 0.03 | 1 | 20 | 47.71 | 0.00003 | 3.34 | 23.68 |
| 4 | *Quercus striatula* | 26 | 0.273 | 1 | 20 | 23.85 | 0.00027 | 30.37 | 24.74 |
| 5 | *Rhus trilobata* | 23 | 0.159 | 1 | 20 | 21.10 | 0.00016 | 17.69 | 19.60 |
| | | 109 | | 5 | | | 0.00090 | | |

## Estrato cactáceo

Para el caso de la Vegetación Secundaria Arbustiva de Pastizal Natural no se encontraron especies de cactáceas.

## Estrato herbáceo

La siguiente tabla muestra el Índice de Valor de Importancia (IVI) de 19 especies herbáceas diferentes de VsaPN.

El estrato herbáceo del VsaPN se caracteriza por una diversidad moderada, pero está dominado predominantemente por *Eleusine multiflora* (IVI: 36.02) debido a su alta abundancia y excepcional cobertura espacial. *Euphorbia graminea* (IVI: 12.30) y *Oxalis hernandezii* (IVI: 8.79) también son especies codominantes muy importantes, que contribuyen significativamente a la estructura y densidad del estrato. *Dichondra argentea* (IVI: 4.84), si bien está presente, desempeña un papel mucho menor en términos de cobertura en comparación con su impacto en el VsaBQ. Muchas otras especies están presentes, pero su contribución a la importancia general de este estrato es solo marginal.

*Tabla IV. 23. Valor de importancia para el estrato herbáceo de VsaPN.*

| ID | Nombre científico | Individuos | Área de copa | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa | Densidad relativa | Dominancia absoluta | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Acalypha phleoides* | 1 | 0.0013 | 1 | 3.03 | 0.23 | 0.00031 | 0.47 | 1.25 |
| 2 | *Alchemilla procumbens* | 15 | 0.0133 | 1 | 3.03 | 3.50 | 0.00332 | 4.99 | 3.84 |
| 3 | *Dichondra argentea* | 36 | 0.0002 | 2 | 6.06 | 8.41 | 0.00004 | 0.06 | 4.84 |
| 4 | *Eleusine multiflora* | 143 | 0.1662 | 4 | 12.12 | 33.41 | 0.04155 | 62.54 | 36.02 |
| 5 | *Euphorbia graminea* | 27 | 0.0491 | 4 | 12.12 | 6.31 | 0.01227 | 18.47 | 12.30 |
| 6 | *Evolvulus alsinoides* | 14 | 0.0057 | 2 | 6.06 | 3.27 | 0.00141 | 2.13 | 3.82 |

| ID | Nombre científico | Individuos | Área de copa | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa | Densidad relativa | Dominancia absoluta | Dominancia relativa | IVI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | *Gomphrena serrata* | 12 | 0.0013 | 1 | 3.03 | 2.80 | 0.00031 | 0.47 | 2.10 |
| 8 | *Malva parviflora* | 12 | 0.0014 | 2 | 6.06 | 2.80 | 0.00035 | 0.53 | 3.13 |
| 9 | *Oxalis hernandezii* | 59 | 0.0013 | 4 | 12.12 | 13.79 | 0.00031 | 0.47 | 8.79 |
| 10 | *Psacalium sinuatum* | 4 | 0.0064 | 1 | 3.03 | 0.93 | 0.00159 | 2.39 | 2.12 |
| 11 | *Salvia nana* | 8 | 0.0044 | 1 | 3.03 | 1.87 | 0.00110 | 1.66 | 2.19 |
| 12 | *Salvia tiliifolia* | 15 | 0.0016 | 1 | 3.03 | 3.50 | 0.00040 | 0.60 | 2.38 |
| 13 | *Sanvitalia procumbens* | 10 | 0.0013 | 1 | 3.03 | 2.34 | 0.00031 | 0.47 | 1.95 |
| 14 | *Stevia lucida* | 8 | 0.0038 | 1 | 3.03 | 1.87 | 0.00096 | 1.45 | 2.12 |
| 15 | *Stevia serrata* | 25 | 0.0020 | 1 | 3.03 | 5.84 | 0.00049 | 0.74 | 3.20 |
| 16 | *Tagetes filifolia* | 2 | 0.0003 | 1 | 3.03 | 0.47 | 0.00008 | 0.12 | 1.21 |
| 17 | *Teucrium cubense* | 3 | 0.0007 | 1 | 3.03 | 0.70 | 0.00018 | 0.27 | 1.33 |
| 18 | *Toxicodendron radicans* | 29 | 0.0038 | 3 | 9.09 | 6.78 | 0.00094 | 1.42 | 5.76 |
| 19 | *Trifolium amabile* | 5 | 0.0020 | 1 | 3.03 | 1.17 | 0.00049 | 0.74 | 1.65 |
| | | 428 | | 33 | | | 0.06644 | | |

## ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H)

La diversidad de especies, un concepto fundamental en ecología se cuantifica a través de diversos índices. Una medida inicial y sencilla consiste en contar el número de especies presentes en un área determinada; sin embargo, este enfoque presenta limitaciones significativas. En primer lugar, no considera la abundancia relativa de cada especie, lo que significa que una comunidad con una especie muy abundante y muchas otras raras podrían tener la misma riqueza específica que otra con especies más equitativamente distribuidas. En segundo lugar, el número de especies detectadas depende en gran medida del esfuerzo de muestreo, es decir, del tamaño de la muestra y del tiempo dedicado a la búsqueda. (Moreno, 2001)

La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$H = -\sum_{i=1}^{s} (Pi)(Log_2 Pi)$$

Donde pi representa la proporción (o abundancia relativa) de cada especie en la población y "log" es la abreviatura del logaritmo (la base del logaritmo no importa, puede ser base 10 (decimal), base 2 (binaria) o base "e" = 2.7182..., la base de los logaritmos naturales, la más utilizada actualmente). La sumatoria (å) 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 = å ni. Del signo negativo vamos a hablar luego.

Con la información de muestreo considerada como confiable se procedió a calcular la diversidad florística para lo cual se utilizó el índice de Shannon, este índice es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.

La relación entre $H' \, y \, H_{max}$ puede ser tomada como una medida de equitatividad ($J'$), a continuación, se presenta la información obtenida en cuanto a la estimación de la biodiversidad en la zona de la microcuenca tanto para la flora como la fauna silvestre del lugar.

## ÍNDICE DE SHANNON PARA BOSQUE DE PINO-ENCINO (BPQ)

### Estrato arbóreo

En la siguiente tabla, se muestra el cálculo del Índice de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo del tipo de vegetación BPQ. El índice arroja un valor de 0.2675, este valor Los valores cercanos a cero indican una diversidad baja. En este caso, la comunidad arbórea está lejos de ser diversa, lo que se debe principalmente a la marcada dominancia de una sola especie. En cuanto a la Equidad (J), se obtuvo un valor de 0.2435, lo que confirma la baja uniformidad o equidad en la distribución de los individuos entre las especies. Un valor de J cercano a 0 indica que una o muy pocas especies concentran la mayoría de los individuos, lo cual es evidente con la dominancia del Táscate.

*Tabla IV. 24. Índice de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo de BPQ.*

| ID | Nombre común | Nombre científico | Individuos | Pi | Ln (Pi) | H´ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Tascate | *Juniperus deppeana* | 126 | 0.9403 | -0.0616 | 0.0579 |
| 2 | Pino Piñonero | *Pinus cembroides* | 4 | 0.0299 | -3.5115 | 0.1048 |
| 3 | Encino potosino | *Quercus potosina* | 4 | 0.0299 | -3.5115 | 0.1048 |
| | | | 134 | H Calculada | | 0.2675 |
| | | | | Riqueza S | | 3 |
| | | | | H max = | | 1.0986 |
| | | | | Equidad (J) = | | 0.2435 |

### Estrato arbustivo

En la siguiente tabla, se muestra el cálculo del índice de Shannon-Wiener para el estrato arbustivo de BPQ. El índice arrojó un valor de 1.3033, dicho valor Este valor se considera de diversidad baja. Si bien no es extremadamente alto, es sustancialmente mayor que el del estrato arbóreo (0,2675). Esto indica que el estrato arbustivo es más diverso que el arbóreo, tanto en términos de número de especies como de la distribución de sus individuos. En cuento al valor de equidad, se obtuvo un valor de 0.5931, lo cual indica una equidad o uniformidad moderada. Esto significa que los individuos no están perfectamente distribuidos entre las 9 especies (ya que hay especies más abundantes que otras), pero tampoco hay una dominancia abrumadora de una sola especie como se vio en el estrato arbóreo

*Tabla IV. 25. Índice de Shannon-Wiener para el estrato arbustivo de BPQ.*

| ID | Nombre común | Nombre científico | Individuos | Pi | Ln (Pi) | H´ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Trompetilla | *Bouvardia ternifolia* | 16 | 0.0149 | -4.2093 | 0.0625 |
| 2 | Peistó | *Brickellia veronicifolia* | 222 | 0.2061 | -1.5793 | 0.3255 |
| 3 | Zacazocuilpatle | *Lonicera pilosa* | 11 | 0.0102 | -4.5840 | 0.0468 |
| 4 | Gatuño | *Mimosa biuncifera* | 17 | 0.0158 | -4.1487 | 0.0655 |
| 5 | Romerillo cimarrón | *Purshia mexicana* | 359 | 0.3333 | -1.0986 | 0.3662 |
| 6 | Encinillo | *Quercus striatula* | 437 | 0.4058 | -0.9020 | 0.3660 |
| 7 | Zumaque | *Rhus trilobata* | 10 | 0.0093 | -4.6793 | 0.0434 |
| 8 | Capulín | *Rhus virens* | 4 | 0.0037 | -5.5956 | 0.0208 |
| 9 | Mirto chico | *Salvia microphylla* | 1 | 0.0009 | -6.9819 | 0.0065 |
| | | | 1077 | H Calculada | | 1.3033 |
| | | | | Riqueza S | | 9 |
| | | | | H max = | | 2.1972 |
| | | | | Equidad (J) = | | 0.5931 |

### Estrato cactáceo

Para el caso del Bosque de Pino-Encino no se encontraron especies de cactáceas.

**Estrato herbáceo**

El análisis de diversidad del estrato herbáceo en BPQ revela un Índice de Shannon-Wiener 2.8183, lo que se considera un valor de diversidad media. Este valor es significativamente superior al observado en el estrato arbóreo y arbustivo), posicionando al estrato herbáceo como el más diverso de la vegetación en cuestión.

La alta diversidad en el estrato herbáceo se ve respaldada por una excelente riqueza de especies, con un total de 35 especies identificadas. Este número considerable de especies es un factor fundamental que contribuye al elevado valor del Índice de Shannon-Wiener.

Adicional, la Equidad de 0.7927, cercana a 0.8, sugiere una alta uniformidad en la distribución de los individuos entre las especies. A pesar de la presencia de algunas especies más abundantes, como la Hierba oreja de ratón, no existe una dominancia extrema que limite la contribución de las demás especies, lo que favorece una comunidad herbácea más equilibrada y diversa en BPQ.

*Tabla IV. 26. Índice de Shannon-Wiener para el estrato herbáceo de BPQ.*

| ID | Nombre común | Nombre científico | Individuos | Pi | Ln (Pi) | H´ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Amargocilla | *Ageratina petiolaris* | 125 | 0.0460 | -3.0797 | 0.1416 |
| 2 | Helecho | *Argyrochosma incana* | 176 | 0.0647 | -2.7375 | 0.1772 |
| 3 | Arracacha | *Arracacia pringlei* | 16 | 0.0059 | -5.1354 | 0.0302 |
| 4 | Gamoncillo | *Asphodelus fistulosus* | 102 | 0.0375 | -3.2830 | 0.1232 |
| 5 | Mostaza | *Brassica rapa* | 6 | 0.0022 | -6.1163 | 0.0135 |
| 6 | Garañosa | *Castilleja tenuiflora* | 3 | 0.0011 | -6.8094 | 0.0075 |
| 7 | Helecho | *Cheilanthes mexicana* | 51 | 0.0188 | -3.9762 | 0.0746 |
| 8 | Hierba oreja de ratón | *Dichondra argentea* | 619 | 0.2277 | -1.4799 | 0.3369 |
| 9 | Conchita | *Echeveria mucronata* | 6 | 0.0022 | -6.1163 | 0.0135 |
| 10 | Zacate pata de ganso | *Eleusine multiflora* | 100 | 0.0368 | -3.3028 | 0.1215 |
| 11 | Aguja de pastor | *Erodium cicutarium* | 4 | 0.0015 | -6.5217 | 0.0096 |
| 12 | Hierba de la golondrina | *Euphorbia indivisa* | 11 | 0.0040 | -5.5101 | 0.0223 |
| 13 | Amor de hortelano | *Galium mexicanum* | 7 | 0.0026 | -5.9621 | 0.0153 |
| 14 | Richardson's geranium | *Geranium richardsonii* | 16 | 0.0059 | -5.1354 | 0.0302 |
| 15 | Amor seco | *Gomphrena serrata* | 156 | 0.0574 | -2.8582 | 0.1640 |
| 16 | Tatalencho | *Gymnosperma glutinosum* | 14 | 0.0051 | -5.2690 | 0.0271 |
| 17 | Malva de castilla | *Malva parviflora* | 25 | 0.0092 | -4.6891 | 0.0431 |
| 18 | Estrellita | *Milla biflora* | 1 | 0.0004 | -7.9080 | 0.0029 |
| 19 | Cola de zorra | *Muhlenbergia emersleyi* | 6 | 0.0022 | -6.1163 | 0.0135 |
| 20 | Agritos | *Oxalis decaphylla* | 33 | 0.0121 | -4.4115 | 0.0535 |
| 21 | Trébol | *Oxalis hernandezii* | 373 | 0.1372 | -1.9864 | 0.2725 |
| 22 | Acederilla | *Oxalis latifolia* | 62 | 0.0228 | -3.7809 | 0.0862 |
| 23 | Nube cimarrón | *Parthenium bipinnatifidum* | 50 | 0.0184 | -3.9960 | 0.0735 |
| 24 | Frijolillo | *Phaseolus maculatus* | 120 | 0.0441 | -3.1205 | 0.1377 |
| 25 | Tomate de monte | *Physalis leptophylla* | 1 | 0.0004 | -7.9080 | 0.0029 |
| 26 | Arrocillo | *Piptochaetium fimbriatum* | 77 | 0.0283 | -3.5642 | 0.1009 |
| 27 | Calcomeca | *Psacalium sinuatum* | 24 | 0.0088 | -4.7300 | 0.0418 |
| 28 | Salvia hoja de tilo | *Salvia tiliifolia* | 98 | 0.0360 | -3.3231 | 0.1198 |
| 29 | Hierba de la araña | *Stevia lucida* | 33 | 0.0121 | -4.4115 | 0.0535 |
| 30 | Anisillo | *Tagetes filifolia* | 98 | 0.0360 | -3.3231 | 0.1198 |
| 31 | Agrimonia | *Teucrium cubense* | 41 | 0.0151 | -4.1944 | 0.0632 |
| 32 | Hiedra mala | *Toxicodendron radicans* | 81 | 0.0298 | -3.5136 | 0.1047 |
| 33 | Barba larga | *Trachypogon spicatus* | 152 | 0.0559 | -2.8841 | 0.1612 |
| 34 | Matlaxóchitl | *Tradescantia crassifolia* | 9 | 0.0033 | -5.7108 | 0.0189 |
| 35 | Bejuco blanco | *Vitis tiliifolia* | 23 | 0.0085 | -4.7725 | 0.0404 |
| | | | 2719 | H Calculada | | 2.8183 |
| | | | | Riqueza S | | 35 |
| | | | | H max = | | 3.5553 |
| | | | | Equidad (J) = | | 0.7927 |

## ÍNDICE DE SHANNON PARA BOSQUE DE ENCINO-PINO (BQP)

### Estrato arbóreo

El análisis del estrato arbóreo en BQP revela un Índice de Shannon-Wiener de 0.2933, un valor que denota una diversidad biológica baja. Esto anterior se explica por la marcada dominancia de una única especie *Juniperus deppeana*. Del mismo modo, la equidad arrojó un valor de 0.1410 refuerza esta conclusión, al ser un valor extremadamente cercano a cero. Esto confirma una uniformidad muy deficiente en la distribución de los individuos entre las distintas especies. La alta concentración de individuos en el Táscate genera una gran desigualdad en la abundancia relativa, lo que se traduce en una comunidad arbórea con una estructura simplificada y poca variedad en su composición real.

El estrato arbóreo de BQP, a pesar de contar con una riqueza de 8 especies, presenta una diversidad global extremadamente baja. Esta baja diversidad se debe casi exclusivamente a la abrumadora dominancia del Táscate (*Juniperus deppeana*), que constituye más del 90% de los individuos. La alta concentración de individuos en una sola especie resulta en una uniformidad muy deficiente, lo que arrastra el valor del índice de Shannon-Wiener a un nivel comparable al de comunidades con mucha menor riqueza de especies. Este patrón sugiere una estructura comunitaria simplificada y dominada por un solo taxón.

*Tabla IV. 27. Índice de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo de BQP.*

| ID | Nombre común | Nombre científico | Individuos | Pi | Ln (Pi) | H´ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Alamo Temblón | *Populus tremuloides* | 1 | 0.0004 | -7.7071 | 0.0035 |
| 2 | Pino Piñonero | *Pinus cembroides* | 78 | 0.0351 | -3.3504 | 0.1175 |
| 3 | Tascate | *Juniperus deppeana* | 2090 | 0.9397 | -0.0621 | 0.0584 |
| 4 | Tepozan Blanco | *Buddleja cordata* | 2 | 0.0009 | -7.0139 | 0.0063 |
| 5 | Capulín | *Prunus serotina* | 1 | 0.0004 | -7.7071 | 0.0035 |
| 6 | Encino potosino | *Quercus potosina* | 10 | 0.0045 | -5.4045 | 0.0243 |
| 7 | Encino quiebra hacha | *Quercus rugosa* | 39 | 0.0175 | -4.0435 | 0.0709 |
| 8 | Encino gris | *Quercus Grisea* | 3 | 0.0013 | -6.6085 | 0.0089 |
| | | | 2224 | H Calculada | | 0.2933 |
| | | | | Riqueza S | | 8 |
| | | | | H max = | | 2.0794 |
| | | | | Equidad (J) = | | 0.1410 |

### Estrato arbustivo

El estrato arbustivo de BQP, como se muestra en esta tabla, presenta una diversidad de especies moderada. Esto se debe a la combinación de una elevada riqueza de especies (25) y una buena uniformidad en la distribución de sus individuos. A diferencia de los estratos arbóreos analizados, donde la dominancia de una sola especie era el factor principal que deprimía la diversidad, en este estrato arbustivo, la abundancia está más distribuida entre varias especies, lo que resulta en una comunidad más compleja y robusta ecológicamente.

*Tabla IV. 28. Índice de Shannon-Wiener para el estrato arbustivo de BQP.*

| ID | Nombre común | Nombre científico | Individuos | Pi | Ln (Pi) | H´ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Amargocilla | *Ageratina petiolaris* | 198 | 0.0384 | -3.2602 | 0.1251 |
| 2 | Amargoso | *Ageratina scorodonioides* | 84 | 0.0163 | -4.1177 | 0.0670 |
| 3 | Pingüica | *Arctostaphylos pungens* | 262 | 0.0508 | -2.9802 | 0.1513 |
| 4 | Jaral de río | *Baccharis salicifolia* | 110 | 0.0213 | -3.8480 | 0.0820 |
| 5 | Trompetilla | *Bouvardia ternifolia* | 60 | 0.0116 | -4.4542 | 0.0518 |
| 6 | Costilla de vaca | *Brickellia laciniata* | 138 | 0.0267 | -3.6212 | 0.0969 |
| 7 | Jara blanca | *Brickellia secundiflora* | 3 | 0.0006 | -7.4499 | 0.0043 |
| 8 | Cola de zorra | *Brickellia spinulosa* | 3 | 0.0006 | -7.4499 | 0.0043 |

| ID | Nombre común | Nombre científico | Individuos | Pi | Ln (Pi) | H´ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 | Peistó | *Brickellia veronicifolia* | 178 | 0.0345 | -3.3667 | 0.1162 |
| 10 | Palo blanco | *Forestiera durangensis* | 26 | 0.0050 | -5.2904 | 0.0267 |
| 11 | Granjeno | *Forestiera phillyreoides* | 29 | 0.0056 | -5.1812 | 0.0291 |
| 12 | Zumaque | *Garrya ovata* | 6 | 0.0012 | -6.7567 | 0.0079 |
| 13 | Tatalencho | *Gymnosperma glutinosum* | 225 | 0.0436 | -3.1324 | 0.1366 |
| 14 | Zacazocuilpatle | *Lonicera pilosa* | 11 | 0.0021 | -6.1506 | 0.0131 |
| 15 | Garabatillo | *Mimosa aculeaticarpa* | 112 | 0.0217 | -3.8300 | 0.0831 |
| 16 | Gatuño | *Mimosa biuncifera* | 102 | 0.0198 | -3.9235 | 0.0776 |
| 17 | Tatalencho | *Prunus serotina* | 5 | 0.0010 | -6.9391 | 0.0067 |
| 18 | Romerillo cimarrón | *Purshia mexicana* | 898 | 0.1741 | -1.7483 | 0.3043 |
| 19 | Encinillo | *Quercus striatula* | 1364 | 0.2644 | -1.3303 | 0.3517 |
| 20 | Zumaque | *Rhus trilobata* | 658 | 0.1275 | -2.0593 | 0.2627 |
| 21 | Capulín | *Rhus virens* | 5 | 0.0010 | -6.9391 | 0.0067 |
| 22 | Mirto chico | *Salvia microphylla* | 29 | 0.0056 | -5.1812 | 0.0291 |
| 23 | Romerillo | *Tetradymia glabrata* | 619 | 0.1200 | -2.1204 | 0.2544 |
| 24 | Vara blanca | *Verbesina serrata* | 28 | 0.0054 | -5.2163 | 0.0283 |
| 25 | Zaluzanea | *Zaluzania augusta* | 6 | 0.0012 | -6.7567 | 0.0079 |
| | | | 5159 | H Calculada | | 2.3250 |
| | | | | Riqueza S | | 25 |
| | | | | H max = | | 3.2189 |
| | | | | Equidad (J) = | | 0.7223 |

## Estrato cactáceo

El estrato cactáceo de BQP presenta una diversidad de especies baja. A pesar de un número relativamente bajo de individuos totales, y una riqueza de 8 especies, la alta uniformidad (equidad) en la distribución de sus individuos es un factor clave que eleva su valor de Shannon-Wiener. Aunque el mezcal de maguey es la especie más abundante, no ejerce una dominancia tan marcada como en otros estratos, permitiendo que las demás especies de cactáceas y suculentas contribuyan de manera significativa a la diversidad global de este estrato.

*Tabla IV. 29. Índice de Shannon-Wiener para el estrato cactáceo de BQP.*

| ID | Nombre común | Nombre científico | Individuos | Pi | Ln (Pi) | H´ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Maguey mezcal | *Agave parryi* | 32 | 0.4384 | -0.8247 | 0.3615 |
| 2 | Biznaga china | *Mammillaria heyderi* | 5 | 0.0685 | -2.6810 | 0.1836 |
| 3 | Biznaga de flor grande | *Mammillaria longiflora* | 1 | 0.0137 | -4.2905 | 0.0588 |
| 4 | Biznaga de apozol | *Mammillaria petterssonii* | 2 | 0.0274 | -3.5973 | 0.0986 |
| 5 | Nopal cuijo | *Opuntia engelmanii* | 10 | 0.1370 | -1.9879 | 0.2723 |
| 6 | Nopal camueso | *Opuntia robusta* | 10 | 0.1370 | -1.9879 | 0.2723 |
| 7 | Nopal cardona | *Opuntia streptacantha* | 3 | 0.0411 | -3.1918 | 0.1312 |
| 8 | Palma pita | *Yucca filifera* | 10 | 0.1370 | -1.9879 | 0.2723 |
| | | | 73 | H Calculada | | 1.6506 |
| | | | | Riqueza S | | 8 |
| | | | | H max = | | 2.0794 |
| | | | | Equidad (J) = | | 0.7938 |

## Estrato herbáceo

A continuación, se muestra el cálculo del Índice de Shannon-Wiener para el estrato herbáceo de BQP. Se observa una diversidad biológica media, evidenciada por un Índice de Shannon-Wiener de 3.1732. Este valor sobresaliente se debe principalmente a una alta riqueza de especies, con un total de 89 taxones diferentes identificados. Es, de lejos, el estrato más diverso dentro del ecosistema de BPQ analizado, superando considerablemente a los estratos arbóreos, arbustivos y cactáceos.

Complementando la alta riqueza, la Equidad de 0.7063 indica una buena uniformidad en la distribución de la abundancia de los individuos entre estas numerosas especies. A pesar de que

algunas especies, como el Anisillo, son más abundantes, ninguna ejerce una dominancia abrumadora. Esto asegura que la gran cantidad de especies presentes contribuye de manera significativa a la complejidad y heterogeneidad del estrato herbáceo, reflejando una comunidad robusta y ecológicamente variada.

*Tabla IV. 30. Índice de Shannon-Wiener para el estrato herbáceo de BQP.*

| ID | Nombre común | Nombre científico | Individuos | Pi | Ln (Pi) | H´ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Costilla de vaca | *Atriplex canescens* | 11 | 0.0007 | -7.2228 | 0.0053 |
| 2 | Liendrilla aparejo | *Muhlenbergia repens* | 1259 | 0.0835 | -2.4827 | 0.2074 |
| 3 | Chilitos | *Acalypha phleoides* | 8 | 0.0005 | -7.5413 | 0.0040 |
| 4 | Ageratina | *Ageratina gracilis* | 7 | 0.0005 | -7.6748 | 0.0036 |
| 5 | Amargocilla | *Ageratina petiolaris* | 247 | 0.0164 | -4.1113 | 0.0674 |
| 6 | Hierba de carranza | *Alchemilla procumbens* | 233 | 0.0155 | -4.1697 | 0.0645 |
| 7 | Helecho | *Argyrochosma incana* | 105 | 0.0070 | -4.9668 | 0.0346 |
| 8 | Pasto | *Aristida adscensionis* | 1 | 0.0001 | -9.6207 | 0.0006 |
| 9 | Arracacha | *Arracacia pringlei* | 97 | 0.0064 | -5.0460 | 0.0325 |
| 10 | Estafiate | *Artemisia ludoviciana* | 28 | 0.0019 | -6.2885 | 0.0117 |
| 11 | Gamoncillo | *Asphodelus fistulosus* | 16 | 0.0011 | -6.8481 | 0.0073 |
| 12 | Astragalus | *Astragalus diphacus* | 7 | 0.0005 | -7.6748 | 0.0036 |
| 13 | Azumiate | *Baccharis salicifolia* | 150 | 0.0100 | -4.6101 | 0.0459 |
| 14 | Margarita chocolate | *Berlandiera lyrata* | 6 | 0.0004 | -7.8290 | 0.0031 |
| 15 | Rosilla | *Bidens bipinnata* | 1 | 0.0001 | -9.6207 | 0.0006 |
| 16 | Navajita | *Bouteloua gracilis* | 4 | 0.0003 | -8.2344 | 0.0022 |
| 17 | Mostaza | *Brassica rapa* | 32 | 0.0021 | -6.1550 | 0.0131 |
| 18 | Peistó | *Brickellia veronicifolia* | 12 | 0.0008 | -7.1358 | 0.0057 |
| 19 | Garañosa | *Castilleja tenuiflora* | 11 | 0.0007 | -7.2228 | 0.0053 |
| 20 | Helecho | *Cheilanthes mexicana* | 77 | 0.0051 | -5.2769 | 0.0270 |
| 21 | Aceitilla blanca | *Cosmos parviflorus* | 8 | 0.0005 | -7.5413 | 0.0040 |
| 22 | Zacate de toche | *Cyperus seslerioides* | 72 | 0.0048 | -5.3441 | 0.0255 |
| 23 | Dalia | *Dahlia pinnata* | 2 | 0.0001 | -8.9276 | 0.0012 |
| 24 | Hierba oreja de ratón | *Dichondra argentea* | 1885 | 0.1250 | -2.0790 | 0.2600 |
| 25 | Epazote | *Dysphania ambrosioides* | 30 | 0.0020 | -6.2195 | 0.0124 |
| 26 | Flamenquilla | *Dyssodia papposa* | 14 | 0.0009 | -6.9817 | 0.0065 |
| 27 | Estrellita amarilla | *Echeandia flavescens* | 180 | 0.0119 | -4.4278 | 0.0529 |
| 28 | Conchita | *Echeveria mucronata* | 10 | 0.0007 | -7.3181 | 0.0049 |
| 29 | Zacate pata de ganso | *Eleusine multiflora* | 554 | 0.0368 | -3.3036 | 0.1214 |
| 30 | Pasto eragrostis | *Eragrostis curvula* | 28 | 0.0019 | -6.2885 | 0.0117 |
| 31 | Zacate llanero | *Eragrostis intermedia* | 60 | 0.0040 | -5.5264 | 0.0220 |
| 32 | Falso tridente avenáceo | *Erioneuron avenaceum* | 10 | 0.0007 | -7.3181 | 0.0049 |
| 33 | Aguja de pastor | *Erodium cicutarium* | 95 | 0.0063 | -5.0668 | 0.0319 |
| 34 | Golondrina | *Euphorbia graminea* | 98 | 0.0065 | -5.0358 | 0.0327 |
| 35 | Hierba de la golondrina | *Euphorbia indivisa* | 299 | 0.0198 | -3.9203 | 0.0778 |
| 36 | Pico de pájaro | *Evolvulus alsinoides* | 15 | 0.0010 | -6.9127 | 0.0069 |
| 37 | Helecho gaga | *Gaga chaerophylla* | 10 | 0.0007 | -7.3181 | 0.0049 |
| 38 | Kaulfuss' Lipfern | *Gaga kaulfussii* | 205 | 0.0136 | -4.2977 | 0.0584 |
| 39 | Amor de hortelano | *Galium mexicanum* | 22 | 0.0015 | -6.5297 | 0.0095 |
| 40 | Richardson's geranium | *Geranium richardsonii* | 1 | 0.0001 | -9.6207 | 0.0006 |
| 41 | Amor seco | *Gomphrena serrata* | 359 | 0.0238 | -3.7374 | 0.0890 |
| 42 | Tatalencho | *Grindelia inuloides* | 42 | 0.0028 | -5.8831 | 0.0164 |
| 43 | Jarilla | *Gymnosperma glutinosum* | 88 | 0.0058 | -5.1434 | 0.0300 |
| 44 | Jarilla | *Heterosperma pinnatum* | 20 | 0.0013 | -6.6250 | 0.0088 |
| 45 | Lemmon's Hawkweed | *Hieracium crepidispermum* | 4 | 0.0003 | -8.2344 | 0.0022 |
| 46 | Porotillo | *Hoffmannseggia glauca* | 21 | 0.0014 | -6.5762 | 0.0092 |
| 47 | Malacote | *Hydrocotyle ranunculoides* | 31 | 0.0021 | -6.1867 | 0.0127 |
| 48 | Hierba de Nuño Chávez | *Ipomoea capillacea* | 229 | 0.0152 | -4.1870 | 0.0636 |
| 49 | Trompillo | *Ipomoea pubescens* | 27 | 0.0018 | -6.3249 | 0.0113 |
| 50 | Hierba dulce | *Lippia umbellata* | 41 | 0.0027 | -5.9072 | 0.0161 |
| 51 | Palo blanco | *Lysiloma divaricatum* | 2 | 0.0001 | -8.9276 | 0.0012 |
| 52 | Malva de castilla | *Malva parviflora* | 81 | 0.0054 | -5.2263 | 0.0281 |
| 53 | Estrellita | *Mecardonia procumbens* | 11 | 0.0007 | -7.2228 | 0.0053 |

| ID | Nombre común | Nombre científico | Individuos | Pi | Ln (Pi) | H´ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 54 | Cola de zorra | *Melampodium sericeum* | 29 | 0.0019 | -6.2534 | 0.0120 |
| 55 | Chujcho | *Milla biflora* | 1 | 0.0001 | -9.6207 | 0.0006 |
| 56 | Acedera | *Muhlenbergia emersleyi* | 110 | 0.0073 | -4.9202 | 0.0359 |
| 57 | Agritos | *Myriopteris myriophylla* | 63 | 0.0042 | -5.4776 | 0.0229 |
| 58 | Trébol | *Oxalis corniculata* | 366 | 0.0243 | -3.7181 | 0.0903 |
| 59 | Acederilla | *Oxalis decaphylla* | 159 | 0.0105 | -4.5518 | 0.0480 |
| 60 | Nube cimarrón | *Oxalis hernandezii* | 1411 | 0.0936 | -2.3687 | 0.2217 |
| 61 | Helecho de 3 hojas | *Oxalis latifolia* | 125 | 0.0083 | -4.7924 | 0.0397 |
| 62 | Nube cimarrón | *Parthenium bipinnatifidum* | 1213 | 0.0805 | -2.5199 | 0.2028 |
| 63 | Helecho de 3 hojas | *Pellaea ternifolia* | 15 | 0.0010 | -6.9127 | 0.0069 |
| 64 | Frijolillo | *Phaseolus maculatus* | 15 | 0.0010 | -6.9127 | 0.0069 |
| 65 | Tomate de monte | *Physalis leptophylla* | 9 | 0.0006 | -7.4235 | 0.0044 |
| 66 | Arrocillo | *Piptochaetium fimbriatum* | 388 | 0.0257 | -3.6597 | 0.0942 |
| 67 | Altarreina | *Piqueria trinervia* | 2 | 0.0001 | -8.9276 | 0.0012 |
| 68 | Amole | *Prochnyanthes mexicana* | 17 | 0.0011 | -6.7875 | 0.0077 |
| 69 | Matarique | *Psacalium peltatum* | 1 | 0.0001 | -9.6207 | 0.0006 |
| 70 | Calcomeca | *Psacalium sinuatum* | 14 | 0.0009 | -6.9817 | 0.0065 |
| 71 | Romerillo cimarrón | *Purshia mexicana* | 1 | 0.0001 | -9.6207 | 0.0006 |
| 72 | Zumaque | *Rhus trilobata* | 1 | 0.0001 | -9.6207 | 0.0006 |
| 73 | Hierba de aflojaduras | *Salvia nana* | 35 | 0.0023 | -6.0654 | 0.0141 |
| 74 | Salvia hoja de tilo | *Salvia tiliifolia* | 109 | 0.0072 | -4.9294 | 0.0356 |
| 75 | Ojo de gallo | *Sanvitalia procumbens* | 30 | 0.0020 | -6.2195 | 0.0124 |
| 76 | Hierba del negro | *Sphaeralcea angustifolia* | 7 | 0.0005 | -7.6748 | 0.0036 |
| 77 | Cola de ratón | *Sporobolus indicus* | 33 | 0.0022 | -6.1242 | 0.0134 |
| 78 | Hierba de la araña | *Stevia lucida* | 156 | 0.0103 | -4.5709 | 0.0473 |
| 79 | Burrillo | *Stevia serrata* | 27 | 0.0018 | -6.3249 | 0.0113 |
| 80 | Romeritos | *Suaeda nigra* | 103 | 0.0068 | -4.9860 | 0.0341 |
| 81 | Anisillo | *Tagetes filifolia* | 2463 | 0.1634 | -1.8116 | 0.2960 |
| 82 | Cinco llagas | *Tagetes lunulata* | 14 | 0.0009 | -6.9817 | 0.0065 |
| 83 | Agrimonia | *Teucrium cubense* | 52 | 0.0034 | -5.6695 | 0.0196 |
| 84 | Hiedra mala | *Toxicodendron radicans* | 314 | 0.0208 | -3.8713 | 0.0806 |
| 85 | Barba larga | *Trachypogon spicatus* | 761 | 0.0505 | -2.9861 | 0.1508 |
| 86 | Matlaxóchitl | *Tradescantia crassifolia* | 16 | 0.0011 | -6.8481 | 0.0073 |
| 87 | Carretilla | *Trifolium amabile* | 137 | 0.0091 | -4.7007 | 0.0427 |
| 88 | Hierba de pollo | *Tripogandra purpurascens* | 1 | 0.0001 | -9.6207 | 0.0006 |
| 89 | Bejuco blanco | *Vitis tiliifolia* | 10 | 0.0007 | -7.3181 | 0.0049 |
| | | | 15074 | H Calculada | | 3.1732 |
| | | | | Riqueza S | | 89 |
| | | | | H max = | | 4.4886 |
| | | | | Equidad (J) = | | 0.7069 |

## ÍNDICE DE SHANNON PARA VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO (VsaBQ)

### Estrato arbóreo

El estrato arbóreo de VsaBQ presenta una diversidad biológica baja, reflejada por un Índice de Shannon-Wiener de 0.7911. Aunque cuenta con 5 especies, esta diversidad se ve limitada por una alta dominancia del Táscate (Juniperus deppeana), que comprende más del 70% de los individuos. Esta concentración de abundancia en una sola especie restringe la complejidad de la comunidad.

La baja diversidad se corrobora con una Equidad de 0.4916, un valor que denota una uniformidad moderada a baja en la distribución de los individuos entre las especies. A pesar de la presencia de otras especies, la desproporcionada abundancia del Táscate reduce la equidad, lo que resulta

en una comunidad arbórea que, si bien tiene varias especies, carece de un equilibrio en sus poblaciones.

*Tabla IV. 31. Índice de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo de VsaBQ.*

| ID | Nombre común | Nombre científico | Individuos | Pi | Ln (Pi) | H´ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Madroño | *Arbutus Xalapensis* | 4 | 0.0047 | -5.3671 | 0.0251 |
| 2 | Tepozan Blanco | *Buddleja cordata* | 2 | 0.0023 | -6.0603 | 0.0141 |
| 3 | Tascate | *Juniperus deppeana* | 620 | 0.7235 | -0.3237 | 0.2342 |
| 4 | Pino Piñonero | *Pinus cembroides* | 162 | 0.1890 | -1.6658 | 0.3149 |
| 5 | Encino quiebra hacha | *Quercus rugosa* | 69 | 0.0805 | -2.5193 | 0.2028 |
| | | | 857 | H Calculada | | 0.7911 |
| | | | | Riqueza S | | 5 |
| | | | | H max = | | 1.6094 |
| | | | | Equidad (J) = | | 0.4916 |

**Estrato arbustivo**

El estrato arbustivo de VsaBQ presenta una diversidad biológica baja, con un Índice de Shannon-Wiener de 1.7075. Esta diversidad se sustenta en una riqueza de 12 especies, lo cual es un número considerablemente mayor que el de los estratos arbóreos previamente analizados, aunque no tan elevado como el estrato herbáceo.

La Equidad de 0.6872 subraya una buena uniformidad en la distribución de los individuos entre las especies presentes. A pesar de que el Gordolobo, Amargoso y Jarilla son las especies más abundantes, su dominancia no impide que las demás especies aporten significativamente a la comunidad, resultando en un estrato arbustivo con una estructura relativamente equilibrada y una diversidad apreciable.

*Tabla IV. 32. Índice de Shannon-Wiener para el estrato arbustivo de VsaBQ.*

| ID | Nombre común | Nombre científico | Individuos | Pi | Ln (Pi) | H´ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Amargoso | *Ageratina scorodonioides* | 111 | 0.2558 | -1.3635 | 0.3487 |
| 2 | Estafiate | *Artemisia ludoviciana* | 26 | 0.0599 | -2.8149 | 0.1686 |
| 3 | Costilla de vaca | *Brickellia laciniata* | 25 | 0.0576 | -2.8542 | 0.1644 |
| 4 | Jara blanca | *Brickellia secundiflora* | 14 | 0.0323 | -3.4340 | 0.1108 |
| 5 | Peistó | *Brickellia veronicifolia* | 8 | 0.0184 | -3.9936 | 0.0736 |
| 6 | Escobilla | *Buddleja scordioides* | 1 | 0.0023 | -6.0730 | 0.0140 |
| 7 | Engorda cabra | *Dalea bicolor* | 2 | 0.0046 | -5.3799 | 0.0248 |
| 8 | Tatalencho | *Gymnosperma glutinosum* | 1 | 0.0023 | -6.0730 | 0.0140 |
| 9 | Gordolobo | *Pseudognaphalium canescens* | 135 | 0.3111 | -1.1678 | 0.3632 |
| 10 | Romerillo cimarrón | *Purshia mexicana* | 6 | 0.0138 | -4.2813 | 0.0592 |
| 11 | Jarilla | *Stevia lucida* | 103 | 0.2373 | -1.4383 | 0.3414 |
| 12 | Zaluzanea | *Zaluzania augusta* | 2 | 0.0046 | -5.3799 | 0.0248 |
| | | | 434 | H Calculada | | 1.7075 |
| | | | | Riqueza S | | 12 |
| | | | | H max = | | 2.4849 |
| | | | | Equidad (J) = | | 0.6872 |

**Estrato cactáceo**

El estrato cactáceo de VsaBQ presenta una diversidad biológica muy baja, reflejada por un Índice de Shannon-Wiener de 0.4845. Esta escasa diversidad se debe principalmente a dos factores: una riqueza de especies extremadamente baja (solo 4 especies) y una dominancia abrumadora del mezcal de maguey, que constituye casi el 90% de los individuos de la comunidad.

La baja diversidad se ve fuertemente confirmada por la Equidad de 0.3495, un valor muy bajo que indica una uniformidad extremadamente pobre en la distribución de la abundancia entre las especies. La fuerte concentración de individuos en una única especie, sumada a la baja riqueza, resulta en una comunidad cactácea muy simplificada y con una diversidad efectiva mínima.

*Tabla IV. 33. Índice de Shannon-Wiener para el estrato cactáceo de VsaBQ.*

| ID | Nombre común | Nombre científico | Individuos | Pi | Ln (Pi) | H´ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Maguey mezcal | *Agave parryi* | 30 | 0.8824 | -0.1252 | 0.1104 |
| 2 | Sotol | *Dasylirion wheeleri* | 1 | 0.0294 | -3.5264 | 0.1037 |
| 3 | Nopal camueso | *Opuntia robusta* | 1 | 0.0294 | -3.5264 | 0.1037 |
| 4 | Palma pita | *Yucca filifera* | 2 | 0.0588 | -2.8332 | 0.1667 |
| | | | 34 | H Calculada | | 0.4845 |
| | | | | Riqueza S | | 4 |
| | | | | H max = | | 1.3863 |
| | | | | Equidad (J) = | | 0.3495 |

**Estrato herbáceo**

El estrato herbáceo de VsaBQ presenta una diversidad biológica media, reflejada por un Índice de Shannon-Wiener de 2.4202. Esta elevada diversidad se sustenta en una sólida riqueza de 21 especies y, crucialmente, en una uniformidad (Equidad de 0.7949) en la distribución de la abundancia entre ellas.

A diferencia de otros estratos con problemas de dominancia, aquí las poblaciones de las 21 especies se distribuyen de manera equilibrada, sin que ninguna especie capare de forma desproporcionada a los individuos. Esto resulta en una comunidad herbácea compleja, robusta y con una alta representación de sus componentes florísticos.

*Tabla IV. 34. Índice de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo de VsaBQ.*

| ID | Nombre común | Nombre científico | Individuos | Pi | Ln (Pi) | H´ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Costilla de vaca | *Atriplex canescens* | 8 | 0.0235 | -3.7495 | 0.0882 |
| 2 | Liendrilla aparejo | *Muhlenbergia repens* | 60 | 0.1765 | -1.7346 | 0.3061 |
| 3 | Ageratina | *Ageratina gracilis* | 4 | 0.0118 | -4.4427 | 0.0523 |
| 4 | Amargocilla | *Ageratina petiolaris* | 17 | 0.0500 | -2.9957 | 0.1498 |
| 5 | Aloysia | *Aloysia wrightii* | 9 | 0.0265 | -3.6317 | 0.0961 |
| 6 | Navajita | *Bouteloua gracilis* | 7 | 0.0206 | -3.8830 | 0.0799 |
| 7 | Vara blanca | *Brickellia secundiflora* | 1 | 0.0029 | -5.8289 | 0.0171 |
| 8 | Helecho Mexicano | *Cheilanthes mexicana* | 18 | 0.0529 | -2.9386 | 0.1556 |
| 9 | Hierba oreja de ratón | *Dichondra argentea* | 3 | 0.0088 | -4.7303 | 0.0417 |
| 10 | Estrellita amarilla | *Echeandia flavescens* | 30 | 0.0882 | -2.4277 | 0.2142 |
| 11 | Zacate pata de ganso | *Eleusine multiflora* | 6 | 0.0176 | -4.0372 | 0.0712 |
| 12 | Pasto eragrostis | *Eragrostis curvula* | 62 | 0.1824 | -1.7018 | 0.3103 |
| 13 | Zacate Llanero | *Eragrostis intermedia* | 60 | 0.1765 | -1.7346 | 0.3061 |
| 14 | Purple love grass | *Eragrostis pectinacea* | 4 | 0.0118 | -4.4427 | 0.0523 |
| 15 | Helecho gaga | *Gaga chaerophylla* | 8 | 0.0235 | -3.7495 | 0.0882 |
| 16 | Galium | *Galium aparine* | 3 | 0.0088 | -4.7303 | 0.0417 |
| 17 | Jarilla | *Heterosperma pinnatum* | 2 | 0.0059 | -5.1358 | 0.0302 |
| 18 | Helecho de 3 hojas | *Pellaea ternifolia* | 31 | 0.0912 | -2.3950 | 0.2184 |
| 19 | Acederilla | *Rumex acetosella* | 3 | 0.0088 | -4.7303 | 0.0417 |
| 20 | Cola de ratón | *Sporobolus indicus* | 1 | 0.0029 | -5.8289 | 0.0171 |
| 21 | Verbena gris | *Verbena canescens* | 3 | 0.0088 | -4.7303 | 0.0417 |
| | | | 340 | H Calculada | | 2.4202 |
| | | | | Riqueza S | | 21 |
| | | | | H max = | | 3.0445 |
| | | | | Equidad (J) = | | 0.7949 |

## ÍNDICE DE SHANNON PARA VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL (VsaPN)

### Estrato arbóreo

El estrato arbóreo de VsaPN exhibe una diversidad biológica extremadamente baja, con un Índice de Shannon-Wiener de solo 0.0565. Esta condición se debe a dos factores críticos una riqueza de especies mínima (solo 2 especies) y una dominancia abrumadora del Táscate (Juniperus deppeana), que constituye casi el 99% de los individuos.

La Equidad de 0.0815 refuerza esta interpretación, indicando una uniformidad casi inexistente en la distribución de la abundancia. En la práctica, esta comunidad arbórea se asemeja a un monocultivo de Táscate, con una diversidad efectiva insignificante.

*Tabla IV. 35. Índice de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo de VsaPN.*

| ID | Nombre común | Nombre científico | Individuos | Pi | Ln (Pi) | H´ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Tascate | *Juniperus deppeana* | 98 | 0.9899 | -0.0102 | 0.0100 |
| 2 | Pino Piñonero | *Pinus cembroides* | 1 | 0.0101 | -4.5951 | 0.0464 |
| | | | 99 | H Calculada | | 0.0565 |
| | | | | Riqueza S | | 2 |
| | | | | H max = | | 0.6931 |
| | | | | Equidad (J) = | | 0.0815 |

### Estrato arbustivo

El estrato arbustivo de VsaPN exhibe una diversidad biológica baja, con un Índice de Shannon-Wiener de 1.2426. Aunque la riqueza de especies es baja (solo 5 especies), la comunidad se beneficia de una muy alta uniformidad (Equidad de 0.7721) en la distribución de la abundancia de los individuos entre esas especies.

Esta alta equidad significa que, a pesar de que el Romerillo cimarrón es el más abundante, las otras especies presentes contribuyen de manera significativa y relativamente equilibrada a la estructura de la comunidad. En consecuencia, el estrato arbustivo de VsaPN, a pesar de su limitada riqueza de especies, presenta una diversidad apreciable gracias a la buena distribución de sus poblaciones.

*Tabla IV. 36. Índice de Shannon-Wiener para el estrato arbustivo de VsaPN.*

| ID | Nombre común | Nombre científico | Individuos | Pi | Ln (Pi) | H´ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Amargosilla | *Ageratina petiolaris* | 7 | 0.0642 | -2.7454 | 0.1763 |
| 2 | Gatuño | *Mimosa biuncifera* | 1 | 0.0092 | -4.6913 | 0.0430 |
| 3 | Romerillo cimarrón | *Purshia mexicana* | 52 | 0.4771 | -0.7401 | 0.3531 |
| 4 | Encinillo | *Quercus striatula* | 26 | 0.2385 | -1.4333 | 0.3419 |
| 5 | Zumaque | *Rhus trilobata* | 23 | 0.2110 | -1.5559 | 0.3283 |
| | | | 109 | H Calculada | | 1.2426 |
| | | | | Riqueza S | | 5 |
| | | | | H max = | | 1.6094 |
| | | | | Equidad (J) = | | 0.7721 |

### Estrato cactáceo

Para el caso del Bosque de Pino-Encino no se encontraron especies de cactáceas.

**Estrato herbáceo**

El estrato herbáceo de VsaPN exhibe una diversidad biológica media, lo cual se refleja en un Índice de Shannon-Wiener de 2.3237. Esta robusta diversidad es producto de una buena riqueza de 19 especies y, crucialmente, de una equidad de 0.7892 en la distribución de la abundancia de los individuos entre ellas.

Aunque el Zacate pata de ganso es la especie más abundante, su dominancia no compromete el equilibrio general. Las poblaciones de las demás especies están bien representadas, lo que contribuye a una comunidad herbácea compleja, estable y con una alta variedad en su composición florística.

*Tabla IV. 37. Índice de Shannon-Wiener para el estrato herbáceo de VsaPN.*

| ID | Nombre común | Nombre científico | Individuos | Pi | Ln (Pi) | H´ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Chilitos | Acalypha phleoides | 1 | 0.0023 | -6.0591 | 0.0142 |
| 2 | Hierba de carranza | Alchemilla procumbens | 15 | 0.0350 | -3.3511 | 0.1174 |
| 3 | Hierba oreja de ratón | Dichondra argentea | 36 | 0.0841 | -2.4756 | 0.2082 |
| 4 | Zacate pata de ganso | Eleusine multiflora | 143 | 0.3341 | -1.0963 | 0.3663 |
| 5 | Golondrina | Euphorbia graminea | 27 | 0.0631 | -2.7633 | 0.1743 |
| 6 | Pico de pájaro | Evolvulus alsinoides | 14 | 0.0327 | -3.4201 | 0.1119 |
| 7 | Amor seco | Gomphrena serrata | 12 | 0.0280 | -3.5742 | 0.1002 |
| 8 | Malva de castilla | Malva parviflora | 12 | 0.0280 | -3.5742 | 0.1002 |
| 9 | Trébol | Oxalis hernandezii | 59 | 0.1379 | -1.9816 | 0.2732 |
| 10 | Calcomeca | Psacalium sinuatum | 4 | 0.0093 | -4.6728 | 0.0437 |
| 11 | Hierba de aflojaduras | Salvia nana | 8 | 0.0187 | -3.9797 | 0.0744 |
| 12 | Salvia hoja de tilo | Salvia tiliifolia | 15 | 0.0350 | -3.3511 | 0.1174 |
| 13 | Ojo de gallo | Sanvitalia procumbens | 10 | 0.0234 | -3.7565 | 0.0878 |
| 14 | Hierba de la araña | Stevia lucida | 8 | 0.0187 | -3.9797 | 0.0744 |
| 15 | Burrillo | Stevia serrata | 25 | 0.0584 | -2.8402 | 0.1659 |
| 16 | Anisillo | Tagetes filifolia | 2 | 0.0047 | -5.3660 | 0.0251 |
| 17 | Agrimonia | Teucrium cubense | 3 | 0.0070 | -4.9605 | 0.0348 |
| 18 | Hiedra mala | Toxicodendron radicans | 29 | 0.0678 | -2.6918 | 0.1824 |
| 19 | Carretilla | Trifolium amabile | 5 | 0.0117 | -4.4497 | 0.0520 |
| | | | 428 | H Calculada | | 2.3237 |
| | | | | Riqueza S | | 19 |
| | | | | H max = | | 2.9444 |
| | | | | Equidad (J) = | | 0.7892 |

Los cálculos del valor de importancia e índices de Shannon-Wiener para cada tipo de vegetación se pueden encontrar en el Anexo IV.2 Memorias de cálculo por tipo de vegetación.

### IV.2.2.2 Fauna

El siguiente análisis se centra en la caracterización de la biodiversidad presente en el área de influencia del proyecto, con especial énfasis en la fauna. Se busca determinar la riqueza, estructura y diversidad de las comunidades terrestres y/o acuáticas, identificando las especies presentes y su distribución espacial. Además, se evaluará el estado de conservación de estas comunidades, considerando factores como la fragmentación de hábitats, la contaminación y otras presiones antrópicas.

Particularmente, se prestará atención a las áreas de importancia biológica, como zonas de anidación, crianza y alimentación, así como a posibles rutas migratorias que puedan verse afectadas por el desarrollo del proyecto.

Esta información es fundamental para evaluar los potenciales impactos del proyecto sobre la biodiversidad local y proponer medidas de mitigación y compensación adecuadas.

## MÉTODOS DE MUESTREO

Para el estudio se diseñó un protocolo riguroso para inventariar la fauna silvestre en el área del SAR. Se planificó cuidadosamente el muestreo, se recolectaron datos en campo y se analizaron los resultados utilizando herramientas estadísticas. Este proceso permitió obtener una visión detallada de la diversidad de especies presentes.

### AVES

La identificación de las aves se efectuó con ayuda de binoculares y guías de elaboradas mediante la plataforma de consulta creada por la Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) EncicloVida, de igual manera, se utilizó la aplicación móvil Merlin Bird ID (Kalta B., 2024); durante el desarrollo de los censos se tomaron los siguientes datos: especie, número de individuos, hora, actividad y otras observaciones de utilidad.

*Método de muestreo de aves*

Se llevó a cabo un muestreo de aves utilizando la técnica de punto fijo. Es decir, el personal encargado de avistamientos se posicionó en el centro de la unidad de muestreo y durante 10 minutos se registró de forma individual todas las aves observadas y escuchadas dentro de esta radio, utilizando binoculares y una guía de campo. (FMCN, CONAFOR, USAID y USFS, 2018)

### MAMIFEROS

Se utilizaron métodos indirectos que consistieron en la identificación e interpretación de los rastros que dejan los mamíferos durante sus actividades, como son las huellas, excretas y regurgitaciones, se utilizó la bibliografía Peterson “Field Guide to Animal Tracks”. (Murie, 2005)

Así mismo, se obtuvieron fotografías de huellas y colecta de excretas, además de consultar y entrevistar a los habitantes de la zona, mostrando fotografías de la fauna típica del sitio, para su reconocimiento en el área del proyecto.

En este caso no se observa que las especies encontradas muestren un comportamiento por estacionalidad, ya que son las más comunes de muchas áreas, por lo que esto no afecta a su presencia o ausencia en el lugar.

Método de muestreo de huellas, excrementos y rastros:

Se realizó un muestreo de rastros de mamíferos a lo largo de transectos establecidos en un sendero cercano a la Unidad de Muestreo. Para ello se siguió el siguiente procedimiento (FMCN, CONAFOR, USAID y USFS, 2018):

Para estudiar la fauna en el área, se establecieron seis caminos rectos a lo largo de un sendero. Se caminó por estos senderos buscando huellas y excrementos de animales. Al encontrar estas señales, se midieron y se identificó a que animal pertenecían, utilizando guías especializadas. Este método permitió conocer qué especies de mamíferos habitaban en la zona.

Los mamíferos silvestres pueden crear diversos rastros, como huellas, excretas, madrigueras y refugios, marcas en las plantas, señales de alimentación, restos orgánicos, voces y sonidos, olores y otros más. (Sánchez, 2012)

Las consideraciones por tomar en cuenta fueron (FMCN, CONAFOR, USAID y USFS, 2018):

Para llevar a cabo el muestreo de fauna de manera cuidadosa y precisa, se siguieron protocolos específicos, Se caminó siempre por los senderos para proteger el hábitat, se centró la búsqueda en una zona delimitada del sendero y se registraron todas las especies encontradas. Además, se utilizaron herramientas de medición para obtener datos precisos y evitar contar repetidamente a los mismos individuos. Estas garantizaron que el estudio tuviera un impacto mínimo en el ambiente y que los resultados fueran confiables.

*Método de muestreo por fototrampeo*
Se realizó la instalación de cámaras trampa dentro de un área de muestreo delimitada de 1000 metros cuadrados. Para ello se siguió el siguiente procedimiento (FMCN, CONAFOR, USAID y USFS, 2018):

- **Identificación de señales:** Se buscarán indicios de actividad animal como huellas, excrementos, zonas de alimentación o madrigueras para determinar los puntos estratégicos de instalación.
- **Selección del árbol:** Se eligieron árboles robustos a una distancia de 3-5 metros de las señales de fauna, preferentemente en dirección norte.
- **Instalación de la cámara:** La cámara se colocó a 40 cm del suelo, apuntando hacia el área de paso de los animales, evitando la dirección oeste y este para prevenir activaciones falsas por la luz solar.
- **Medición de la distancia:** Se midió la distancia entre la cámara y el centro del área de muestreo con ayuda del GPS.
- **Limpieza del área:** Se eliminó la vegetación entre la cámara y el punto de paso de los animales para evitar activaciones accidentales.
- **Camuflaje:** Se utilizaron elementos naturales para camuflar la cámara y reducir el riesgo de robo.
- **Registro fotográfico:** Se tomarán fotografías de la ubicación de la cámara y del dispositivo junto a las coordenadas GPS.
- **Verificación final:** Se confirma que la cámara estaba encendida y funcionando correctamente.

Para complementar con los muestreos, se colocaron cámaras trampa en puntos estratégicos para lograr los registros, funcionando las 24 horas del día. Se presentan en el anexo IV.3 Coordenadas Trampeo, Huellas y Fototrampeo.

**HERPETOFAUNA**
La estructura horizontal de la vegetación ejerce una importante influencia sobre la composición de los reptiles y anfibios, especialmente en lagartijos en los ecosistemas con vegetación menos compleja, esto explica porque la termorregulación y el forrajeo principalmente son llevados a cabo sobre la superficie del suelo.

*Método de muestreo de herpetofauna*

Muchos de los registros de anfibios y reptiles resultan de observaciones causales realizadas durante un trabajo de campo, esas observaciones, en forma acumulativa, han contribuido más al conocimiento sobre la ocurrencia de reptiles y anfibios de cualquier otro método.

El estudio de anfibios y reptiles se basó principalmente en observación directa durante recorridos a pie y en vehículo. Aunque las observaciones causales son valiosas, la metodología sistemática permitió obtener una visión más completa de la diversidad de especies presentes en el área. Sin embargo, se reconoce que la actividad de estos animales varía a lo largo del día, lo que influye en los resultados de los muestreos.

## COMPOSICIÓN DE POBLACIONES Y COMUNIDADES DEL ÁREA DEL PROYECTO.

### INVENTARIO FAUNÍSTICO

Durante el muestreo en el Sistema Ambiental Regional, se registraron un total de **63** especies con un total de **665** ejemplares; de 3 grupos de faunísticos (Aves, Mamíferos y Herpetofauna). El grupo de aves fue el mejor representado, con un total de **43** especies repartidas 23 familias y 9 órdenes; mientas que para el grupo de mamíferos se registró un total de **12** especies pertenecientes a 8 familias y 4 órdenes, por último, para el grupo de herpetofauna se registraron **8** especies pertenecientes a 5 familias y 2 órdenes.

A continuación, se muestran las tablas de las especies registradas durante el muestreo en el SAR.

### Aves

*Tabla IV. 38. Especies de aves registradas durante el muestreo en el SAR.*

| Orden | Familia | Especies encontradas en el SAR | Nombre científico |
|---|---|---|---|
| Passeriformes | Aegithalidae | Sastrecillo | *Psaltriparus minimus* |
| | Cardinalidae | Piranga roja | *Piranga rubra* |
| | | Picogordo azul | *Passerina caerulea* |
| | Corvidae | Chara pecho gris | *Aphelocoma wollweberi* |
| | | Cuervo común | *Corvus corax* |
| | Fringillidae | Pinzón mexicano | *Haemorhous mexicanus* |
| | Hirundinidae | Golondrina de tijereta | *Hirundo rustica* |
| | Icteridae | Calandria tunera | *Icterus parisorum* |
| | | Zanate mexicano | *Quiscalus mexicanus* |
| | Parulidae | Chipe rabadilla amarilla | *Setophaga coronata* |
| | | Chipe corona negra | *Cardellina pusilla* |
| | | Chipe charquero | *Parkesia noveboracensis* |
| | Passerellidae | Gorrión cejas blancas | *Spizella passerina* |
| | | Gorrión barba negra | *Spizella atrogularis* |
| | | Rascador viejita | *Melozone fusca* |
| | | Rascador moteado | *Pipilo maculatus* |
| | | Junco ojos de lumbre | *Junco phaeonotus* |
| | | Gorrión Worthen | *Spizella wortheni* |
| | Passeridae | Gorrión doméstico | *Passer domesticus* |
| | Polioptilidae | Perlita azulgris | *Polioptila caerulea* |
| | Regulidae | Reyezuelo matraquita | *Corthylio calendula* |
| | Troglodytidae | Saltapared cola larga | *Thryomanes bewickii* |
| | Turdidae | Mirlo primavera | *Turdus migratorius* |
| | | Azulejo garganta azul | *Sialia mexicana* |
| | Tyrannidae | Papamoscas amarillo norteño | *Empidonax difficilis* |
| | | Papamoscas llanero | *Sayornis saya* |

| Orden | Familia | Especies encontradas en el SAR | Nombre científico |
|---|---|---|---|
| | | Papamoscas negro | *Sayornis nigricans* |
| | | Papamoscas del oeste | *Contopus sordidulus* |
| | Vireonidae | Vireo reyezuelo | *Vireo huttoni* |
| Anseriformes | Anatidae | Pato friso | *Mareca strepera* |
| Piciformes | Picidae | Carpintero mexicano | *Dryobates scalaris* |
| | | Carpintero moteado | *Sphyrapicus varius* |
| Columbiformes | Columbidae | Huilota común | *Zenaida macroura* |
| | | Paloma alas blancas | *Zenaida asiatica* |
| | | Tortolita Cola Larga | *Columbina inca* |
| | | Paloma encinera | *Patagioenas fasciata* |
| Cathartiformes | Cathartidae | Zopilote común | *Coragyps atratus* |
| | | Zopilote aura | *Cathartes aura* |
| Galliformes | Odontophoridae | Codorniz de moctezuma | *Cyrtonyx montezumae* |
| Charadriiformes | Charadriidae | Chorlo Tildío | *Charadrius vociferus* |
| Caprimulgiformes | Trochilidae | Zumbador cola ancha | *Selasphorus platycercus* |
| | | Zafiro Orejas Blancas | *Basilinna leucotis* |
| Cuculiformes | Cuculidae | Correcaminos norteño | *Geococcyx californianus* |

*Especies migratorias*

Para el área del SAR, se registraron 17 especies migratorias de aves. Ver anexo IV.4 Especies migratorias de aves registradas dentro del SAR.

Del anexo anterior, se destaca que, la zona de cría (naranja) es el área donde las aves construyen sus nidos y se reproducen. Generalmente, estas zonas se encuentran en regiones con climas más fríos durante el verano, donde hay abundancia de alimento para los polluelos. Mientras que en la zona de no reproducción (azul), as aves pasan la temporada en la que no se reproducen, que suele coincidir con el invierno. Estas áreas suelen ser más cálidas y ofrecen condiciones climáticas más favorables durante los meses fríos. Finalmente, la zona de migración (amarillo) es la ruta que siguen las aves al desplazarse entre las zonas de cría y no reproducción.

**Mamíferos**

*Tabla IV. 39. Especies de mamíferos registradas durante el muestreo en el SAR.*

| Orden | Familia | Especies encontradas en el SAR | Nombre científico |
|---|---|---|---|
| Lagomorpha | Leporidae | Conejo serrano | *Sylvilagus floridanus* |
| | | Conejo del desierto | *Sylvilagus audubonii* |
| | | Liebre cola negra | *Lepus californicus* |
| Artiodactyla | Cervidae | Venado cola blanca | *Odocoileus virginianus* |
| | Tayassuidae | Pecarí de collar | *Pecari tajacu* |
| Carnivora | Felidae | Lince americano | *Lynx rufus* |
| | Canidae | Coyote | *Canis latrans* |
| | | Zorra gris | *Urocyon cinereoargenteus* |
| | Procyonidae | Mapache | *Procyon lotor* |
| Rodentia | Cricetidae | Ratón de las rocas | *Peromyscus difficilis* |
| | | Ratón arbustero | *Peromyscus boylii* |
| | Sciuridae | Ardillón de las Rocas | *Otospermophilus variegatus* |

**Herpetofauna**

*Tabla IV. 40. Especies de herpetofauna registradas durante el muestreo en el SAR.*

| Orden | Familia | Especies encontradas en el SAR | Nombre científico |
|---|---|---|---|
| Squamata | Phrynosomatidae | Camaleón de montaña | *Phrynosoma orbiculare* |
| | | Lagartija Espinosa de la Sierra Madre Occidental | *Sceloporus jarrovii* |
| | | Lagartija espinosa del Mezquite | *Sceloporus grammicus* |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Colubridae | Hojarasquera rayada parda | *Rhadinaea fulvivittis* |
| | Viperidae | Cascabel de las rocas | *Crotalus lepidus* |
| | | Cascabel de cola negra | *Crotalus molossus* |
| | Anguidae | Lagarto Alicante Neovolcánico | *Barisia imbricata* |
| Anura | Hylidae | Ranita de cañon | *Dryophytes arenicolor* |

*Especies registradas en los muestreos y enlistadas en la Norma Oficial Mexicana 059 SEMARNAT 2010 con alguna categoría de riesgo.*

*Tabla IV. 41. Especies registradas, endémicas y enlistadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.*

| Grupo zoológico | Nombre | Especie | Estatus NOM-059 | Distribución |
|---|---|---|---|---|
| Aves | Codorniz de moctezuma | *Cyrtonyx montezumae* | Pr | No endémica |
| | Gorrión Worthen | *Spizella wortheni* | P | Endémica |
| Herpetofauna | Camaleón de montaña | *Phrynosoma orbiculare* | A | Endémica |
| | Lagartija Espinosa del Mezquite | *Sceloporus grammicus* | Pr | No endémica |
| | Lagarto Alicante Neovolcánico | *Barisia imbricata* | Pr | Endémica |
| | Cascabel de las rocas | *Crotalus lepidus* | Pr | No endémica |
| | Cascabel de cola negra | *Crotalus molossus* | Pr | No endémica |

**ESFUERZO DE MUESTREO**

Para determinar el esfuerzo de muestreo para la fauna silvestre se utilizaron las curvas de acumulación de especies por medio de los métodos no paramétricos. Las curvas de acumulación de especies son gráficas que muestran como aumenta el número de especies encontradas a medida que aumenta el esfuerzo de muestreo. Estas curvas son útiles para comprar diferentes estudios, determinar si se ha muestreado lo suficiente y planificar futuros muestreos. En pocas palabras, son una herramienta esencial para entender la biodiversidad de un lugar. Ver anexo IV.5 Esfuerzo de muestreo fauna SAR.

Aunado a lo anterior, si las curvas indican que se obtuvo más de un 85% de las especies esperadas en el muestreo es posible aplicarlo para realizar el análisis. (VILLARREAL H., 2006)

**AVES**

Para demostrar la suficiencia de muestreo de aves, se utilizaron cuatro métodos no paramétricos, el ICE, ACE, Chao de primer orden y Chao de segundo orden, obteniendo así valores de 100% y 90% para Chao de primer y de segundo orden respectivamente, lo que significa que el muestreo de mamíferos es demostrativo y confiable, de acuerdo con la bibliografía.

Este valor de Chao 1 indica que el muestreo ha capturado una proporción muy alta de las especies que se estima están presentes. Por otro lado, Chao 2 considera la presencia de especies basadas en su ocurrencia en las unidades de muestreo, un valor valor de 90% en Chao 2 sugiere que, según este método que considera la presencia de especies raras en las diferentes unidades de muestreo, se estima que aún podría haber alrededor de un 10% de especies que no fueron detectadas en el muestreo. Esto implica que la detección de especies raras en las diferentes unidades de muestreo fue un poco menos completa que la detección de especies con una o dos ocurrencias en general.

Los otros índices utilizados fueron el de ACE y el de ICE, estos son estimadores que utilizan datos de abundancia, basados en el concepto estadístico de cobertura de muestreo, que se refiere a la suma de las probabilidades de encontrar especies observadas dentro del total de especies presentes, pero no observadas. (Bautista Hernández, Monks, & Pulido Flores, 2013)

Un valor de 99% para el índice ACE indica que el muestreo realizado ha sido bastante completo en términos de capturar la abundancia de las especies. Esto sugiere que la mayoría de las especies abundantes en la comunidad han sido detectadas. Sin embargo, siempre existe la posibilidad de que algunas especies raras, presentes en muy bajo número, hayan pasado desapercibidas.

Por otro lado, un valor de 92% para el índice ICE sugiere que, aunque se ha detectado una buena proporción de las especies presentes en la comunidad, es probable que aún queden algunas especies raras por descubrir, especialmente aquellas que están presentes en muy pocas muestras.

De lo anterior podemos concluir que el grupo de aves en el SAR, de acuerdo con los índices ACE como ICE denotan una alta riqueza de especies, del mismo modo indican que el esfuerzo de muestreo ha sido suficiente para capturar la mayor parte de la abundancia.

Finalmente, en la curva de acumulación del anexo IV.05. Esfuerzo de muestreo fauna SAR, para el grupo de aves se observa un comportamiento asintótico. Esto indica que, aunque aumente el número de unidades de muestreo o de individuos, es decir, aumente el esfuerzo, no incrementara o habría muy poca variación en el número de especies de acuerdo con el estimador Chao.

**MAMÍFEROS**

Para la clase de los mamíferos se utilizaron cuatro estimadores del método no paramétrico, ICE, ACE, Chao 1 y Chao 2. Para Chao de primer y segundo orden, se cuenta con un 100% para ambos indicadores, lo que significa que el muestreo de mamíferos es demostrativo y confiable, de acuerdo con la bibliografía.

Por otro lado, los otros métodos utilizados (ICE y ACE) que utilizan datos de abundancia, basados en el concepto estadístico de cobertura de muestreo, y que refieren a la suma de las probabilidades de encontrar especies observadas dentro del total de especies presentes, pero no observadas, arrojaron valores 100% para ambos indicadores.

A manera de análisis, los valores de 100% para Chao 1 y Chao 2 indican que el muestreo realizado ha sido muy exhaustivo para la comunidad de mamíferos. Para el caso de Chao 1 indica que el muestreo ha detectado todas las especies que se estiman presentes en la comunidad, calculando en el número de especies que fueron observadas solo una o dos veces (especies únicas o dobles). Según este estimador, no se esperaría encontrar ninguna especie adicional con un esfuerzo de muestreo similar. Mientras que para Chao 2 sugiere que el muestreo ha detectado todas las especies que se estiman presentes según la incidencia de las especies raras en los diferentes sitios de muestreo. Esto implica que todas las especies raras que se esperaban encontrar en base a su distribución en los sitios fueron detectadas.

Del mismo modo los valores de ICE y ACE también arrojaron un 100% ambos indicadores, para ACE sugiere que el muestreo ha cubierto completamente la diversidad de especies estimada

obtenida en la abundancia de las especies más comunes. Esto implica que se han detectado todas las especies que se esperaban encontrar considerando la representación de las especies abundantes en las muestras. Mientras que para el indicador de ICE indica que el muestreo ha cubierto completamente la diversidad de especies estimadas obtenidas en la presencia y ausencia de las especies menos frecuentes en los diferentes sitios de muestras. Esto refuerza la idea de que incluso las especies raras, en términos de su distribución en los sitios, han sido detectadas en su totalidad según este estimador.

En la curva de acumulación de especies del anexo IV.5 Esfuerzo de muestreo SAR, para el grupo faunístico de los mamíferos, se observa que las especies registradas en este grupo se encuentran representadas por una curva de acumulación asintótica que se estabiliza al final de la curva al mismo valor, lo que indica que se ha alcanzado una buena cobertura del muestreo.

**HERPETOFAUNA**

En la clase del grupo de herpetofauna se utilizaron cuatro estimadores del método no paramétrico, ICE, ACE, Chao 1 y Chao 2. Para Chao de primer y segundo orden, se cuenta con valores del 96% y 97% respectivamente. Esto indica que el muestreo ha sido bastante completo para detectar la mayoría de las especies de herpetofauna, especialmente las más abundantes.

Por otro lado, los otros métodos utilizados (ICE y ACE) que utilizan datos de abundancia, basados en el concepto estadístico de cobertura de muestreo, y que refieren a la suma de las probabilidades de encontrar especies observadas dentro del total de especies presentes, pero no observadas, arrojaron valores de 85% y 83% respectivamente. Esto sugiere que, aunque se ha detectado una gran parte de la diversidad, aún podría haber algunas especies raras que no fueron registradas.

A manera de análisis, valores elevados de todos los índices sugieren que el área de estudio alberga una rica diversidad de especies de herpetofauna. Del mismo modo, ya que los valores cercanos a 90% en la mayoría de los índices indican que el esfuerzo de muestreo ha sido adecuado para capturar una gran parte de la diversidad presente. Finalmente se destaca que los valores ligeramente menores de ICE y ACE sugieren que aún podría haber algunas especies raras presentes en el área, pero que, debido a su baja abundancia o distribución restringida, no fueron detectadas en el muestreo.

En curva de acumulación de especies del anexo IV.5 Esfuerzo de muestreo SAR, para el grupo se puede observar un comportamiento asintótico, lo que indica que se ha alcanzado una buena cobertura del muestreo.

**EVALUACIÓN DE POBLACIONES**

**ABUNDANCIA**

Se clasifica en cinco categorías: abundante (especie fácilmente detectable en grandes números), común (especie observadas en números bajos y en grupos pequeños), poco común (especie en la que se observaron unos pocos individuos), rara (especie observada en números muy bajos) y ocasional (especie muy escasa que si llega a observarse es un dato importante).

La abundancia de las especies en base a la información recabada se considera de la siguiente manera.

*Tabla IV. 42. Abundancia de las especies de fauna silvestre dentro del SAR.*

| Nombre común | Nombre científico | Número de individuos | Abundancia |
|---|---|---|---|
| AVES | | | |
| Sastrecillo | *Psaltriparus minimus* | 36 | Común |
| Piranga roja | *Piranga rubra* | 8 | Ocasional |
| Picogordo azul | *Passerina caerulea* | 4 | Poco común |
| Chara pecho gris | *Aphelocoma wollweberi* | 18 | Común |
| Cuervo común | *Corvus corax* | 7 | Ocasional |
| Pinzón mexicano | *Haemorhous mexicanus* | 7 | Ocasional |
| Golondrina de tijereta | *Hirundo rustica* | 14 | Común |
| Calandria tunera | *Icterus parisorum* | 8 | Ocasional |
| Zanate mexicano | *Quiscalus mexicanus* | 3 | Poco común |
| Chipe rabadilla amarilla | *Setophaga coronata* | 19 | Común |
| Chipe corona negra | *Cardellina pusilla* | 3 | Poco común |
| Chipe charquero | *Parkesia noveboracensis* | 4 | Poco común |
| Gorrión cejas blancas | *Spizella passerina* | 29 | Común |
| Gorrión barba negra | *Spizella atrogularis* | 12 | Común |
| Rascador viejita | *Melozone fusca* | 24 | Común |
| Rascador moteado | *Pipilo maculatus* | 18 | Común |
| Junco ojos de lumbre | *Junco phaeonotus* | 29 | Común |
| Gorrión Worthen | *Spizella wortheni* | 3 | Poco común |
| Gorrión doméstico | *Passer domesticus* | 4 | Poco común |
| Perlita azulgris | *Polioptila caerulea* | 2 | Rara |
| Reyezuelo matraquita | *Corthylio calendula* | 5 | Poco común |
| Saltapared cola larga | *Thryomanes bewickii* | 30 | Común |
| Mirlo primavera | *Turdus migratorius* | 6 | Ocasional |
| Azulejo garganta azul | *Sialia mexicana* | 2 | Rara |
| Papamoscas amarillo norteño | *Empidonax difficilis* | 10 | Ocasional |
| Papamoscas llanero | *Sayornis saya* | 9 | Ocasional |
| Papamoscas negro | *Sayornis nigricans* | 3 | Poco común |
| Papamoscas del oeste | *Contopus sordidulus* | 6 | Ocasional |
| Vireo reyezuelo | *Vireo huttoni* | 12 | Común |
| Pato friso | *Mareca strepera* | 1 | Rara |
| Carpintero mexicano | *Dryobates scalaris* | 9 | Ocasional |
| Carpintero moteado | *Sphyrapicus varius* | 1 | Rara |
| Huilota común | *Zenaida macroura* | 4 | Poco común |
| AVES | | | |
| Paloma alas blancas | *Zenaida asiatica* | 3 | Poco común |
| Tortolita Cola Larga | *Columbina inca* | 2 | Rara |
| Paloma encinera | *Patagioenas fasciata* | 9 | Ocasional |
| Zopilote común | *Coragyps atratus* | 32 | Común |
| Zopilote aura | *Cathartes aura* | 8 | Ocasional |
| Codorniz de moctezuma | *Cyrtonyx montezumae* | 3 | Poco común |
| Chorlo Tildío | *Charadrius vociferus* | 9 | Ocasional |
| Zumbador cola ancha | *Selasphorus platycercus* | 6 | Ocasional |
| Zafiro Orejas Blancas | *Basilinna leucotis* | 4 | Poco común |
| Correcaminos norteño | *Geococcyx californianus* | 2 | Rara |
| MAMÍFEROS | | | |
| Conejo serrano | *Sylvilagus floridanus* | 56 | Comun |
| Conejo del desierto | *Sylvilagus audubonii* | 7 | Ocasional |
| Liebre cola negra | *Lepus californicus* | 16 | Comun |
| Venado cola blanca | *Odocoileus virginianus* | 13 | Comun |
| Pecarí de collar | *Pecari tajacu* | 36 | Comun |
| Lince americano | *Lynx rufus* | 4 | Poco común |
| Coyote | *Canis latrans* | 14 | Comun |
| Zorra gris | *Urocyon cinereoargenteus* | 11 | Comun |
| Mapache | *Procyon lotor* | 5 | Poco común |
| Ratón de las rocas | *Peromyscus difficilis* | 2 | Rara |
| Ratón arbustero | *Peromyscus boylii* | 10 | Ocasional |

| Nombre común | Nombre científico | Número de individuos | Abundancia |
|---|---|---|---|
| Ardillón de las Rocas | *Otospermophilus variegatus* | 2 | Rara |
| HERPETOFAUNA | | | |
| Camaleón de montaña | *Phrynosoma orbiculare* | 6 | Ocasional |
| Lagartija Espinosa de la Sierra Madre Occidental | *Sceloporus jarrovii* | 15 | Común |
| Lagartija espinosa del Mezquite | *Sceloporus grammicus* | 21 | Común |
| Hojarasquera rayada parda | *Rhadinaea fulvivittis* | 1 | Rara |
| Cascabel de las rocas | *Crotalus lepidus* | 3 | Poco común |
| Cascabel de cola negra | *Crotalus molossus* | 1 | Rara |
| Lagarto Alicante Neovolcánico | *Barisia imbricata* | 2 | Rara |
| Ranita de cañón | *Dryophytes arenicolor* | 2 | Rara |

**SOCIABILIDAD**

En cuanto al comportamiento social, las especies observadas presentaron patrones variados. La mayoría de los individuos fueron registrados en solitario, un comportamiento común en muchas especies. Sin embargo, se observaron también casos de parejas, donde los individuos se desplazaban juntos tanto dentro como fuera de la época reproductiva, y de agrupaciones gregarias, con la formación de grupos de tres o más individuos, especialmente en el caso de las aves, las cuales suelen formar parvadas.

Tipos de sociabilidad:

- **Solitaria.** Algunas especies tienden a vivir en solitario, excepto durante la temporada de apareamiento o cuando la hembra está cuidando a sus crías. Estos animales suelen tener territorios bien definidos que defienden de otros individuos de su misma especie.
- **Parejas monógamas.** Algunas especies forman parejas monógamas que se mantienen juntas durante una temporada de apareamiento o incluso de por vida.
- **Grupos familiares.** En algunas especies, los individuos viven en grupos familiares que incluyen a los padres y sus crías.
- **Colonia.** Algunas especies forman colonias donde grandes grupos de individuos viven juntos en proximidad.
- **Manada.** Las manadas son grupos de individuos que viven juntos y se desplazan en conjunto.
- **Sociedades jerárquicas.** Algunas especies, como los primares y los lobos, tienen estructuras sociales complejas con jerarquías definidas. En estas sociedades, los individuos, los individuos ocupan diferentes rangos de dominancia, que pueden influir en su acceso a recursos y oportunidades de reproducción.

**TIPO DE ALIMENTACIÓN**

La dieta de las especies estudiadas varía según el grupo funcional.

Las aves, principalmente insectívoras, complementan su alimentación con granos, néctar y semillas disponibles en la vegetación local, sin embargo, en el SAR también se encuentran aves carroñeras y omnívoras. Los mamíferos presentan una dieta más diversa, incluyendo herbívoros que se alimentan de hojas, frutos y raíces, y carnívoros que consumen a otros animales, además de aquellos omnívoros que se alimentan tanto de animales como de vegetales. Por otro lado, los reptiles encontrados en el SAR, por su parte, exhiben una amplia gama de dietas, desde insectívora y herbívora hasta carnívora, alimentándose de otros reptiles, pequeños mamíferos e incluso aves.

**HÁBITAT**

El hábitat general utilizado por las especies es el terrestre, sobre todo utilizando la cobertura vegetal como refugio y fuente de alimento. Las aves que pueden volar hacen una combinación del comportamiento terrestre y el aéreo para trasladarse en busca de alimento y de hábitats más adecuados para ellos.

**DISTRIBUCIÓN VERTICAL O DISTRIBUCIÓN ESPACIAL**

La distribución vertical de las especies se refiere a los estratos de la vegetación que utilizan los organismos. (Saúl Ugalde-Lezama, 2008)

Los reptiles, aunque predominantemente terrestres, muestran cierta capacidad de trepar en algunos casos, como las lagartijas que se desplazan por los troncos y ramas. Los mamíferos, por su parte, aprovechan una amplia gama de estratos, desde el suelo hasta el dosel arbóreo, dependiendo de sus adaptaciones y requerimientos ecológicos. Las aves, con su capacidad de vuelo, son las más versátiles en términos de distribución vertical, ocupando desde el suelo hasta las copas de los árboles, suelen utilizar los estratos intermedios de la vegetación, como los arbustos, para anidar y alimentarse, mientras que las copas de los árboles les proporcionan perchas y sitios de descanso.

**VALOR CINEGÉTICO**

El valor cinegético de una especie radica en el interés que suscita entre los cazadores, quienes la buscan por diversos motivos como el deporte, la alimentación o la obtención de trofeos. (SECTUR, 2015)

El valor cinegético de una especie radica en el interés que suscita entre los cazadores, quienes la buscan por diversos motivos como el deporte, la alimentación o la obtención de trofeos.

Ver el anexo IV.6 Índices de diversidad y composición alfa beta y gama SAR encontradas en el SAR, donde se describen las características particulares de especies encontradas en el SAR.

**ANÁLISIS DE DIVERSIDAD DE FAUNA DEL SAR**

Como ya se mencionó en la metodología la detección de especies se hizo por observación directa a o avistamientos y medios directos, como detección de rastros (huellas, excretas, madrigueras, cantos, rascaderos, echaderos, nidos, plumas, productos roídos o mordidos, pieles, cuernos, huesos, etc.) (Sánchez J. M., 2012)

Después de realizado el levantamiento de información en campo, se definió la diversidad faunística de **63** especies con un total de **655** ejemplares; de 3 grupos de faunísticos (Aves, Mamíferos y Herpetofauna). El grupo de aves fue el mejor representado, con un total de **43** especies repartidas 23 familias y 9 órdenes; mientas que para el grupo de mamíferos se registró un total de **12** especies pertenecientes a 8 familias y 4 órdenes, por último, para el grupo de herpetofauna se registraron **8** especies pertenecientes a 5 familias y 2 órdenes.

**INDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WIENER**

La diversidad de especies, un concepto fundamental en ecología se cuantifica a través de diversos índices. Una medida inicial y sencilla consiste en contar el número de especies presentes en un área determinada; sin embargo, este enfoque presenta limitaciones significativas. En primer lugar, no considera la abundancia relativa de cada especie, lo que significa que una comunidad con una especie muy abundante y muchas otras raras podrían tener la misma riqueza específica que otra con especies más equitativamente distribuidas. En segundo lugar, el número de especies detectadas. depende en gran medida del esfuerzo de muestreo, es decir, del tamaño de la muestra y del tiempo dedicado a la búsqueda. (Moreno, 2001)

En el contexto de este estudio, el índice de Shannon se ha seleccionado para evaluar la diversidad de fauna silvestre en el SAR. Esta elección se basa en su capacidad para captar tanto la riqueza como la equidad de las especies, lo cual es fundamental para comprender la complejidad ecológica de la comunidad y su estado de conservación.

Se puede observar de la tabla siguiente que el grupo de aves arrojó un índice de Shannon - Wiener de 3.39, lo que indica que las aves presentan una diversidad media en el SAR. Esto sugiere que hay un buen número de especies de aves diferentes y que ninguna especie domina en gran medida sobre las demás. Por otro lado, los mamíferos también muestran una diversidad media lo que indica una variedad razonable de especies de mamíferos en el área. Finalmente, con un índice de 1.55, la herpetofauna (anfibios y reptiles) presenta la menor diversidad de los tres grupos. Esto podría sugerir que hay menos especies de reptiles y anfibios en el área o que una o pocas especies dominan en número.

*Tabla IV. 43. Índice de diversidad de Shannon-Wiener en el (SAR).*

| Indicador | Aves | Mamíferos | Herpetofauna |
|---|---|---|---|
| Riqueza (S) | 43 | 12 | 8 |
| Número de individuos | 428 | 176 | 51 |
| Shannon (H) | 3.39 | 2.05 | 1.55 |
| Máxima diversidad = Ln (S) | 3.76 | 2.48 | 2.08 |
| Equidad (J) = H/H max | 0.90 | 0.83 | 0.75 |
| H max - H Calculada | 0.37 | 0.43 | 0.53 |
| Interpretación de H | Diversidad media | Diversidad media | Diversidad baja |

A manera de análisis del índice de diversidad de Shannon-Wiener de los resultados del muestreo de fauna dentro del SAR, se interpreta lo siguiente.

Para el caso de las aves, el índice de Shannon arrojó un valor de 3.39, lo que indica una diversidad de especies moderada. Además, la equidad (0.90) está muy cercana al valor máximo (1), sugiriendo que las especies están distribuidas de manera relativamente equitativa, es decir, no hay una especie que domine significativamente sobre las demás. En general, este resultado sugiere un ecosistema aviar saludable y complejo.

Para el caso del grupo de mamíferos el índice de Shannon de los mamíferos es menor que el de las aves, sin embargo, igual indica una diversidad de especies moderada. La equidad (0.83) también es ligeramente menor, sugiriendo que algunas especies de mamíferos podrían ser más abundantes que otras. Sin embargo, el valor sigue siendo alto, lo que indica una comunidad de mamíferos relativamente equilibrada.

Finalmente, para el caso del grupo de herpetofauna, el índice de Shannon es el más bajo de los tres grupos, lo que indica una diversidad de especies baja. La equidad (0.75) sugiere que, aunque la diversidad no es muy alta, las especies presentes están distribuidas de manera bastante equitativa.

Al comparar los tres grupos, se observa que la diversidad de aves es mayor que la de mamíferos y herpetofauna. Esto podría deberse a diversos factores, como la disponibilidad de hábitats o la presencia de perturbaciones, esto último debido a que las especies pudieran verse afectadas por factores, como el clima, el tipo de suelo, la presencia de otras especies y las actividades humanas. Ver Anexo IV.6 Índices de diversidad y composición alfa beta y gama SAR.

**ABUNDANCIA REALTIVA DE LA FAUNA EN EL SAR**

La abundancia puede ser medida de tres maneras, como el número total de animales de toda una población, como el número de animales por unidad área (densidad absoluta), y como la densidad de una población en relación con otra o consigo misma en otro momento (densidad relativa). (Caughley, 1997) Para el presente estudio, se estimó la abundancia relativa de cada especie encontrada en el SAR. Ver Anexo IV.6 Índices de diversidad y composición alfa beta y gama SAR.

**AVES**

Para el grupo de aves, se registraron 43 especies diferentes, esto indica una diversidad de especies relativamente alta. Un número tan elevado de especies sugiere un ecosistema rico y variado, con diferentes nichos ecológicos ocupados por distintas aves.

En total se contabilizaron 428 individuos. Esto nos da una idea de la abundancia general de aves en el área. Sin embargo, es importante considerar que la abundancia puede variar considerablemente entre especies, como veremos a continuación.

En el Anexo IV.6 Índices de diversidad y composición alfa beta y gama SAR, al observar la columna de "Abundancia relativa", podemos identificar las especies más comunes en el área. Las especies con mayor abundancia relativa son Sastrecillo (*Psaltriparus minimus*) con un 8.42%; Zopilote común (*Coragyps atratus*) con un 7.5%; Saltapared cola larga (*Thryomanes bewickii*) con un 7.0% y finalmente el Gorrión cejas blancas (*Spizella passerina*) y Junco ojos de lumbre (*Junco phaeonotus*) con un 6.7%.

A manera de análisis se tiene que la presencia del Zopilote común (*Coragyps atratus*) es una especie carroñera y su presencia indica la existencia de una fuente de alimento constante, como animales muertos.

Así mismo, se interpreta que la comunidad de aves está dominada por unas pocas especies, como el zopilote común, los gorriones y el junco ojos de lumbre. Sin embargo, la presencia de un gran número de especies menos abundantes indica una diversidad relativamente alta. Esta diversidad puede estar influenciada por diversos factores, como la disponibilidad de alimentos, la estructura del hábitat, el clima y la presencia de otras especies

## MAMÍFEROS

Para el grupo de mamíferos, se registraron 12 especies diferentes, esto indica una diversidad moderada en el área de estudio. Un número mayor de especies sugeriría un ecosistema más complejo y variado, mientras que un número menor indicaría una menor diversidad.

En total, se contabilizaron 176 individuos, este número representa el tamaño de la muestra y nos da una idea de la abundancia general de mamíferos en el área estudiada. Sin embargo, es importante recordar que la abundancia puede variar significativamente entre especies, como veremos a continuación.

En el Anexo IV.6 Índices de diversidad y composición alfa beta y gama SAR, al observar la columna de "Abundancia relativa", podemos identificar las especies más comunes en el SAR. Las especies con mayor abundancia relativa son Conejo serrano (*Sylvilagus floridanus*) con un 31.8% y Pecarí de collar (*Pecari tajacu*) con un 20.5%.

A manera de análisis, se sugiere que las abundancias de estas especies suelen estar relacionadas con la disponibilidad de vegetación y son adaptables a diversos hábitats.

Así mismo, se interpreta que la comunidad de mamíferos está dominada por unas pocas especies, como el conejo serrano y el pecarí de collar. Sin embargo, la presencia de otras especies, aunque en menor número, indica una diversidad moderada. Esta composición puede ser indicativa de un ecosistema relativamente estable.

## HERPETOFAUNA

Para el grupo de herpetofauna, se registraron 8 especies diferentes, esto indica una diversidad moderada en el área de estudio. Un número mayor de especies sugeriría un ecosistema más complejo y variado, mientras que un número menor indicaría una menor diversidad.

En total, se contabilizaron 51 individuos, este número representa el tamaño de la muestra y nos da una idea de la abundancia general de herpetofauna en el SAR. Sin embargo, es importante recordar que la abundancia puede variar significativamente entre especies, como veremos a continuación.

En el Anexo IV.6 Índices de diversidad y composición alfa beta y gama SAR, al observar la columna de "Abundancia relativa", podemos identificar especies más comunes en el área. Las especies con mayor abundancia relativa son Lagartija Espinosa del Mezquite (*Sceloporus grammicus*) con un 41.2%; Lagartija Espinosa de la Sierra Madre Occidental (*Sceloporus jarrovii*) con un 29.4%; y Camaleón de montaña (*Phrynosoma orbiculare*) con un 11.8%.

A manera de análisis, se sugiere que la abundancia de la especie *Sceloporus* es debido a su capacidad de adaptación en diferentes entornos. Así mismo se interpreta que la comunidad de herpetofauna en el área de estudio está dominada por unas pocas especies de lagartijas espinosas. Sin embargo, la presencia de otras especies, aunque en menor número, indica una diversidad moderada. Esta diversidad puede estar influenciada por diversos factores como la disponibilidad de alimentos, la estructura del hábitat, el clima y la presencia de depredadores.

## ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON

La biodiversidad, pilar fundamental para el equilibrio de los ecosistemas y el bienestar humano, es un concepto complejo que requiere herramientas precisas para su medición y gestión. El índice de diversidad de Simpson es una de las más utilizadas, permitiendo cuantificar la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a especies diferentes. (Altamirano Álvarez, 2017)

Al comparar la diversidad de diferentes áreas, por ejemplo, se pueden identificar zonas prioritarias para la creación de áreas protegidas o la restauración ecológica. El índice de Simpson en otras palabras nos brinda una idea de cuán diversa es una comunidad y si existe una o pocas especies que dominan el ecosistema.

A continuación, se presentan los valores arrojados por el índice de Simpson, para los grupos faunísticos identificados en el SAR. Ver Anexo IV.6 Índices de diversidad y composición alfa beta y gama SAR.

*Tabla IV. 44. Índice de diversidad de Simpson en el (SAR).*

| Indicador | Aves | Mamíferos | Herpetofauna |
|---|---|---|---|
| **Dominancia** | 0.04 | 0.04 | 0.09 |
| **Índice de Simpson** | 0.96 | 0.96 | 0.91 |

De la tabla anterior, se observa que el grupo de aves y mamíferos poseen valores para el índice de Simpson de 0.96, este valor muy alto (cercano a 1) sugiere una alta diversidad de especies de aves. Existe una alta probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a especies diferentes. Mientras que para estos grupos faunísticos se obtuvo una dominancia de 0.04 lo que indica que no hay una o pocas especies que sean significativamente más abundantes que las demás en el área muestreada. La abundancia de las especies de aves tiende a estar distribuida de manera bastante uniforme.

Por otro lado, el grupo de herpetofauna posee un valor para el índice de Simpson de 0.91 lo que indica una buena diversidad de especies de herpetofauna. Sin embargo, es ligeramente menor que el índice para aves y mamíferos, lo que sugiere una diversidad un poco menor o una distribución de menos abundancia equitativa en comparación con los otros dos grupos. El grupo de la herpetofauna arrojo un valor de dominancia de 0.09, lo que sugiere que, si bien no hay una dominancia extrema, algunas especies de herpetofauna podrían ser ligeramente más abundantes que otras en comparación con los otros grupos.

En general, los datos sugieren que las aves y los mamíferos presentan una mayor diversidad y una distribución más equitativa de las especies en comparación con la herpetofauna. Sin embargo, en todos los casos, la diversidad es relativamente alta, lo que indica que las comunidades estudiadas son bastante diversas. Lo que implicaría comunidades con mayor diversidad (como las de aves y mamíferos en este caso) suelen ser más resilientes a los cambios ambientales y las perturbaciones, además de estar asociadas con la estabilidad del ecosistema.

## ÍNDICE DE MARGALEF

El índice de Margalef es una herramienta fundamental en los estudios de fauna, ya que proporciona una medida sencilla pero efectiva de la riqueza de especies en una comunidad. Al relacionar el número de especies con el número total de individuos, este índice permite la comparación de diferentes comunidades a través de la diversidad relativa y la identificación de patrones. En términos simples, nos indica cuántas especies diferentes hay en un lugar determinado. (Moreno, 2001)

A continuación, se presentan los valores arrojados por el índice de Margalef, para los grupos faunísticos identificados en el SAR. Ver Anexo IV.6 Índices de diversidad y composición alfa beta y gama SAR.

*Tabla IV. 45. Índice de diversidad de Margalef en el (SAR).*

| Indicador | Aves | Mamíferos | Herpetofauna |
|---|---|---|---|
| **Índice de Margalef** | 6.9 | 2.1 | 1.8 |
| **Interpretación** | Diversidad alta | Diversidad moderada | Diversidad baja |

De la taba la anterior, para el grupo de aves, el índice de Margalef arrojó un valor de 6.9, el cual se considera alto e indica una gran diversidad de especies de aves en el SAR. Esto sugiere un ecosistema rico y complejo, con una amplia variedad de nichos ecológicos ocupados por diferentes especies de aves, lo que sugiere un ecosistema saludable y bien conservado, con una variedad de hábitats que soportan diferentes especies.

Por otro lado, el grupo de mamíferos arrojó un valor de 2.1, el cual se encuentra dentro del rango de diversidad moderada e indica que hay una variedad razonable de especies de mamíferos en el área, pero no tan alta como en el caso de las aves. Y finalmente para el caso del grupo de la herpetofauna este arrojó un valor de 1.8, el cual se ubica en el rango de diversidad baja siendo ligeramente inferior al de los mamíferos, lo que indica una diversidad de reptiles y anfibios un poco más baja.

La diversidad moderada en estos grupos podría indicar factores como la presencia de especies dominantes, perturbaciones humanas o características particulares del hábitat que limitan la coexistencia de un mayor número de especies.

## ESPECIES INDICADORAS DE DETERMINADOS ESTATUS AMBIENTALES

La determinación de las especies indicadoras implica un análisis complejo de sus funciones ecológicas, sus requisitos de hábitat y su sensibilidad a los cambios ambientales. Las consideraciones generales para especies indicadoras encontradas en el SAR cumplen con:

- **Sensibilidad a las perturbaciones:** Las especies sensibles a las actividades humanas, la contaminación o el cambio climático pueden señalar degradación ambiental.
- **Nivel trófico:** Los principales depredadores pueden indicar la salud de ecosistemas enteros.
- **Especies endémicas:** Las especies exclusivas de una región específica son particularmente sensibles a los cambios ambientales locales.

A continuación, se presentan algunos enfoques generales y posibles especies indicadoras:

**AVES**

- **Chipe corona negra (*Cardellina pusilla*):**

**Indicador de la salud de los bosques:** Esta especie suele estar asociada a bosques y pastizales donde se les puede encontrar. Los cambios en sus poblaciones pueden indicar alteraciones en la estructura o composición del bosque. (Maruri Aguilar, García Valdés, & Pineda López, 2013)

- **Chipe charquero (*Parkesia noveboracensis*):**

**Indicador de la calidad del hábitat:** Esta especie depende de hábitats riparios, en particular aquellos con vegetación densa. Los cambios en sus poblaciones pueden indicar alteraciones en la calidad del agua o en la vegetación riparia. (Kaufman, 2005)

- **Vireo reyezuelo (Vireo huttoni):**

**Indicador de la calidad del hábitat:** Esta especie se asocia a hábitats riparios y forestales. Los cambios en sus poblaciones pueden indicar alteraciones en la estructura del hábitat o en la calidad del agua. (Kaufman, 2005)

**MAMÍFEROS**

- **Pecarí de collar (*Pecari tajacu*):**

**Indicador de:** Bosques continuos y de buena calidad, esta especie es clave en muchos ecosistemas, dispersando semillas y manteniendo la estructura del bosque. Y aunque puede adaptarse a una gran variedad de condiciones y su dieta es generalista, además de ser la menos susceptible en comparación con otras especies de pecaríes a la degradación del bosque y perturbaciones; su presencia indica la existencia de grandes extensiones de bosque continuo y una buena calidad. (Altrichter, Taber, & Altrichter, 1998)

- **Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*):**

**Indicador de:** Calidad del hábitat y presencia de depredadores, su abundancia y distribución están relacionadas con la disponibilidad de alimentos y cobertura. Pueden ser indicadores de la calidad del hábitat y de la presencia de depredadores. (Sociedad de Biología de Concepción, 1998)

- **Mapache (*Procyon lotor*)**

**Indicador:** Aunque esta especie se considera en algunas regiones como una especie invasora y de gran adaptabilidad, ubicada en el centro y norte de América, también es indicadora de cobertura forestal y la proximidad de agua, lo que define el hábitat de esta especie. (Salgado, 2015)

- **Lince americano (*Lynx rufus*):**

**Indicador de:** Salud de las poblaciones de sus presas (principalmente liebres y conejos), el lince es un ápice depredador cuya presencia indica la salud de las poblaciones de sus presas. Su

disminución puede señalar problemas en la estabilidad, estructura y funcionamiento del ecosistema. (SEMARNAT, 2010)

**REPTILES**

- **Ranita de cañón (*Dryophytes arenicolor*):**

**Indicador de:** Calidad del agua y presencia de hábitats acuáticos específicos, estas ranas suelen habitar en arroyos y charcos temporales, por lo que su presencia indica la existencia de cuerpos de agua con buena calidad y la presencia de microhábitats adecuados para su reproducción. Del mismo modo, fungen como indicador de ruido ya que éste aumenta el estrés de la especie y compromete el crecimiento, la metamorfosis y la conducta de estos organismos. (García Dimas, 2023)

- **Lagartija Madre Occidental (Sceloporus jarrovii):**

**Indicador de:** Conservación de bosques de pino-encino, esta especie es endémica de la Sierra Madre Occidental y está asociada a bosques de pino-encino. Su presencia indica la conservación de estos ecosistemas, pueden ser una herramienta faunística de monitoreo a largo plazo y ser utilizadas para detectar el efecto del impacto del hombre sobre su hábitat. (Ramírez-Bautista, Canseco-Márquez, & Mendoza-Quijano, 2006)

**ENFOQUE DE ESCALAS PARA EVALUAR BIODIVERSIDAD**

La idea de separar a la diversidad en tres componentes, alfa, beta y gamma fue acuñada por Whittaker (1960) y todavía es considerada como una forma de esquematizar jerárquicamente la diversidad e incorporar el factor escala.

La diversidad gamma es el número de especies a nivel regional, es decir la sumatoria de las composiciones alfa y beta; en este sentido, la diversidad alfa se define como el número de especies a nivel local y la diversidad beta es, en su definición más general es la diferencia en composición de especies entre comunidades.

**METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD ALFA, BETA Y GAMMA DEL SAR**

Para obtener la composición de la biodiversidad alfa, beta y gamma del SAR, primero se obtuvo la biodiversidad alfa de cada punto de muestreo en una matriz de presencia-ausencia, para posteriormente comparar las especies entre dichos puntos y obtener la biodiversidad beta. Para finalmente obtener la biodiversidad gamma del SAR.

**Diversidad Alfa:** La diversidad alfa es la diversidad dentro de cada unidad muestreada.

**Diversidad Beta**: La diversidad beta representa el grado de cambio en la composición de especies entre diferentes puntos muestreados.

**Diversidad Gamma:** La diversidad gamma es la diversidad total de especies en toda el área de estudio. Para calcularla, simplemente contamos el número total de especies diferentes presentes en toda la matriz. Es decir, todas las especies que aparecen al menos una vez en cualquier localidad.

A manera de análisis, se obtuvo que, de los 24 puntos de muestreo, los puntos en los que se registró una mayor cantidad de especies diferentes fueron SAR-30, SAR-31, SAR-32, SAR-36 y SAR-38 con la cantidad de 17, 15, 17, 15 y 13 especies respectivamente, lo que se considera como la biodiversidad alfa de cada sitio. Tal y como se muestra en el Anexo IV.6 Índices de diversidad y composición alfa beta y gama SAR.

El total de especies diferentes encontradas en el SAR para los tres grupos faunísticos (aves, mamíferos y herpetofauna) fue de 63 especies. Sin embargo, debido a la composición de las poblaciones donde hay rareza de especies el mayor número de especies diferentes encontradas por sito fue de 17.

En el Anexo IV.6 Índices de diversidad y composición alfa beta y gama SAR, se muestra la matriz de presencia y ausencia de especies, en la cual se puede apreciar el recambio de especies en cada sitio, así como las especies que están presentes en una sola o pocas unidades de muestreo.

Destacando que las especies que se presentaron en una sola unidad de muestreo fueron *Rhadinaea fulvivittis* (Hojarasquera rayada parda), *Crotalus molossus* (Cascabel de cola negra), *Geococcyx californianus* (Correcaminos norteño), *Cyrtonyx montezumae* (Codorniz de moctezuma), *Columbina inca* (Tortolita Cola Larga), *Zenaida asiática* (Paloma alas blancas), *Sphyrapicus varius* (Carpintero moteado), *Mareca strepera* (Pato friso), *Polioptila caerulea* (Perlita azulgris), *Spizella wortheni* (Gorrión Worthen), y *Cardellina pusilla* (Chipe corona negra).

Mientras que las especies que se encontraron en más de 10 sitios de muestreo fueron *Aphelocoma wollweberi* (Chara pecho gris), *Spizella passerina* (Gorrión cejas blancas), *Melozone fusca* (Rascador viejita), *Pipilo maculatus* (Rascador moteado), *Coragyps atratus* (Zopilote común), *Sylvilagus floridanus* (Conejo serrano), *Pecari tajacu* (Pecarí de collar) y *Sceloporus grammicus* (Lagartija espinosa del Mezquite).

### IV.2.3 Medio socioeconómico

#### *Población*

El SAR delimitado para el proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas” se ubica en el municipio de Sombrerete en el estado de Zacatecas. La distribución territorial de Sombrerete representa un 4.8% de la superficie estatal (75,275.3 km$^2$), abarcando entonces un área de 3,633 km$^2$.

Conforme al Censo de Población y Vivienda 2020 desarrollado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el municipio de Sombrerete registra un total de 174 localidades con una población total de 63,665 habitantes, lo que representa el 3.9% de la población estatal (1,622,138 habitantes). De este total, el 49.4% son hombres y el 50.6% son mujeres, por lo que existen 97 hombres por cada 100 mujeres. La densidad de la población es de 17.5 hab./km$^2$ y la mitad de la población tiene 28 años o menos. La fecundidad y mortalidad en mujeres de 15 a 49 años, se establece en un promedio de 1.7 de hijos nacidos vivos, mientras que de hijos fallecidos se presenta un porcentaje de 3.4% (INEGI, 2020).

Así mismo, las localidades más pobladas en el municipio de Sombrerete son: Sombrerete (25,068 hab.), Colonia González Ortega (4,032 hab.) y Charco Blanco (2,749 hab.). Sin embargo, el proyecto no se encuentra localizado en ninguna de estas localidades.

Dentro del SAR se han identificado un total de cuatro localidades conforme al conjunto de datos vectoriales de información topografía del INEGI del año 2021, tal como se presenta en la Figura siguiente.

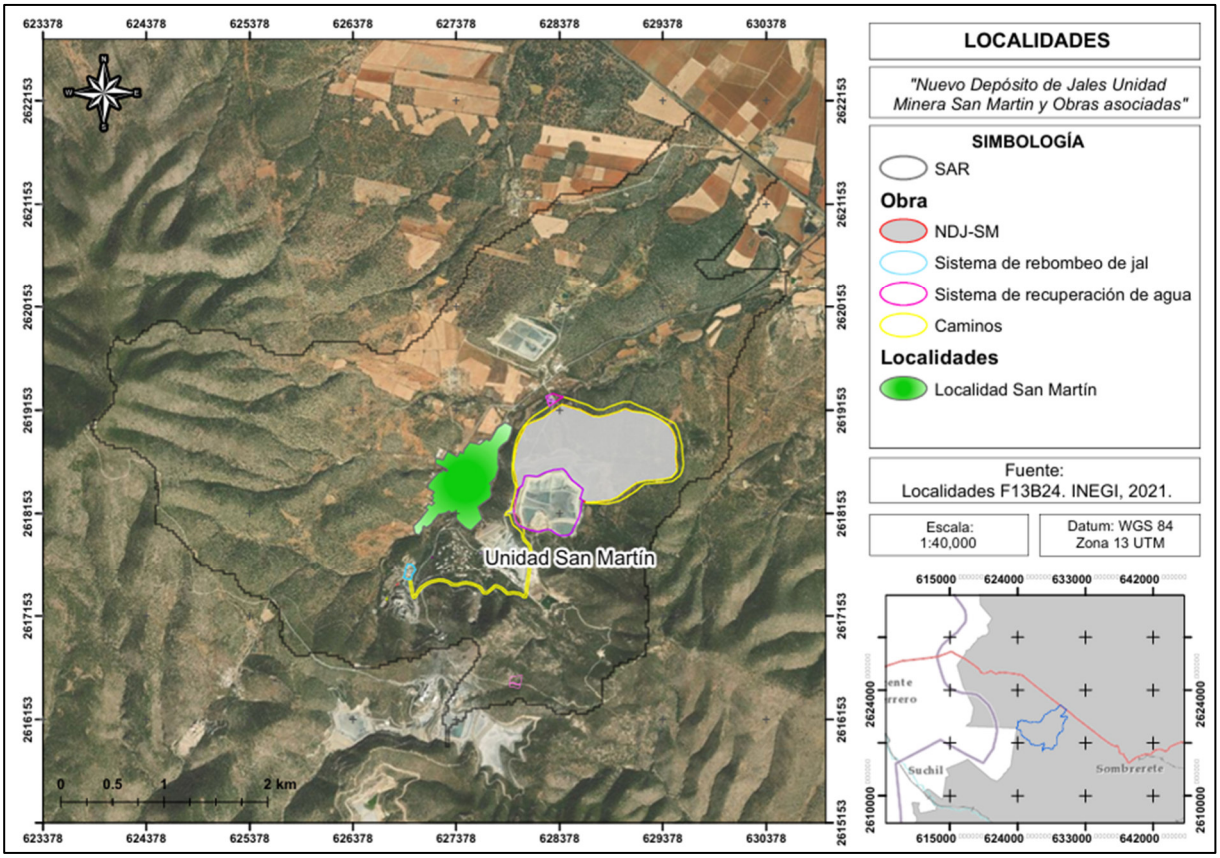



*Figura IV. 28. Localidades dentro del SAR.*

La población registrada para estas localidades se presenta en la siguiente Tabla, en donde se observa que la única localidad con información disponible del Censo 2020 del INEGI es la localidad San Martín (INEGI, 2020).

*Tabla IV. 46. Población en localidades dentro del SAR.*

| Localidad | Hombres | Mujeres | Población total |
|---|---|---|---|
| San Martín | 677 | 688 | 1,365 |
| Los Ángeles | -- | -- | -- |
| El Cheroque | -- | -- | -- |
| La Unidad San Martín | -- | -- | -- |

Cabe mencionar que La Unidad San Martín es en donde se pretende desarrollar el proyecto en cuestión y es la promovente del presente estudio; mientras que las demás localidades se pueden definir como propiedades rurales denominadas ranchos.

La localidad de San Martín presenta una relación hombres – mujeres de 98.4, un promedio de hijas e hijos nacidos vivos de 2.33 y su población se encuentra distribuida de la siguiente forma (INEGI, 2020):

- Población de 0 a 14 años: 359 hab.
- Población de 15 a 64 años: 914 hab.
- Población de 65 años y más: 92 hab.

***Migración***

En el municipio de Sombrerete, la principal causa de migración es la familiar (59.4%), seguido por trabajo (23.3%); en menor medida se determinan las causas por estudios (3.8%) e inseguridad (2.1%) (INEGI, 2020).

Específicamente en la localidad de San Martín, se tiene un registro de 1,153 hab. nacidos en la entidad zacatecana, mientras que 197 hab. nacieron en otra entidad. Por otra parte, la población de 5 años y más residente en la localidad desde marzo de 2015 a la fecha del censo es de 1,223 hab.; en cambio, 18 hab. residen en otra entidad desde marzo 2015 (INEGI, 2020).

***Etnicidad***

Conforme al Censo del INEGI del 2020, no se tiene el registro de población indígena que habite dentro de la localidad de San Martín. Sin embargo, se identificó población que se considera afromexicana o afrodescendiente (3 hab.) (INEGI, 2020).

***Educación***

El grado promedio de escolaridad es de 9.7 para la población de San Martín. De su población de 15 año y más, 25 hab. son analfabetos, 19 hab. sin escolaridad, 74 hab. tienen primaria incompleta y 29 hab. secundaria incompleta (INEGI, 2020).

***Características económicas***

En la localidad de San Martín, la actividad económica principal que se desarrolla y en la que trabajan sus habitantes es la explotación de minas (INEGI, 2020). Dentro del SAR, se ubica la Unidad San Martín perteneciente a la razón social Industrial Minera México S.A. de C.V., la cual presenta como actividad principal mina de cobre. Cabe mencionar que dentro de esta Unidad Económica se pretende desarrollar el presente estudio. Otras actividades económicas que se desarrollan en la localidad en menor medida son la agricultura y ganadería (INEGI, 2020).

De la población de 12 años y más de San Martín, 638 hab. se encuentran económicamente activos, siendo en su mayoría hombres (402 hab.). De la población activa, 615 hab. se encuentran ocupados laboralmente y 23 hab. desocupados. Por otra parte, 446 hab. pertenecen al sector no económicamente activos, siendo la población femenina la mayoritaria (308 hab.) (INEGI, 2020).

***Pobreza***

Conforme a los datos del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), el rezago social que se presenta en la localidad San Martín es muy bajo (INEGI, 2020).

***Servicios de salud***

Dentro de la localidad de San Martín se ubica una clínica de salud y consultorios particulares. En su población, 1195 hab. se encuentran afiliados a algún servicio de salud, lo que representa el 87.5% del total de la población. La mayor parte de la población se encuentra afiliada en el IMSS (1,120 hab.), seguido del Instituto de Salud para el Bienestar (56 hab.) (INEGI, 2020).

***Vivienda***

En la localidad de San Martín, se tiene un registro de 459 viviendas de las cuales 361 se clasifican como viviendas particulares habitadas, las cuales presentan las siguientes características (INEGI, 2020):

- 359 viviendas con piso de material diferente de tierra
- 361 viviendas que disponen de energía eléctrica
- 356 viviendas disponen de agua entubada y se abastecen del servicio público de agua
- 360 viviendas disponen de drenaje
- 360 viviendas disponen de excusado o sanitario
- 358 viviendas disponen de tinaco

***Aspectos sociales***

Conforme al INEGI, se tiene el registro de que los principales conflictos que se presentan en la localidad de San Martín son por razones relacionadas a propiedad de la tierra y por alcoholismo y drogadicción (INEGI, 2020).

Otro aspecto por resaltar es que dentro de la localidad se puede abastecer de productos básicos para la población a través de tianguis, tiendas de abarrotes, tienda y lechería SEGALMEX – DICONSA, farmacias y papelerías, lo que mejora la calidad de vida de la población que habita dentro del SAR.

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

El análisis retrospectivo nos ayuda a evaluar las condiciones ambientales, sociales o económicas de una región o sistema en un período pasado, en donde su objetivo principal es identificar los cambios y tendencias en la calidad ambiental y el deterioro registrado en el tiempo.

Esta herramienta es fundamental para comprender los cambios ambientales ocurridos debido a actividades humanas pasadas, con lo que permite identificar y evaluar los impactos acumulados en el tiempo, proporcionando una base sólida para la planificación y gestión ambiental futura (Sánchez L. E., 2008).

El análisis retrospectivo no solo ayuda a entender el estado actual del medio ambiente, sino que también proporciona indicadores valiosos que nos ayudará evitar acciones que ocasionaron impactos negativos en el pasado y promover un desarrollo de manera sostenible.

De acuerdo con lo que se menciona en la Guía para la elaboración de manifestaciones de impacto ambiental de la SEMARNAT, las características del proyecto, así como la bibliografía consultada, el análisis retrospectivo se realizará mediante la metodología de Análisis retrospectivo Sistémico.

### IV.3.1. Delimitación del Área de Influencia Directa e Indirecta.

La delimitación de las áreas de influencia directa e indirecta es un componente esencial en los procesos de evaluación de impacto ambiental y planificación estratégica, ya que proporciona una base sólida para la toma de decisiones, la implementación de medidas de prevención y mitigación, así como se promueve la participación social, asegurando que los proyectos se desarrollen de manera sostenible y en armonía con el entorno inmediato (Fischer, 2002).

Para la delimitación de esta área se consideraron componentes clave que a continuación se presentan

- Aspectos físicos (aire, ruido, vibraciones, erosión).
- Aspectos biológicos (flora y fauna).
- Aspectos sociales y económicos (comunidades, actividades económicas, infraestructura y servicios).

Para el presente proyecto, los componentes que se tomaron en cuenta para delimitar las Áreas de influencia Directa (AID) e Indirecta (AII) fueron, el ruido, el aire, el uso de suelo y vegetación, localidades cercanas al área del proyecto por lo que el AID y el AII se delimitó tal como se muestra en la figura siguiente.

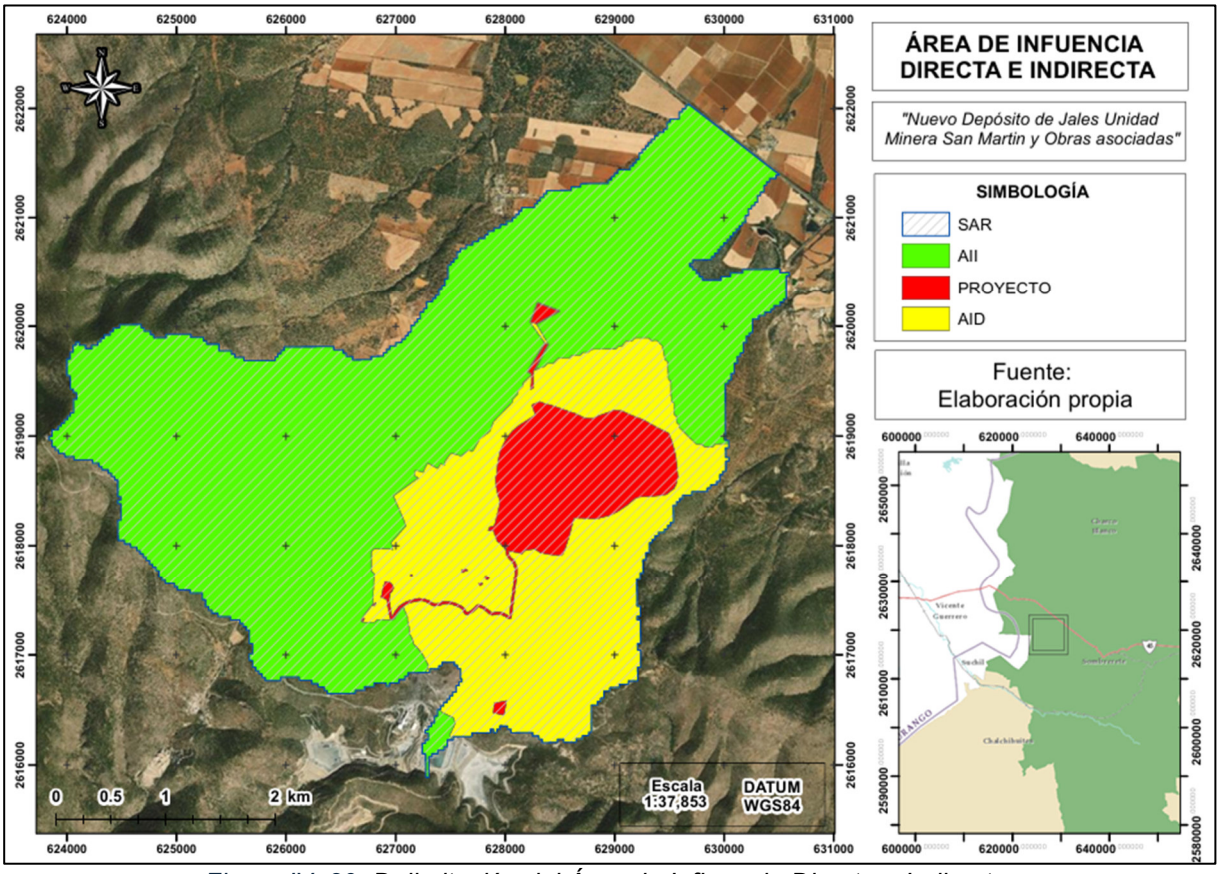



*Figura IV. 29. Delimitación del Área de Influencia Directa e Indirecta.*

### IV.3.2 Metodología del análisis retrospectivo.

La metodología de Análisis Retrospectivo Sistémico se centra en evaluar eventos pasados desde una perspectiva holística, considerando las interrelaciones entre componentes de un sistema para comprender su evolución y estado actual.

Con la aplicación de esta metodología, se obtienen las siguientes ventajas:

- Comprensión integral
- Identificación de patrones y tendencias
- Mejora en la toma de decisiones
- Adaptabilidad
-

### IV.3.2.1 Análisis de los indicadores seleccionados

Para la correcta selección de los indicadores clave, se revisó que estos fueran específicos, medibles, alcanzables, relevantes y temporales, por lo que se propusieron indicadores ambientales y sociales que a continuación se enlistan:

**Medio abiótico**

- **Clima**

Este tipo de análisis es fundamental para identificar patrones históricos, determinar la influencia de las actividades humanas y los fenómenos naturales, es una herramienta para entender el pasado climático y sus impactos, así como proporcionar información clave para la planificación de estrategias de adaptación y mitigación.

Para este análisis, los indicadores a tomar son la precipitación (acumulados anuales y distribución estacional), temperaturas (promedio anual, estacional y anomalías respecto a promedios históricos), y eventos extremos (olas de calor, lluvias torrenciales).

En ese sentido, los datos meteorológicos de las variables temperatura media, temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación, se recopilaron del Sistema Meteorológico Nacional a cargo de la Comisión Nacional del Agua, en donde se consideró la información disponible de las estaciones Sombrerete y Súchil en el periodo del 2001 al 2023.

La Figura siguiente presenta el gráfico de los promedios anuales para las temperaturas máxima, media y mínima.

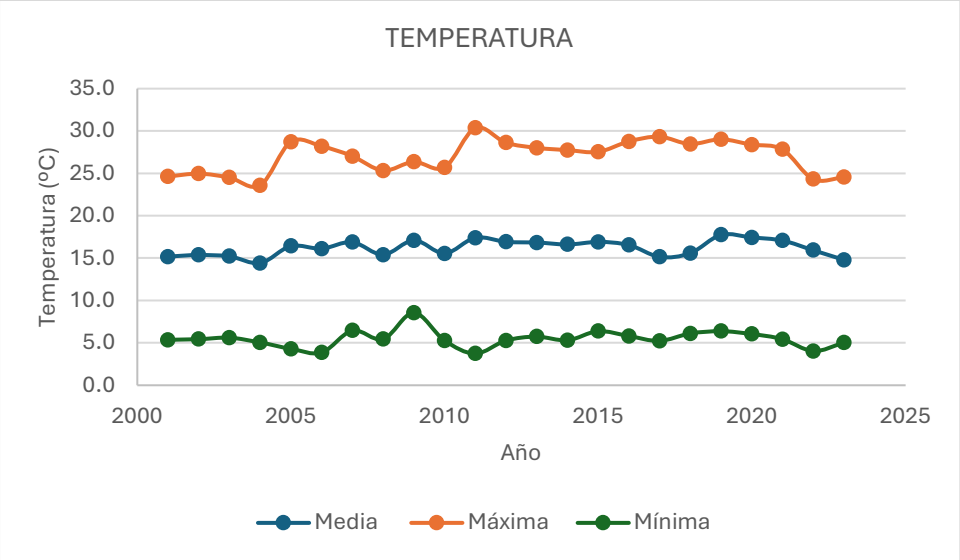



*Figura IV. 30. Análisis retrospectivo respecto a la temperatura.*

Derivado del procesamiento de la información obtenida de las estaciones meteorológicas se describe lo siguiente:

La temperatura máxima demuestra que existe un incremento leve pero constante a través del paso del tiempo. Los primeros 5 años demuestran que se ha tenido un incremento moderado, mientras que para el año 2011 se identifica que hay un incremento alto. Para el 2014 se puede observar una estabilización del incremento de la temperatura anual.

La temperatura media demuestra una tendencia de estabilidad relativa, con un ligero incremento en el 2019. Estas variaciones menores indican una estabilidad climática general en el área.

La temperatura mínima demuestra una tendencia más variable a lo largo del periodo seleccionado, en donde se puede observar que para el 2005 al 2010 hay una tendencia de descenso pronunciado. Del periodo del 2015 al 2020 se observa un incremento progresivo.

El aumento de las temperaturas máximas y mínimas reflejan condiciones climáticas inusuales que podrían estar vinculadas a una combinación de factores globales, regionales y locales.

En el año 2011 se registraron eventos extremos de sequía severa en México, particularmente en regiones del norte y centro del país como lo fue en Zacatecas. La falta de humedad en el suelo y la vegetación reduce el efecto amortiguador que regula las temperaturas, lo que genera temperaturas diurnas extremas debido a la alta radiación solar y temperaturas nocturnas bajas por la falta de retención de calor.

El comportamiento de la temperatura se debe a una interacción de:

- **Fenómenos globales:** La niña y los impactos ocasionados a nivel nacional y la fase negativa de la Oscilación Decadal del Pacífico (CONAGUA, 2011).
- **Factores regionales:** La altitud y sequías severas en el Estado de Zacatecas.
- **Factores locales:** la remoción de la vegetación derivado de la agricultura, así como la actividad Minera.

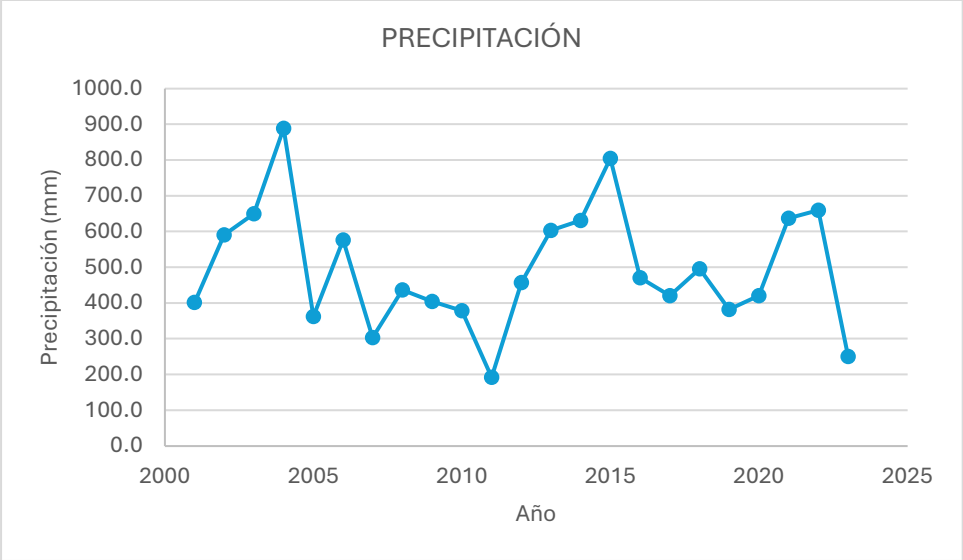



*Figura IV. 31. Análisis retrospectivo respecto a la precipitación.*

Con base en la gráfica de precipitación se identifica una variabilidad significativa a lo largo del periodo. En el año 2004 y 2015 se registraron los picos más altos con precipitaciones que oscilan entre los 800 y 900 mm. El año que registró menor precipitación fue el 2011 con 200 mm.

En ese sentido, tanto en la precipitación como en la temperatura, el año que denota diferencia es el 2011, debido a que coincide con el fenómeno de La Niña.

El Niño – Oscilación del Sur (ENOS) es un fenómeno que se presenta a lo largo del Pacífico Ecuatorial y se caracteriza, principalmente, por la variabilidad de la temperatura superficial del océano, la circulación de los vientos alisios y la profundidad de la termoclina o capa de mezcla. El fenómeno no se presenta de manera periódica, sino que lo hace de manera irregular, con ciclos que se presentan cada 2 a 7 años. Este fenómeno tiene tres fases: Cálida (El Niño), Fría (La Niña) y Neutral, siendo esta última la fase donde el océano se comporta de manera normal (SMN CONAGUA, 2025).

Por tanto, el fenómeno de La Niña se asocia a un déficit de lluvias en el norte y el centro del país mexicano, intensificando las condiciones de aridez en el estado de Zacatecas. Este fenómeno afectó cultivos y disponibilidad de agua, aumentando la vulnerabilidad a la erosión del suelo por la pérdida de la vegetación.

- **Geomorfología**

Tiene como objetivo principal evaluar los cambios en las formas del terreno y los procesos geológicos que las han moldeado a lo largo del tiempo. Este tipo de análisis permite comprender la evolución de los paisajes, identificar áreas vulnerables a procesos geomorfológicos como erosión, deslizamientos o sedimentación, y evaluar como las actividades humanas y los fenómenos naturales han influido en estos cambios.

Los indicadores clave para el análisis geomorfológico son, la erosión del suelo, cambios en el relieve, dinámica de ríos, deslizamientos de tierra y alteraciones costeras.

Para el análisis de la geomorfología a nivel del SAR, se contemplaron variables como la rugosidad, la orientación de las pendientes, así como las pendientes presentes. Dicha información se obtuvo a partir del procesamiento del modelo digital de elevación para los años 2000 y 2013; para el caso del año 2000 se utilizó el Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) de 1 arc-second de la NASA, mientras que para el año 2013 se empleó el modelo digital de elevación del INEGI a 30 m.

En la siguiente figura se pueden observar los cambios geomorfológicos que se han presentado en el periodo en el que se realizó la evaluación.

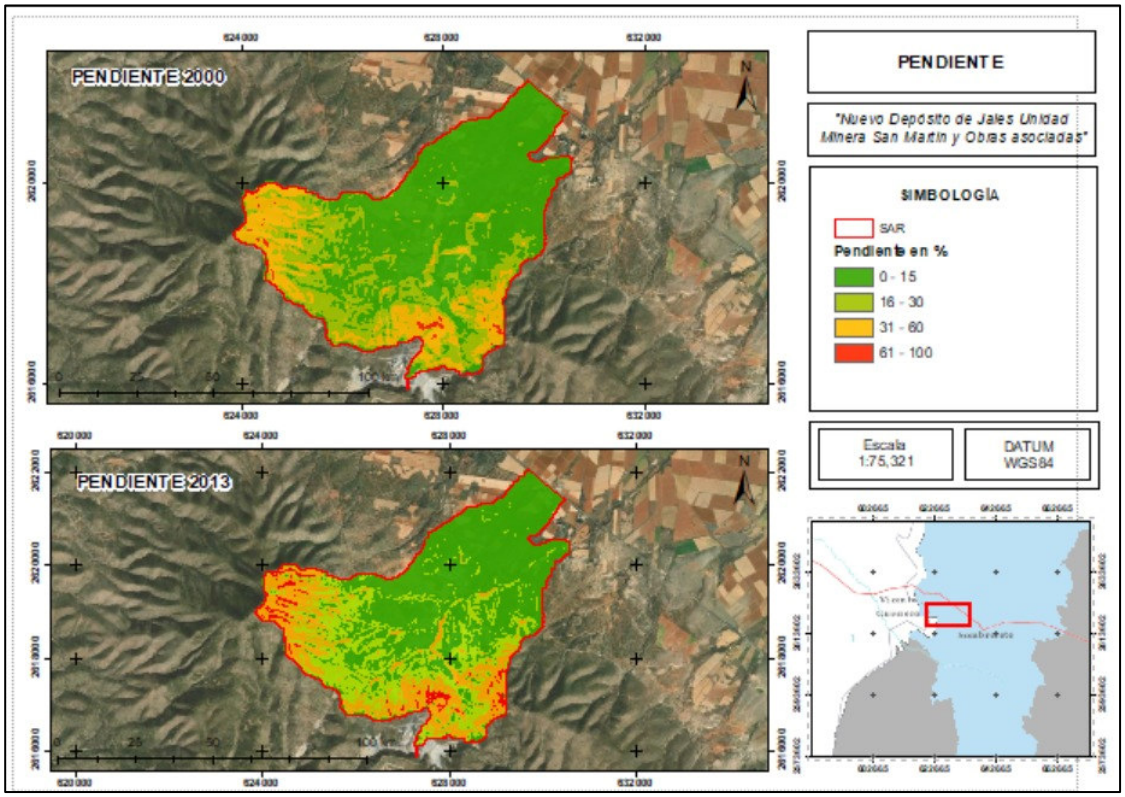



*Figura IV. 32. Análisis retrospectivo respecto a la geomorfología del SAR.*

Como se puede observar en la figura anterior, la geomorfología en el SAR estaba caracterizada por pendientes suaves, mientras que las pendientes moderadas y altas eran muy limitadas ya que solo se encontraban en zonas poco intervenidas.

En la segunda mitad de la figura, se puede observar que hubo una disminución de las pendientes suaves (5%), y un incremento en las pendientes medias y altas principalmente en las áreas cercanas a la unidad minera, así como en las zonas donde se ha perdido la vegetación por actividades agrícolas.

El área con pendientes medias se debe a que el incremento de zonas con pendientes pronunciadas aumentara 2% con respecto al año 2000 debido a un proceso de erosión, el cual esa parte de suelo desprendido se fue almacenando en las partes bajas, cambiando así el relieve del sitio.

Con lo anterior se puede observar un cambio del año 2000 a las fechas en donde los principales cambios fueron:

- El aumento en áreas con pendientes medias y altas debido a la erosión que se genera sobre todo en sitios cercanos a las actividades de Minería y de agricultura,
- La pérdida de la cobertura vegetal y la transformación del uso de suelo han incrementado la erosión, impactando lo geomorfología.

– **Suelo**

El objetivo principal es evaluar cómo el proyecto propuesto impactará las características y funciones del suelo en el área, más allá de una simple descripción geológica. Se busca comprender la dinámica del suelo dentro del ecosistema y cómo las actividades del proyecto podrían alterar esta dinámica.

Para comprender la evaluación, es importante destacar las características de los tipos de suelo que se encuentran en el SAR, de acuerdo con (INEGI, 2007) en México existe una gran diversidad edáfica, representada por 25 grupos de suelo. Sin embargo, sólo seis de ellos (Leptosoles, Regosoles, Feozems, Calcisoles, Luvisoles y Vertisoles) ocupan en conjunto 81.7% del territorio.

A continuación, se analizará como el proyecto interactúa con este componente ambiental crítico. Al comprender los procesos y funciones del suelo, se pueden identificar los impactos potenciales y proponer medidas de mitigación efectivas.

**Identificación y composición de los tipos de suelo**

Cómo se puede observar en la tabla IV.47 se presentan los tipos de suelo que se encuentran en el SAR, por lo que en la siguiente tabla se presentan las superficies de ocupación por tipo de suelo. Cabe señalar que la clave “ZU” hace referencia a zona urbana.

*Tabla IV. 47. Tipos de suelo identificados en SAR.*

| Clave | Superficie (ha) | Porcentaje (%) |
|---|---|---|
| LVrodyo+LVcrum+RGskdy/2R | 865.98 | 42.37 |
| LVcrsk+PHcrsk/2R | 12.87 | 0.63 |
| LPhurz+LPcali+LPhusk/2r | 870.25 | 42.58 |
| LPcali+LPhusk/2r | 122.27 | 5.98 |
| ZU | 31.19 | 1.53 |
| LPhuli+RGsklep/1R | 141.16 | 6.91 |
| TOTAL | **2043.72** | 100 |

A continuación, se mencionan las características más representativas de cada tipo de suelo, esto para mejorar la comprensión del análisis. (SEMARNAT, 2007).

- Leptosoles: Son suelos someros y pedregosos que pueden tener roca continua en o muy cerca de la superficie. El calcio que contienen puede inmovilizar los minerales, lo cual, junto con su poca profundidad y alta pedregosidad, limita su uso agrícola si no se utilizan técnicas apropiadas. En los principales sistemas montañosos las pendientes y la consecuente erosión imponen una restricción a la formación del suelo, así mismo, son suelos muy delgados, pedregosos y poco desarrollados que pueden contener una gran cantidad de material calcáreo.

- Luvisoles: Son suelos que se forman a partir de una gran variedad de materiales no consolidados, tales como las terrazas aluviales o los depósitos glaciales, eólicos, aluviales y coluviales. Se encuentran dentro de los suelos más fértiles, por lo que su uso agrícola es muy elevado.

- Phaeozem: Son suelos que se forman sobre material no consolidado Son suelos oscuros y ricos en materia orgánica, por lo que son muy utilizados en agricultura de temporal; sin embargo, las sequías periódicas y la erosión eólica e hídrica son sus principales limitantes.

La ubicación del proyecto cuenta con 3 tipos de suelo que se distribuyen de la siguiente manera;

- **El Leptosol Húmico Lítico (LPhuli)** es el suelo menos abundante, ocupando solo 0.97 ha. Se caracteriza por su textura media, favorable para la agricultura, ya que retiene humedad y nutrientes, pero también permite un buen drenaje, "Lítico" indica la presencia de roca dura cerca de la superficie.
- **Leptosol Húmico Réndzico (LPhurz)** es el segundo suelo más abundante, con una superficie de 69.16 ha. "Húmico" indica un alto contenido de materia orgánica, y "Réndzico" se refiere a un suelo con presencia de carbonatos.
- **Luvisol Ródico Dístrico (LVrodyo)** es el suelo más extenso, con un total de 97.60 ha. Un Luvisol es un suelo con un horizonte de acumulación de arcilla. "Ródico" indica la presencia de óxidos de hierro, y "Dístrico" se refiere a un suelo ácido con baja saturación de bases.

**Evaluación de la vulnerabilidad y conservación del suelo**

La vulnerabilidad de un suelo se refiere a su susceptibilidad a la degradación, ya sea por erosión, pérdida de materia orgánica, contaminación, etc. La conservación del suelo busca protegerlo de esta degradación y mantener su productividad a largo plazo.

Del mismo modo, el suelo es una parte fundamental en el funcionamiento de los ecosistemas; en él se realizan funciones tan importantes como los ciclos biogeoquímicos y la captura de agua. Cuando se habla de la degradación del suelo se hace referencia a los procesos inducidos por las actividades humanas que provocan la disminución de su productividad biológica o de su biodiversidad, así como de la capacidad actual y/o futura para sostener la vida humana. SEMARNAT, 2007

Los servicios ambientales son los beneficios que la población obtiene de los ecosistemas. A continuación, se mencionan los servicios que serán modificados por el proyecto para cada uno de los suelos, y se evalúa la vulnerabilidad de los suelos identificados en el área del proyecto (IBAÑEZ & MANRÍQUEZ COSIO, 2010):

El Leptosol Húmico Lítico **(LPhuli)**: Es el más vulnerable debido a su textura gruesa, poco desarrollo y la presencia de piedras. Es altamente susceptible a la erosión y requiere medidas de conservación. Sin embargo, este tipo de suelo solo representa el 0.6% del área total. A pesar de ofrecer todos los servicios ecosistémicos, especialmente soporte y regulación, su fragilidad lo hace propenso a la pérdida de biodiversidad, disminución de carbono y fertilidad, contaminación del agua, aumento de la erosión y alteraciones en el ciclo hidrológico.

El Leptosol Húmico Réndzico **(LPhurz):** También es vulnerable debido a su poco desarrollo y la presencia de gravas y guijarros. E s un tipo de suelo que, a pesar de brindar todos los servicios ecosistémicos, especialmente los de soporte y regulación, presenta desafíos significativos. Su fragilidad lo hace susceptible a la reducción de la biodiversidad, pérdida de carbono, disminución

de la fertilidad, contaminación del agua, aumento de la erosión y alteraciones en el ciclo hidrológico.

El Luvisol Ródico Dístrico **(LVrodyo):** Es el menos vulnerable de los tres, ya que tiene un mayor desarrollo y una textura media favorable. Sin embargo, la presencia de piedras aún lo hace susceptible a la erosión. Este representa el 58.2% del área del proyecto. A pesar de brindar todos los servicios ecosistémicos, especialmente la provisión y regulación. Su susceptibilidad a la erosión puede resultar en la disminución de la fertilidad del suelo, contaminación del agua, aumento de la erosión, alteraciones en el ciclo hidrológico y reducción de la disponibilidad de materiales de construcción.

Lo anterior sugiere que los Leptosoles, por lo general, son más vulnerables a la erosión que los Luvisoles, ya que tienen un menor desarrollo y pueden tener texturas más gruesas. Así mismo, los suelos húmicos pueden ser más fértiles, pero también pueden ser más susceptibles a la pérdida de materia orgánica si no se manejan adecuadamente. Finalmente, los suelos con texturas gruesas tienden a ser más susceptibles a la erosión que los suelos con texturas medias.

Para el caso del presente estudio, se realizó el cálculo de erosión hídrica y eólica, para la primera se relacionó erosividad de la lluvia, erosionabilidad del suelo, longitud y grado de la pendiente, factor de vegetación y factor de prácticas mecánicas, mientras que para la segunda (erosión eólica) se relacionó índice de agresividad del viento, calificación de textura y fase y calificación por uso de suelo, esto se realizó para el escenario actual y el escenario con proyecto.

*Tabla IV. 48. Erosión hídrica y eólica del área del proyecto.*

| ESCENARIO | HÍDRICA | EÓLICA | TOTAL |
|---|---|---|---|
| **Actual** | 329.58 | 1724.96 | 2054.54 |
| **Con proyecto** | 27692.47 | 3172.13 | 30864.60 |

- **Agua**

Tiene como objetivo principal evaluar los cambios en la cantidad, calidad y distribución del recurso hídrico a lo largo del tiempo, para identificar tendencias, causas y consecuencias de dichos cambios. Este análisis ayuda a evaluar la sostenibilidad de los recursos hídricos, identificar factores de deterioro y planificar estrategias efectivas para su conservación y manejo.

Los indicadores clave para el análisis del agua son, cantidad, calidad, distribución y acceso e impactos en ecosistemas.

Para realizar el análisis retrospectivo de los indicadores del aspecto agua en el SAR, se considerará la información disponible que corresponde a la identificación de la red hidrográfica y la disponibilidad de aguas subterráneas de acuíferos en el periodo de interés, el cual corresponde del año 2000 a la actualidad.

En ese sentido, la red hidrográfica correspondiente al año 2000 se obtuvo a través del procesamiento en un software de Sistemas de Información Geográfica del modelo digital de elevación del Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) de 1 arc-second de la NASA. Por otra parte, para la actualidad, se descargó la red hidrográfica edición 2.0 del INEGI elaborada en el año 2010.

La siguiente figura, se presenta la comparativa de la red hidrográfica para el año 2000 (color verde) y la red hidrográfica para el año 2010 (color azul), donde se observa una diferencia en la delimitación de los cauces, así como en la extensión y número de corrientes.

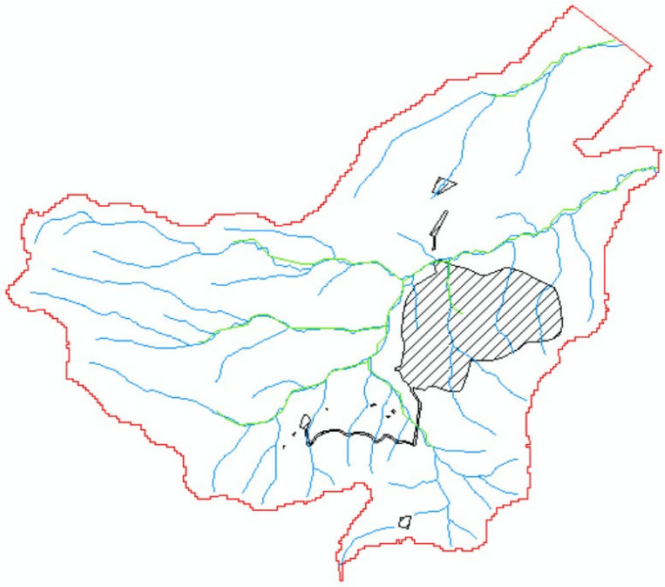


*Figura IV. 33. Análisis retrospectivo respecto de la red hidrográfica del SAR.*

Estas diferencias se pueden suscitar debido a la fuente de datos de donde se obtuvo la información, dado que la NASA emplea imágenes satelitales y el INEGI datos topográficos para el modelado de la información, lo que genera una calidad y precisión diferente en los datos proporcionados. Otro aspecto que considerar es la resolución y precisión que se obtuvo en el procesamiento y modelado dependiendo del software empleado.

Estos aspectos técnicos son los más convincentes en la comparativa, debido a que la red hidrográfica aumentó y no disminuyó en el periodo de análisis, por lo que las variaciones no se relacionan con alguna actividad antropogénica o algún fenómeno natural.

Por otra parte, otro indicador que se considera en este análisis es la disponibilidad de agua subterránea. Para esta comparativa se obtuvo información del acuífero Hidalgo, el cual es el acuífero que se encuentra en mayor proporción dentro del SAR y en donde se ubica el proyecto en cuestión. Para ello se consultó la información presentada en los documentos oficiales de la CONAGUA publicados en el Diario Oficial de la Federación de los resultados del año 2014 (CONAGUA, 2015) y 2022 (CONAGUA, 2024).

La Tabla siguiente presenta la comparativa de los valores presentados para la posterior aplicación de un balance hídrico de acuerdo con la Ley de Conservación de la Masa y así la obtención de la disponibilidad media anual de aguas subterráneas, la cual puede ser positiva o negativa, siendo que, para este caso, se presenta una disponibilidad positiva en ambos escenarios.

*Tabla IV. 49. Comparativa de disponibilidad de agua subterránea en acuífero Hidalgo.*

| Acuífero Hidalgo | 2014 | 2022 |
|---|---|---|
| Recarga total media anual ($hm^3$/año) | 7.4 | 6.5 |
| Descarga natural comprometida ($hm^3$/año) | 0 | 0.3 |
| Volumen de aguas subterráneas ($hm^3$/año) | 3.496672 | 5.436816 |
| Disponibilidad media anual ($hm^3$/año) | 3.903328 | 0.763184 |

Como se detalla en la Tabla, la disponibilidad de agua subterránea del año 2022 disminuye un 80.4% si se compara con el año 2014, debido a que disminuye la recarga anual, aumenta la descarga comprometida y el volumen de extracción de aguas subterráneas. En general, el balance hídrico puede estar influenciado por la disminución de la precipitación, así como en mayor extracción de aguas subterráneas para consumo humano o industrial.

- **Aire**

El cambio climático es una problemática global cuyas consecuencias se manifiestan a nivel local. México, como país comprometido con la acción climática, ha establecido el Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (INEGYCEI) como una herramienta fundamental para comprender y gestionar sus emisiones de GEI.

El INEGYCEI es una herramienta esencial para entender las emisiones de GEI en México y su evolución a lo largo del tiempo. La información proporcionada por este inventario es fundamental para la toma de decisiones en materia de política ambiental y cambio climático.

Según la información más reciente del INEGYCEI, en 2015, México produjo 683 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente (MtCO2e) de GEI. Los principales gases emitidos son el dióxido de carbono (71%) y el metano (21%).

En este contexto, el Inventario Nacional de Emisiones de México (INEM) se erige como una herramienta esencial para comprender y gestionar las emisiones de contaminantes a la atmósfera. El INEM no solo permite identificar las principales fuentes de contaminación, sino que también proporciona información valiosa para la toma de decisiones en materia de política ambiental y la implementación de medidas de control efectivas.

El INEM es un sistema de información que recopila y analiza datos sobre las emisiones de contaminantes a la atmósfera en México. Este inventario abarca una amplia gama de contaminantes, incluyendo:

- **Criterio de contaminantes:** Monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx), partículas con diámetro menor a 10 y 2.5 micrómetros (PM10 y PM2.5), compuestos orgánicos volátiles (COV) y amoniaco (NH3).
- **Gases de efecto invernadero:** Dióxido de carbono (CO2), metano (CH4), óxido nitroso (N2O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF6).

El INEM clasifica las fuentes de emisión en cuatro categorías principales:

- **Fuentes fijas o puntuales:** Instalaciones industriales que generan emisiones contaminantes.
- **Fuentes de área:** Fuentes pequeñas y dispersas que, en conjunto, representan un porcentaje significativo de las emisiones.

- **Fuentes móviles:** Vehículos automotores y otras fuentes de emisión que se desplazan, como aviones, trenes y embarcaciones.
- **Fuentes naturales:** Procesos naturales que generan emisiones, como la vegetación, los suelos y la erosión eólica.

Si bien, la estación de monitoreo de la calidad del aire de Zacatecas más cercana al proyecto se encuentra en la Explanada del Congreso puesta en marcha por la Secretaría del Agua y Medio Ambiente (SAMA), está actualmente se encuentra fuera de servicio. Se obtuvo el registro de la estación durante los años del 2029 al 2024, obteniendo datos para los siguientes contaminantes: $PM_{25}$, $PM_{10}$, $O_3$, $NO_2$ $SO_2$ y CO. Registrando del mismo modo, temperatura, presión atmosférica, humedad y viento, los cuales son factores que influyen en la calidad del aire, como a continuación se menciona:

**Temperatura:**

- **Inversión térmica:** En áreas urbanas, la temperatura puede aumentar la contaminación. El aire caliente atrapa los contaminantes cerca del suelo, lo que puede empeorar la calidad del aire, especialmente en días soleados y con poco viento.
- **Formación de ozono:** Las altas temperaturas favorecen la formación de ozono troposférico, un contaminante secundario que se forma por la reacción de otros contaminantes con la luz solar.

**Viento:**

- **Dispersión de contaminantes:** El viento puede ayudar a dispersar los contaminantes, alejándolos de las fuentes de emisión y mejorando la calidad del aire en áreas localizadas.
- **Remoción de partículas:** El viento puede levantar polvo y otras partículas del suelo, lo que puede empeorar la calidad del aire, especialmente en áreas áridas o con poca vegetación.

**Humedad:**

- **Eliminación de contaminantes:** La humedad también puede ayudar a eliminar algunos contaminantes del aire, como el dióxido de azufre, al disolverlos y hacer que se depositen en el suelo o en el agua.

**Precipitación:**

- **Lavado de la atmósfera:** La lluvia puede ayudar a limpiar el aire al arrastrar partículas y contaminantes hacia el suelo. Esto puede mejorar la calidad del aire, especialmente después de una lluvia intensa.

Análisis retrospectivo de la calidad del aire en el área de estudio

En el área del SAR, las actividades principales son minería, agricultura y la ganadería, a continuación, se mencionan los contaminantes atmosféricos que se generan a partir de estas actividades.

Minería

- **Material Particulado (PM)**: Se genera durante la extracción, trituración y transporte de minerales. El tamaño de las partículas puede variar, desde polvo grueso hasta partículas finas (PM2.5).
- **Gases**: Se liberan gases como óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx) y monóxido de carbono (CO) durante la operación de maquinaria y procesos de combustión.
- **Metales Pesados**: La minería puede liberar metales pesados como arsénico, plomo, mercurio y cadmio.

Agricultura y ganadería

- **Amoniaco ($NH_3$)**: Se produce principalmente por la descomposición de materia orgánica y excrementos de animales.
- **Metano ($CH_4$)**: Se genera durante la fermentación entérica del ganado y la descomposición de materia orgánica en sistemas agrícolas.
- **Óxido Nitroso ($N_2O$)**: Se produce principalmente por procesos de nitrificación y desnitrificación en suelos agrícolas, especialmente aquellos que utilizan fertilizantes nitrogenados.
- **Material Particulado (PM)**: Se genera durante la labranza, cosecha y otras actividades agrícolas, así como por el movimiento de animales.

A continuación, se presentan los parámetros de los contaminantes relacionados con las actividades que se presentan en el SAR y que podrán ser indicadores para evaluar el impacto del proyecto para monitorear la calidad del aire

*Tabla IV. 50. Parámetros para calidad del aire*

| Parámetro | Unidades | Método |
|---|---|---|
| Monóxido de Carbono (CO) | ppm | NOM-034-SEMARNAT-1993 |
| Bióxidos de Nitrógeno ($NO_2$) | ppm | NOM-037-SEMARNAT-1993 |
| Bióxido de Azufre ($SO_2$) | ppm | NOM-038-SEMARNAT-1993 |
| Ozono ($O_3$) | ppm | NOM-036-SEMARNAT-1993 |
| Partículas Suspendidas Totales (PST) | ppm | NOM-035-SEMARNAT-1993 |

Evaluación de impactos de calidad del aire que generará el proyecto

A continuación, se describen las emisiones de contaminantes que generará el proyecto durante su construcción, operación y mantenimiento.

*Fase de construcción*

- **Material Particulado (PM10 y PM2.5):** Se generará polvo durante la preparación del terreno, excavación, movimiento de tierras, transporte de materiales y actividades de construcción.
- **Óxidos de nitrógeno (NOx), monóxido de carbono (CO) y compuestos orgánicos volátiles (COV):** Se emitirán por la combustión de maquinaria pesada, vehículos de transporte y equipos de construcción.
- **Gases de efecto invernadero (GEI):** Como el dióxido de carbono (CO2) emitido por la maquinaria y los vehículos utilizados en la construcción.

*Fase de Operación y mantenimiento*

- **Material Particulado (PM):** Se generará durante la extracción, trituración y transporte de minerales.
- **Gases:** Se liberarán gases como óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx) y monóxido de carbono (CO) durante la operación de maquinaria y procesos de combustión.
- **Metales Pesados:** La minería puede liberar metales pesados.

Para la evaluación cuantitativa de las emisiones, se utilizarán modelos de dispersión atmosférica para estimar la concentración de contaminantes en el aire; posteriormente se compararán los resultados con los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad aplicable.

**Indicadores de calidad del aire**

Es fundamental identificar las NOM que aplican a la calidad del aire en la zona del proyecto, como, por ejemplo, las normas de emisiones de fuentes fijas y móviles, así como los límites máximos permisibles de contaminantes en el aire ambiente.

Como parte de los indicadores, además de los parámetros antes mencionados para la calidad del aire, para el año 2022 se publicó el Informe de Desarrollo Sustentable de Grupo México en el cual se identifican y mencionan los diagnósticos participativos y acciones de prevención y mitigación, expresando que la Unidad Minera San Martín como medida de mitigación y prevención implementó un Plan de mitigación de polvos por parte de áreas operativas, así como campañas periódicas de limpieza en arroyos y en la comunidad.

Del mismo modo, deberá implementar un programa de monitoreo de la calidad del aire para verificar el cumplimiento de los objetivos y evaluar la efectividad de las medidas de prevención y mitigación.

**Medio biótico**

- **Flora**

El objetivo principal de realizar este análisis es evaluar los cambios en la composición, estructura, distribución y funcionalidad de la vegetación en un área a lo largo del tiempo, con el fin de identificar los patrones de cambio, evaluar la salud del ecosistema, diagnosticar impactos ambientales y proponer medidas de conservación y manejo.

Los indicadores clave para el análisis son, cambio en la cobertura vegetal (tasa de cambio de cobertura e índices de vegetación NDVI, EVI), indicadores de composición y estructura, indicadores de degradación, e indicadores relacionados con factores humanos (Superficie afectada por actividades humanas, expansión agrícola, minería, urbanización).

***NDVI***

Como primer indicador a evaluar para el SAR se considera al Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), el cual es un indicador de biomasa fotosintéticamente activa que ayuda a diferenciar la vegetación de otros tipos de cobertura del suelo (artificial) y determinar su estado general (Toribio, 2019).

El NDVI aprovecha que valores bajos de luz reflejada en el color rojo, combinados con alta reflexión en el infrarrojo, indican una mayor actividad fotosintética o cantidad y densidad de plantas verdes. Por tal motivo, este indicador se relaciona, entre otras cosas, con la magnitud en que se manifiesta la actividad fotosintética de las plantas, la cantidad de biomasa, la fenología y el estado en general de las plantas en cultivos o en la vegetación natural (INEGI, 2022).

En ese sentido, para obtener los valores de NDVI en el SAR se procesó la información a través de un Sistema de Información Geográfica y empleando el NDVI Landsat 8, 9 de los años 2000 y 2020 que se encuentran disponibles en la página del INEGI.

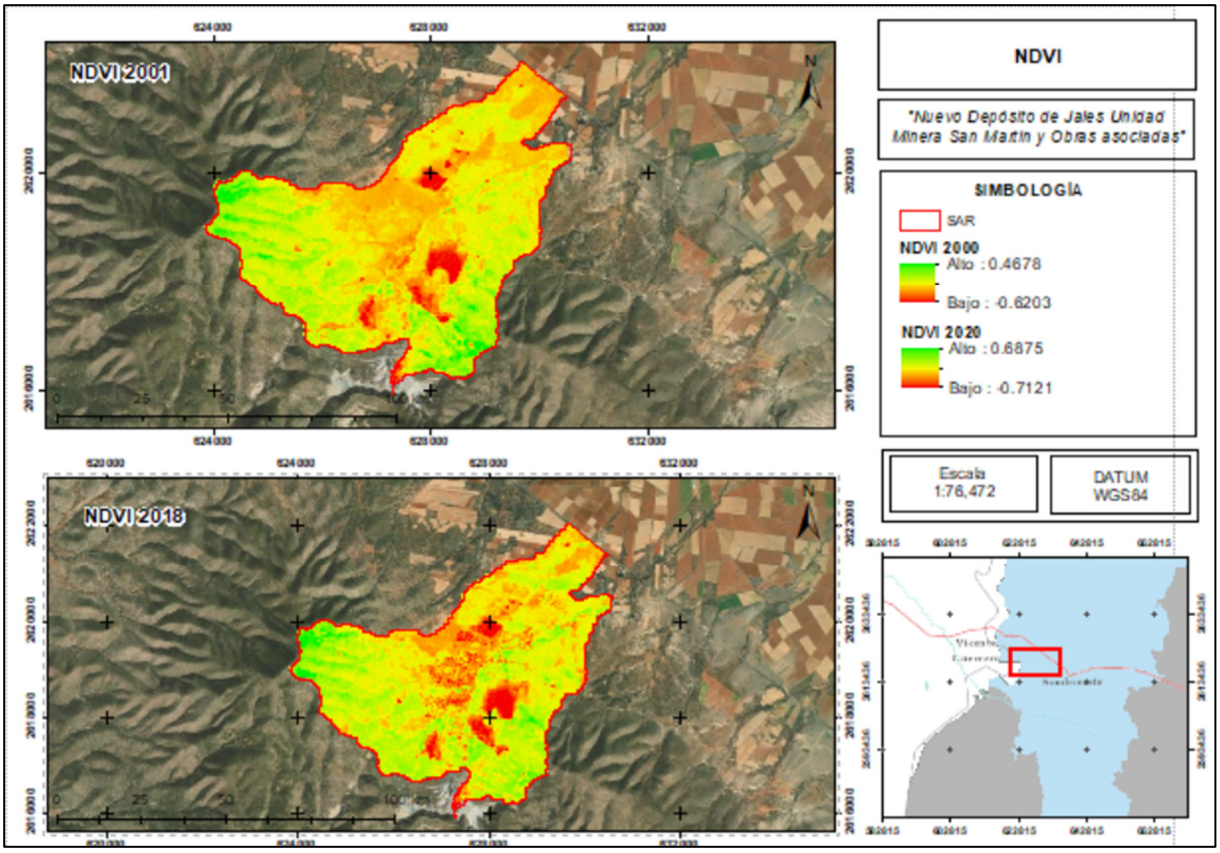



*Figura IV. 34. Comparativa del NDVI para el SAR.*

Como se puede observar en la Figura anterior, el valor mínimo y máximo del NDVI aumentó en la comparativa del año 2000 y 2020; para el año 2000 se tenía un valor mínimo de -0.62 y como máximo de 0.46, mientras que para el año 2020 se registra un mínimo de -0.71 y un máximo de 0.68.

En términos del NDVI, los resultados del cálculo varían de -1 a 1. Los valores negativos corresponden a áreas con superficies de agua, estructuras artificiales, rocas, nubes, nieve, mientras que valores cercanos a 1 indicarán una gran densidad de vegetación con alto contenido de clorofila (Toribio, 2019).

Por tanto, en el periodo correspondiente al análisis retrospectivo, se puede identificar el aumento de superficies artificiales y suelo desnudo dado el crecimiento de la localidad San Martín, la Unidad Minera San Martín y las zonas agrícolas de la región. Así mismo, también se identifica el aumento de zonas con mayor densidad de vegetación y en un estado de salud sano.

La Tabla siguiente, clasifica las superficies del NDVI obtenidos para el SAR conforme a los rangos establecidos en bibliografía.

*Tabla IV. 51. Comparativa de NDVI para el periodo analizado.*

| NDVI | | Superficie año 2000 (ha) | Superficie año 2020 (ha) |
|---|---|---|---|
| -1 a 0 | Planta muerta u objeto inanimado | 41.40 | 48.51 |
| 0 a 0.33 | Planta enferma | 1,961.78 | 1,606.09 |
| 0.33 a 0.66 | Planta medianamente sana | 40.54 | 388.49 |
| 0.66 a 1 | Planta muy sana | 0 | 0.63 |

De manera más precisa, durante el periodo establecido de análisis se puede identificar el aumento de las áreas con objetos inanimados y zonas con planta medianamente sana y muy sana, así como también una disminución en la planta enferma. Por lo que se puede determinar que la conservación de las asociaciones vegetales presentes en el SAR se ha aumentado.

***Asociaciones vegetales***

El análisis de vegetación es fundamental en un análisis de retrospectivo porque proporciona información valiosa sobre los cambios ambientales, el uso de suelo y la biodiversidad por causas como la deforestación, fragmentación y degradación de ecosistemas. Con esto se busca ayudar a entender los procesos que han ocurrido en el pasado y tomar decisiones para la planificación territorial, monitoreo ambiental y conservación de la biodiversidad (Hernández , López , & Bonilla, 2018).

Para el análisis de vegetación en el SAR, se descargaron las capas de Uso de suelo y vegetación Serie II año 2001 y Serie VII año 2018 (la más reciente) del INEGI. Posteriormente se procesó la información en un software de Sistemas de Información Geográfica para realizar la clasificación conforme a la asociación de vegetación principal.

En la Figura siguiente se presenta el cambio que se generó durante el periodo de tiempo señalado. Se puede observar que hubo una disminución en la asociación de tipo bosque y se aumentó la superficie catalogada como “sin vegetación” en donde se consideran asentamientos humanos, áreas desprovistas de vegetación y agricultura.

También es importante señalar que en el mapa referente al año 2018 se distingue la presencia de la superficie perteneciente a la Unidad Minera San Martín.

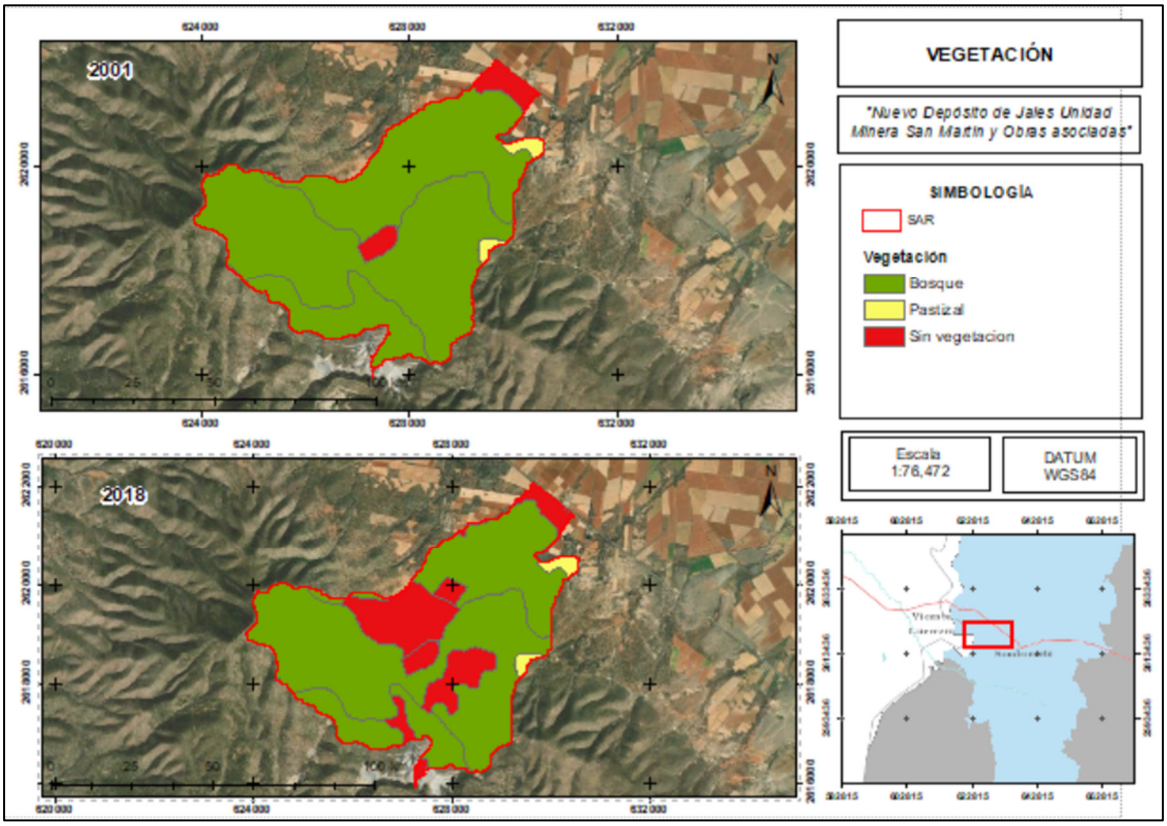



*Figura IV. 35. Análisis retrospectivo respecto de vegetación en el SAR.*

Complementando la información presentada anteriormente, la Tabla siguiente presenta las superficies para cada asociación vegetal, donde se observa que la asociación vegetal de tipo bosque disminuyó su área en un 16 %, mientras la superficie sin vegetación aumentó ese porcentaje.

*Tabla IV. 52. Análisis retrospectivo en el SAR en cuanto a superficie por tipo de vegetación.*

| Tipo de vegetación | Serie II - 2001 | | Serie VII - 2018 | |
|---|---|---|---|---|
| | Superficie (ha) | Porcentaje | Superficie (ha) | Porcentaje |
| Pastizal | 32.49 | 1.59% | 34.42 | 1.68% |
| Bosque | 1927.03 | 94.29% | 1586.32 | 77.62% |
| Sin vegetación | 84.20 | 4.12% | 422.98 | 20.70% |

- **Fauna**

El análisis retrospectivo se basa en el inventario faunístico realizado en el Sistema Ambiental Regional (SAR), donde se registraron un total de 63 especies y 665 individuos, pertenecientes a tres grupos principales: Aves, Mamíferos y Herpetofauna.

**Composición de Poblaciones y Comunidades**

El grupo de aves fue el más diverso y abundante, representando el 68.3% de las especies (43 de 63) y el 64.4% de los individuos (428 de 665). Se identifican 23 familias y 9 órdenes dentro de este grupo, lo que subraya una complejidad ecológica significativa. Se registraron 17 especies de aves migratorias, destacándose las zonas de cría, no reproducción y migración dentro del SAR, lo que resalta la importancia del área para el ciclo de vida de estas especies.
El grupo de mamíferos presentó una diversidad intermedia, con 12 especies (19% del total) pertenecientes a 8 familias y 4 órdenes, y constituyendo el 26.5% de los individuos (176 de 665). La herpetofauna fue el grupo menos diverso, con 8 especies (12.7% del total) distribuidas en 5 familias y 2 órdenes, y representando el 7.7% de los individuos (51 de 665).

**Inventario faunístico**

Para evaluar la suficiencia del muestreo, se aplicarán métodos no paramétricos (ICE, ACE, Chao 1 y Chao 2) y se analizarán las curvas de acumulación de especies.

- **Aves:** Los índices de Chao 1 (100%) y Chao 2 (90%) sugieren que la muestra capturó una alta proporción de la riqueza de especies. Los valores de ACE (99%) e ICE (92%) basados en abundancia también indican una cobertura completa, aunque con una ligera posibilidad de que algunas especies raras no hayan sido detectadas. La curva de acumulación asintótica confirma que se alcanzó una buena cobertura del muestreo para este grupo.
- **Mamíferos:** Los cuatro estimadores (ICE, ACE, Chao 1 y Chao 2) arrojaron valores del 100%, indicando que el muestreo fue exhaustivo y confiable para la comunidad de mamíferos. La curva de acumulación asintótica también respalda una buena cobertura del muestreo.
- **Herpetofauna:** Los índices de Chao 1 (96%) y Chao 2 (97%) señalan una cobertura alta en la detección de especies. Sin embargo, los valores ligeramente menores de ACE (85%) e ICE (83%) sugieren la posibilidad de que algunas especies raras no hayan sido registradas. A pesar de esto, la curva de acumulación asintótica indica una buena cobertura general del muestreo para este grupo.

En general, el esfuerzo de muestreo parece haber sido adecuado para caracterizar la fauna del SAR, especialmente para aves y mamíferos. La herpetofauna podría requerir un esfuerzo adicional para detectar especies raras.

**Evaluación de Poblaciones**

- **Abundancia:** Se categorizó la abundancia de las especies en cinco niveles (abundante, común, poco común, rara y ocasional). Los datos específicos de abundancia relativa por especie se encuentran en el Anexo IV.6.
- **Sociabilidad:** Se observaron diversos patrones de comportamiento social, predominando los individuos solitarios, aunque también se registraron parejas y agrupaciones gregarias, especialmente en aves. Se describieron diferentes tipos de sociabilidad (solitaria, parejas monógamas, grupos familiares, colonia, manada, sociedades jerárquicas).
- **Tipo de Alimentación:** La dieta varía según el grupo funcional. Las aves fueron principalmente insectívoras, complementando su dieta con otros recursos. Los mamíferos muestran una dieta más diversa (herbívora, carnívora, omnívora). La herpetofauna exhibió una amplia gama de dietas (insectívora, herbívora, carnívora).
- **Hábitat:** El hábitat predominante fue el terrestre, con la cobertura vegetal como refugio y fuente de alimento. Las aves también utilizaron el estrato aéreo.
- **Distribución Vertical o Espacial:** Se describió el uso de diferentes estratos de vegetación por los distintos grupos faunísticos, siendo las aves las más versátiles en este aspecto.
- **Valor Cinegético:** Se mencionó el valor cinegético de algunas especies, aunque no se proporcionarán detalles específicos en el extracto.

**Análisis de Diversidad de Fauna del SAR**

- **Índice de Diversidad de Shannon-Wiener:** Este índice, que considera tanto la riqueza como la equidad de las especies, reveló una diversidad media para aves (3.39) y mamíferos (2.21), con una alta equidad (0.90 y 0.83 respectivamente). La herpetofauna presentó la menor diversidad (1,55) con una equidad de 0,75. Esto sugiere que la comunidad de aves es la más diversa y equilibrada, seguida por los mamíferos, mientras que la herpetofauna presenta una menor riqueza de especies.
- **Abundancia Relativa:** El análisis de la abundancia relativa (Anexo IV.6) identificó las especies más comunes dentro de cada grupo. Para las aves, destacaron el Sastrecillo, el Zopilote común, el Saltapared cola larga, el Gorrión cejas blancas y el Junco ojos de lumbre. En mamíferos, el Conejo serrano y el Pecarí de collar fueron las especies más abundantes. Para la herpetofauna, la Lagartija Espinosa del Mezquite, la Lagartija Espinosa de la Sierra Madre Occidental y el Camaleón de montaña mostraron las mayores abundancias relativas. La dominancia de algunas especies en mamíferos y herpetofauna sugiere una menor equidad en comparación con las aves.
- **Índice de Diversidad de Simpson:** Este índice indicó una alta diversidad para aves y mamíferos (0,96 en ambos casos) con una baja dominancia (0,04). La herpetofauna mostró una buena diversidad (0.91) pero con una dominancia ligeramente mayor (0.09), lo que sugiere que algunas especies podrían ser más abundantes que otras dentro de este grupo.
- **Índice de Margalef:** Este índice de riqueza específico arrojó un valor alto para aves (6.9), indicando una gran riqueza de especies. Los mamíferos (2.1) y la herpetofauna (1.8) presentaron valores más bajos, sugiriendo una riqueza de especies moderada a baja respectivamente.

**Especies Indicadoras de Determinados Estatus Ambientales**

Se identifican varias especies con potencial como indicadoras del estado ambiental del SAR:

- **Aves:** Chipe corona negra (salud de bosques), Chipe charquero (calidad del hábitat ripario), Vireo reyezuelo (calidad del hábitat ripario y forestal).
- **Mamíferos:** Pecarí de collar (bosques continuos y de buena calidad), Venado cola blanca (calidad del hábitat y presencia de depredadores), Mapache (cobertura forestal y proximidad de agua), Lince americano (salud de poblaciones de presas).
- **Reptiles:** Ranita de cañón (calidad del agua y hábitats acuáticos específicos, indicador de ruido), Lagartija Madre Occidental (conservación de bosques de pino-encino).

El monitoreo de estas especies puede proporcionar información valiosa sobre la salud y los cambios en los ecosistemas del SAR.

**Factores ambientales que serán modificados por el cambio climático y que puede afectar**

Tanto en el área del proyecto como en el AI no se tendrá un cambio o modificación a los factores ambientales, debido a que el proyecto se ubica en la parte central del territorio mexicano, y a la fecha no se han presentado ciclones, aumentos de temperatura drásticos y no es costa para que puedan tener incrementos del nivel del mar.

Los servicios ambientales que serán afectados por el proyecto es reducción de la captura de $CO_2$ y la emisión de $O_2$ debido al retiro de vegetación en un área de 99.4 ha. En el Anexo IV.8 se presenta la memoria de cálculo para la obtención de biomasa y carbono almacenado.

**Tendencias y/o riesgos que presentaría el sitio del proyecto relacionado con desastres naturales ante el cambio climático**

Hasta el momento en el sitio del proyecto y AI no se tiene información de que haya presentado algún desastre natural.

**Medio socioeconómico**

- **Uso del suelo**

El análisis retrospectivo del uso del suelo permite entender la relación entre los cambios en la cobertura del suelo y los factores socioeconómicos que los impulsan. Estos cambios pueden estar influenciados por el crecimiento poblacional, el desarrollo económico, la migración, la política pública y las dinámicas de mercado (Seto & Hutyra, 2011).

En ese sentido, uno de los principales impulsores del cambio en el uso del suelo es el aumento de la población y la expansión de áreas urbanas. A medida que las ciudades crecen, la demanda de suelo para vivienda, infraestructura y servicios se incrementa, generando la conversión de terrenos agrícolas y forestales en áreas urbanizadas (Seto & Hutyra, 2011).

El análisis retrospectivo del uso del suelo permite identificar cómo factores socioeconómicos han influido en la transformación del territorio a lo largo del tiempo. Estos estudios son fundamentales para diseñar estrategias de desarrollo sostenible que equilibren el crecimiento económico con la conservación ambiental y la equidad social (Seto & Hutyra, 2011).

Para el análisis de uso de suelo en el SAR, se descargaron las capas de Uso de suelo y vegetación Serie II año 2001 y Serie VII año 2018 (la más reciente) del INEGI. Posteriormente se procesó la información en un software de Sistemas de Información Geográfica para realizar la clasificación conforme al uso del suelo principal.

En la Figura siguiente se presenta el cambio que se generó durante el periodo de tiempo señalado para el indicador de uso del suelo. Se visualiza que existió un aumento en las áreas agrícola y urbano, existiendo, por ende, una disminución en la categoría forestal dada la ocupación de su superficie. Así mismo, se señala que en el mapa referente al año 2018 se distingue la presencia de la superficie perteneciente a la Unidad Minera San Martín por primera vez en una cartografía dado que el inicio de sus operaciones se lleva a cabo desde antes del año 2000.

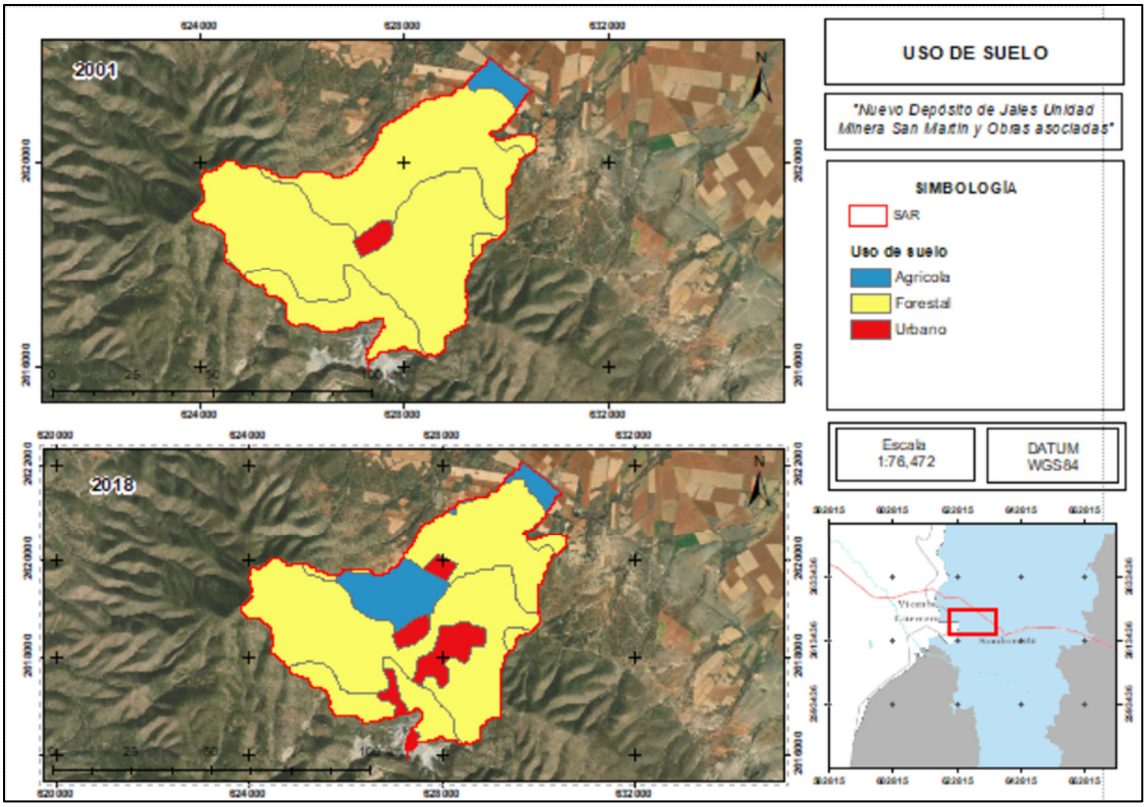



*Figura IV. 36. Análisis retrospectivo del uso de suelo en el SAR.*

Complementando la información analizada previamente, la Tabla siguiente presenta las superficies para cada uso del suelo, donde se identifica que la categoría urbana aumentó en un 7.43%, la categoría agrícola un 9.15%, mientras que lo forestal disminuyó en un 16.58%.

*Tabla IV. 53. Análisis retrospectivo de uso de suelo en el SAR en cuanto a superficie.*

| Uso de suelo | Serie II - 2001 | | Serie VII - 2018 | |
|---|---|---|---|---|
| | Superficie (ha) | Porcentaje | Superficie (ha) | Porcentaje |
| Urbano | 31.33 | 1.53% | 183.21 | 8.96% |
| Agrícola | 52.86 | 2.59% | 239.77 | 11.73% |
| Forestal | 1959.52 | 95.88% | 1620.74 | 79.30% |

- **Crecimiento poblacional**

Una población humana asentada en determinado territorio, y observada durante un cierto lapso, puede aumentar, mantener igual o disminuir su número de integrantes, es decir, la cifra de su

magnitud. Ello sucede en virtud de la relación que guarden entre sí el número de nacimientos, de defunciones y de desplazamientos ocurridos en relación a dicha población (Hernández, 1996).

Concretamente, si el número de nacimientos es mayor que el de defunciones, la población crecerá; si es menor, la población decrecerá; y si las respectivas cifras son iguales, la magnitud de la población no tendrá variaciones. A esta relación numérica entre nacimientos y defunciones se le denomina crecimiento “natural" (Hernández, 1996).

Si, por otra parte, personas no nacidas en el territorio de referencia llegan a radicarse en el mismo, la población crecerá; si, por el contrario, personas radicadas en dicho territorio salen a radicarse en otro territorio, la población disminuirá; y, en fin, si el número de inmigrantes es igual al de emigrantes, la población mantendrá su estabilidad numérica. A esta última relación se le conoce como crecimiento" social' (Hernández, 1996).
Así, el crecimiento genérico total de una población en aumento, disminución o estabilidad depende tanto del crecimiento natural como del social, y es resultado de toda clase de combinaciones posibles entre los componentes de ambos.

En ese sentido, para realizar el análisis retrospectivo de la población que habita en las localidades que caen dentro del SAR, específicamente San Martín, la cual es la única registrada y censada oficialmente, se realizó la consulta en el INEGI para los siguientes eventos:

- XII Censo General de Población y Vivienda 2000
- II Conteo de Población y Vivienda 2005
- Censo de Población y Vivienda 2010
- Censo de Población y Vivienda 2020

La Figura siguiente presenta la comparativa de la población total, población femenina y población masculina de la localidad de San Martín, donde se puede observar que hay una disminución de la población entre los años 2005 y 2010, mientras que en el más reciente censo del año 2020 se registra un incremento considerable.

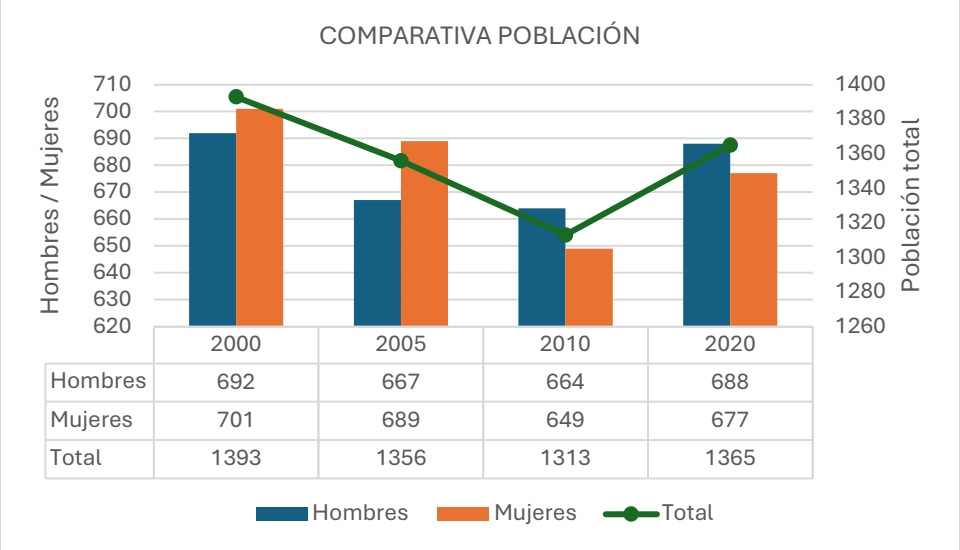



*Figura IV. 37. Análisis retrospectivo de la población para el SAR.*

La tendencia de decremento de la población en la localidad de San Martín durante 2005 y 2010 puede estar relacionada por la migración de habitantes debido a la huelga que se sostuvo por

más de 10 años en la Unidad Minera San Martín, lo que generó la falta de empleos, dado que la minería es la actividad económica principal de la localidad.

Para el año 2010 y 2020 se registró un crecimiento en la población que pudo suscitarse por la reactivación de las actividades en la Unidad por el levantamiento de la huelga.

El origen del conflicto en la Unidad minera San Martín de Grupo México, surgió el 28 de febrero de 2006 por un paro de labores que derivó en una huelga protagonizada por trabajadores mineros del sindicato por temas de seguridad laboral e higiene. El levantamiento de la huelga se realizó el 23 de agosto de 2018 a través de un convenio firmado entre Grupo México y una coalición de trabajadores (CIGA - UNAM, s.f.).

- **Actividades económicas y población activa**

En la localidad de San Martín, la actividad económica principal que se desarrolla es la explotación de minas (INEGI, 2020). Dentro del SAR, se ubica la Unidad San Martín perteneciente a la razón social Industrial Minera México S.A. de C.V., la cual presenta como actividad principal mina de cobre. Otras actividades económicas que se desarrollan en la localidad en menor medida son la agricultura y ganadería (INEGI, 2020).

Los orígenes de la Unidad Minera San Martín datan del siglo XVI y es considerada una de las más antiguas productoras de minerales metálicos en el territorio nacional (EJ Atlas, 2021). Por tanto, el asentamiento humano de la localidad San Martín se pudo suscitar debido a las operaciones de la Unidad, lo que ha generado que la actividad minera sea su principal actividad económica.

En ese sentido, para realizar el análisis retrospectivo de la población económica activa e inactiva de la localidad, se realizó la consulta en el INEGI para los siguientes eventos:

- XII Censo General de Población y Vivienda 2000
- Censo de Población y Vivienda 2010
- Censo de Población y Vivienda 2020

La Figura siguiente presenta la tendencia de la población económicamente activa y la inactiva, así como la población ocupada. Se observa que para los años 2000 y 2010 la población inactiva era la que prevalecía, sin embargo, para el año 2020 la población activa superó a la inactiva.

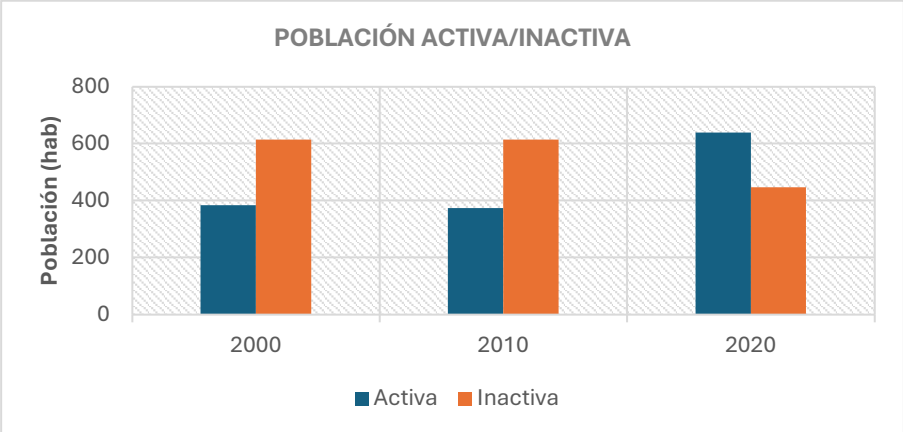



*Figura IV. 38. Comparativa de la población económicamente activa e inactiva en la localidad de San Martín.*

Esta tendencia de decremento y posterior incremento pudo ser generada por la huelga y la posterior reactivación de operaciones en la Unidad Minera San Martín, así como la incorporación de la mujer en el ámbito laboral en años recientes.

**Paisajismo**

(Forman & Godron, 1986) definen paisaje como una superficie de terreno heterogénea compuesta por ecosistemas en interacción que se repiten de una forma similar en ella.

Según (Meeus, 1995) pueden identificarse dos tipos de paisaje, el primero es el paisaje natural, conformado a lo largo del tiempo por procesos tectónicos, de sedimentación, de erosión o climáticos y el segundo un paisaje cultural, resultado de la interacción del hombre con el medio ambiente. Por tanto, el paisaje tiene una realidad física independiente del observador y otra que depende de las percepciones individuales.

La evaluación del paisaje ofrece una base para la percepción de la superficie del área de estudio como un sistema de unidades territoriales interrelacionadas con unas características ambientales específicas. Esta evaluación incorpora datos sobre los geosistemas, aspectos culturales y aspectos socioeconómicos (Martín, 2014).

La evaluación de la visibilidad, calidad paisajística y fragilidad es esencial para entender cómo un proyecto afectará visualmente el entorno y cómo responderá el paisaje a estos cambios (Swanwick, 2002)

- **Visibilidad.**

Esto se refiere al área del paisaje que es perceptible desde uno o varios puntos de observación y nos permite detectar áreas desde donde el proyecto será visible, como comunidades cercanas, carreteras, miradores, etc.

Para la evaluación de la fragilidad se tomaron como referencia algunos puntos que contaran con las siguientes características:

- Que se ubiquen en sitios con altura;
- Áreas frecuentadas
- Valles o zonas bajas donde la visibilidad podría estar limitada.

Además de lo anterior, se utilizó el Modelo Digital de Elevación obtenido de la base de datos de INEGI y con ayuda de ArcGIS se procedió a realizar el procesamiento, obteniendo el resultado que se muestran en la siguiente Figura.

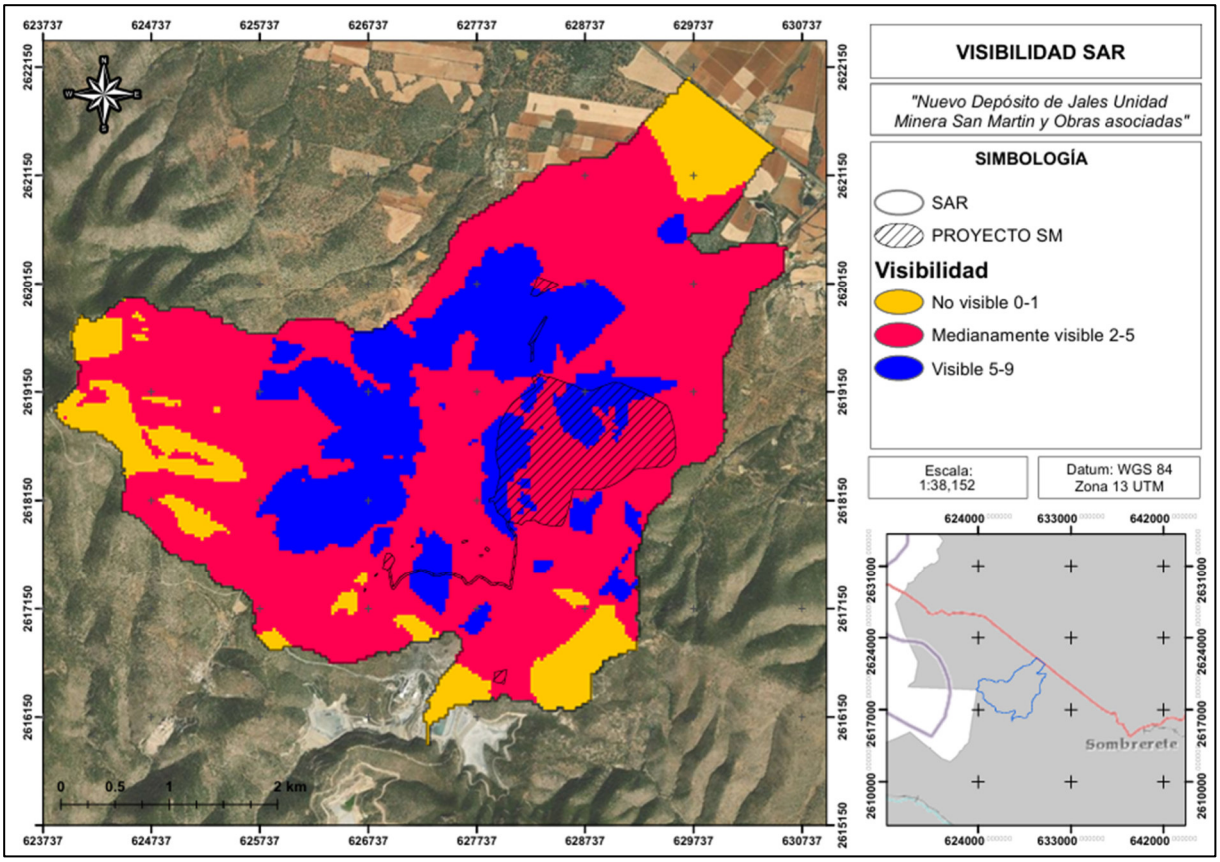



*Figura IV. 39. Visibilidad del proyecto con respecto al área de influencia y el SAR.*

La mayor parte del área de Influencia directa se cataloga como área moderadamente visible lo que indica que la construcción del depósito de Jales será percibida desde la mayoría de esta zona, aunque con un impacto visual menor que en las áreas altamente visibles.

A nivel del Sistema Ambiental Regional, el proyecto será visible, ya que se encuentra establecido en una de las zonas bajas por lo que eso hace la fácil visibilidad

- **Calidad paisajística.**

Este punto mide el valor estético de un paisaje considerando elementos como su armonía, singularidad, diversidad y el fondo escénico y permite identificar paisajes de alta calidad visual.

La mayor parte del sistema ambiental corresponde a una calidad alta y se puede deber a que la cobertura vegetal se encuentra conservada. Las zonas que están clasificadas con Calidad media y baja son áreas en las cuales existe una intervención humana por lo que generaron una transformación en la calidad paisajística.

- **Fragilidad.**

Evalúa la capacidad del entorno para resistir y recuperarse de alteraciones visuales y físicas con esto determinaremos las zonas que tienen la mejor capacidad para regenerarse o soportar cambios sin perder su valor visual.

Con el Modelo Digital de Elevación obtenido de INEGI se procedió a realizar el cálculo de las pendientes del SAR para posteriormente agregar la capa de uso de suelo y vegetación. Una vez que se superponen las capas anteriormente mencionadas se obtuvo el siguiente resultado.

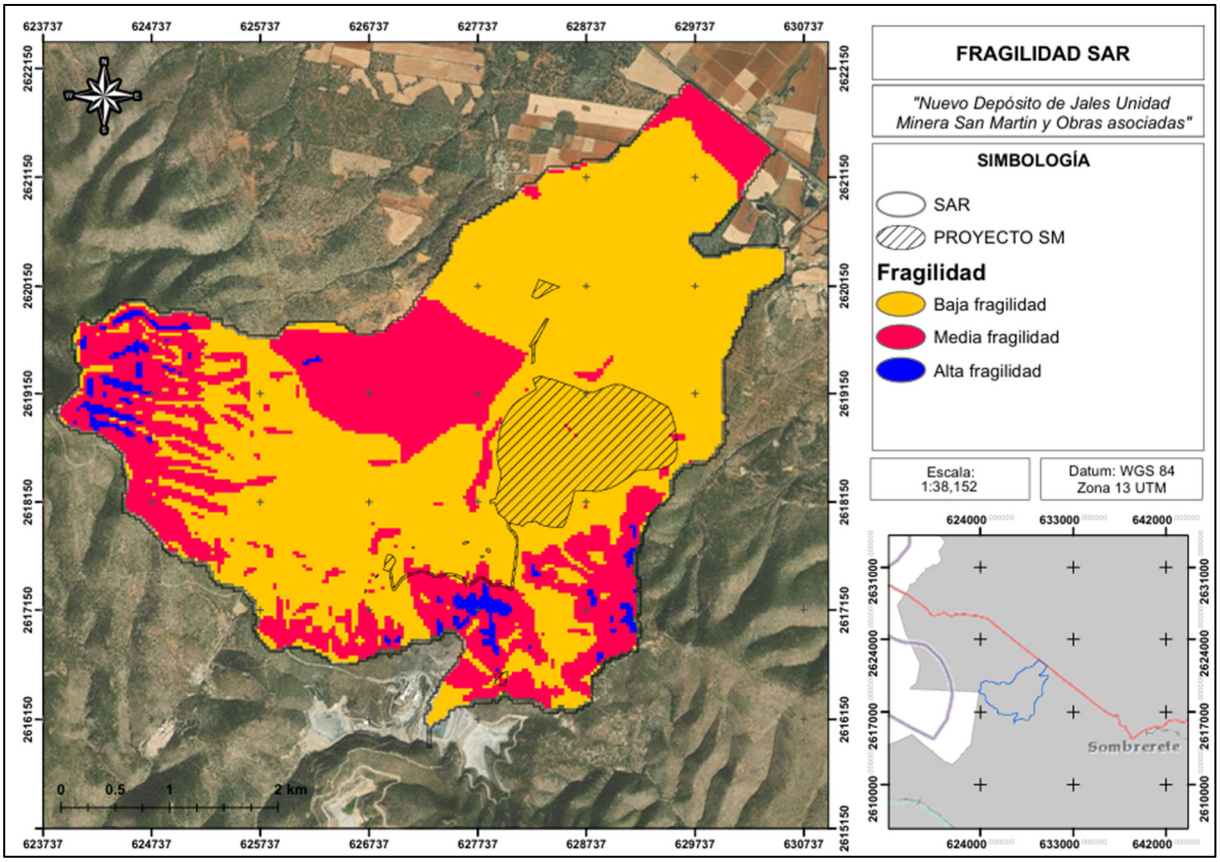



*Figura IV. 40. Fragilidad del SAR.*

La mayor parte del área se identifica con una fragilidad menor y esto sugiere a que contiene una estabilidad alta, ya que la cobertura vegetal suele actuar como estabilizador del suelo. El color rojo nos indica áreas con fragilidad media y esto se debe a la ubicación de zonas con pendientes, ya que cuenta con una cobertura vegetal pero las pendientes y las precipitaciones son factores que pueden hacer a un sitio frágil. El color azul nos indica una alta fragilidad y esto nos lleva a las pendientes y las zonas impactadas por el humano.

La zona del proyecto se pretende realizar en el área con una fragilidad baja y media al igual que la zona de influencia directa con respecto al SAR.

Una vez que se obtuvieron las capas de calidad del paisaje, fragilidad y visibilidad se realizó con superpones las capas en ArGIS y procesar la información para obtener una capa que muestre la vulnerabilidad del paisaje, obteniendo el siguiente resultado.

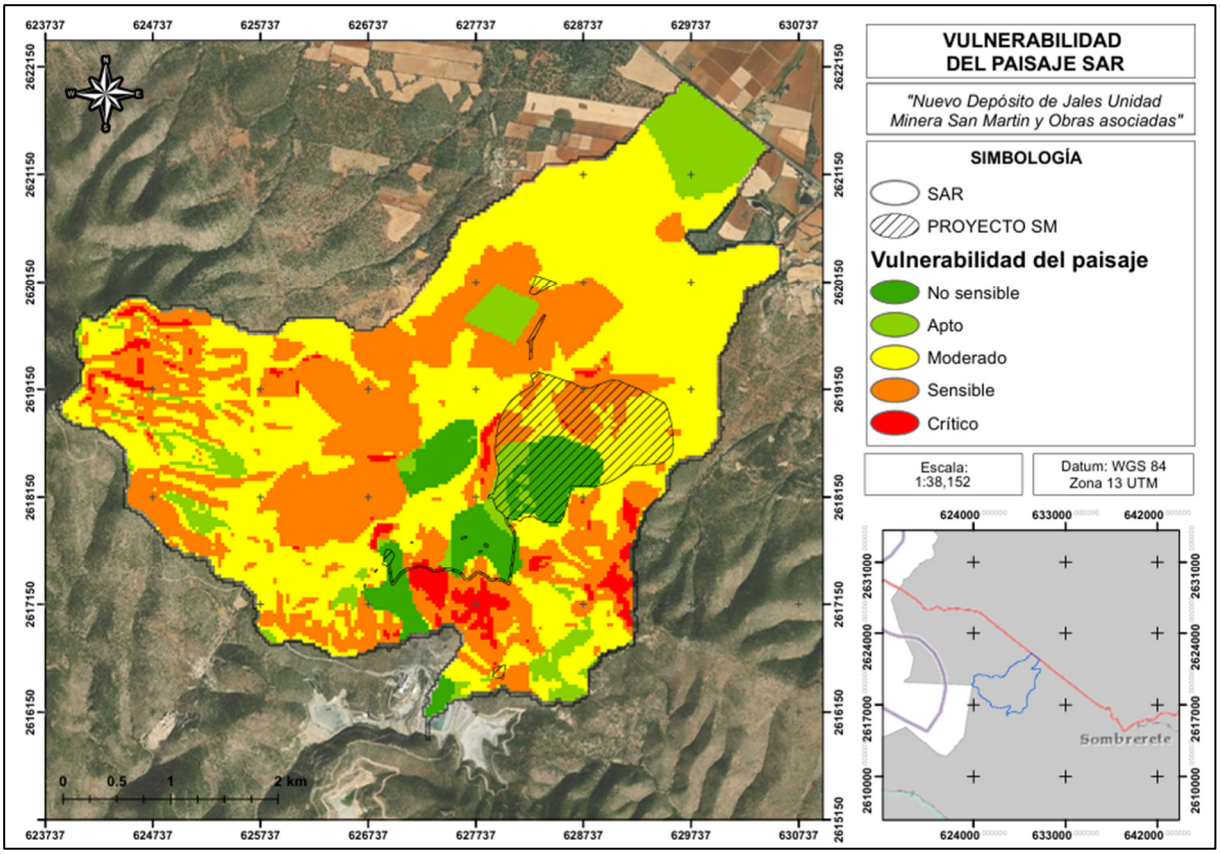



*Figura IV. 41. Vulnerabilidad del paisaje en el SAR.*

La vulnerabilidad del paisaje en el SAR es fundamental para el establecimiento del proyecto, ya que este se instalará en un área con clasificación de apto a moderado siendo que en algunas zonas llega a tener sitios sensibles por lo que se puede deducir que el paisaje puede soportar cambios con las actividades humanas.

## IV.4 Diagnóstico ambiental

La descripción de los componentes ambientales en el sitio del Proyecto “Nuevo depósito de Jales Unidad San Martín y Obras Asociadas”, presentada en este capítulo de la MIA-R, es una recopilación de la información obtenida y generada en el sitio, con la que se ofrece una caracterización preoperacional del área donde se establecerá el proyecto, y que además funge como base para la identificación de los impactos potenciales (Capítulo V), y para el establecimiento de medidas de prevención y mitigación (Capítulo VI).

El Diagnóstico Ambiental (DA) aquí presentado es un complemento de esa caracterización del medio biótico y abiótico dentro del SAR, delimitado para el área de estudio y evaluación de impactos derivados de la ejecución del Proyecto “Nuevo depósito de Jales Unidad San Martín y Obras Asociadas”; a través del cual, además, se ha de identificar con mayor precisión la problemática ambiental detectada en el Área de Influencia del Proyecto.

El objetivo que pretende el DA es plasmar el grado de calidad estimado que guardan actualmente los componentes ambientales con los que interactuará el proyecto, de acuerdo con los criterios profesionales del equipo de especialistas involucrados en el estudio de la zona. Esta información

posteriormente permitirá generar un modelo predictivo del escenario futuro, una vez que se apliquen las medidas de prevención y mitigación propuestas a los impactos ambientales identificados.

**Metodología para la elaboración del DA**

En el contexto ambiental demarcado por el Sistema Ambiental Regional del proyecto, el DA se desarrolló mediante la aplicación de criterios ambientales a la información geográfica de los componentes presentados en los apartados anteriores, de manera que se valorara la importancia de los recursos bióticos y abióticos.

La valoración de los componentes ambientales Atmósfera, Suelos, Hidrología, Vegetación, Fauna, Paisaje, Geomorfología y Socioeconomía-Cultura, comenzó con una ponderación global de cada uno respecto a su influencia dentro de la dinámica local, de forma que a cada componente se le asignó su propio peso específico con base en el criterio del equipo profesional que participó en el desarrollo de este estudio, quienes de manera consensuada analizaron la importancia de cada componente considerando aspectos como su área de influencia en relación con el entorno, su representatividad, su diversidad, su estabilidad, su fragilidad, su interés ecológico, entre otros criterios. Como resultado de este análisis, en la siguiente Tabla se presenta la ponderación de los componentes ambientales.

*Tabla IV. 54. Ponderación de los componentes ambientales respecto a su relevancia en el SAR.*

| No. | Componente | Peso ponderado (%) |
|---|---|---|
| 1 | Atmósfera | 10 |
| 2 | Suelos | 17 |
| 3 | Hidrología | 14 |
| 4 | Vegetación | 16 |
| 5 | Fauna | 13 |
| 6 | Paisaje | 10 |
| 7 | Geomorfología | 10 |
| 8 | Socioeconomía y cultura | 10 |

Los componentes Suelos y Vegetación son los que representan mayor importancia en el ambiente en consideración de los criterios considerados para la ponderación. Le sigue la Hidrología, y Fauna; y posteriormente Atmósfera, Paisaje, Geomorfología, y Socioeconomía y Cultura con la misma importancia relativa, siendo los últimos en la jerarquización de los componentes. Esta información se considera de utilidad para la siguiente etapa en el proceso de elaboración del Diagnóstico Ambiental, y será retomada más adelante para la asignación de Unidades de Importancia Ambiental (UIP), durante la evaluación de los impactos ambientales generados por el Proyecto “Nuevo depósito de Jales Unidad San Martín y Obras Asociadas”.

Habiendo asignado un peso ponderado para los componentes ambientales, el siguiente paso consistió en generar un listado de criterios integrados por diversos factores que influyen directamente sobre la calidad del componente. Estos nuevos criterios también fueron elegidos por el equipo de profesionistas que participa en la elaboración de la MIA, y su principal característica es que los factores que los integran son identificables y ubicables en los planos cartográficos, modelos generados para el SAR, y/o en las imágenes satelitales cargadas en el Sistema de Información Geográfica del Proyecto.

Una vez definida la lista de criterios y factores a considerar, se repartió el valor del peso ponderado de cada componente entre los criterios que lo integran, de acuerdo con el nivel de influencia que tiene el criterio sobre la calidad del componente. Posteriormente, el equipo de trabajo evaluó y designó un valor para cada factor, denominado “Valor de Importancia”, en una escala de 0 a n, siendo n el valor del criterio correspondiente en escala del 1 al 5, y que además representa el mayor aporte al estado de calidad del componente, respecto al criterio evaluado; mientras que 0 equivale a un nulo aporte al estado de calidad.

A fin de darle una proporcionalidad adecuada a los factores, se multiplicó el Valor de Importancia de cada uno de los factores por el valor del criterio que lo contiene. Al producto de esta operación se la ha denominado “Valor Ponderado”.

Cabe hacer la aclaración de que la mayoría de los Criterios provienen de planos, modelos o metadatos presentados en la descripción de cada componente ambiental presentada en su respectiva sección del Capítulo IV de la MIA-R y en el Anexo IV.7 Diagnóstico ambiental.

Los Criterios y Factores empleados, así como Valores de Importancia y los Valores Ponderados evaluados, se presenta en la siguiente Tabla.

*Tabla IV. 55. Criterios y factores indicativos para el análisis de cada componente ambiental.*

| Componente Ambiental | Criterio | Factor | Valor de importancia | Valor Ponderado |
|---|---|---|---|---|
| Atmósfera | Actividades humanas | Zonas conservadas | 3.8 | 22.5 |
| 10 | 6 | Zonas moderadamente conservadas | 3.1 | 18.8 |
| | | Zonas degradadas | 2.2 | 13.1 |
| | | Caminos pavimentados | 1.9 | 11.3 |
| | | Localidades urbanas y rurales | 1.3 | 7.5 |
| | | Agostaderos y parcelas agrícolas | 1.3 | 7.5 |
| | | Bordos artificiales | 3.1 | 18.8 |
| | | Actividades mineras industriales | 0.6 | 3.8 |
| | | Caminos no pavimentados | 0.6 | 3.8 |
| | Captura de polvos fugitivos | Cobertura cerrada | 1.1 | 2.2 |
| | 2 | Cobertura dispersa | 0.8 | 1.6 |
| | | Cobertura abierta | 0.3 | 0.6 |
| | Ruido | Áreas con ruido natural | 1.9 | 3.8 |
| | 2 | Áreas con generación de ruido artificial esporádico moderado | 1.1 | 2.1 |
| | | Áreas con generación de ruido artificial esporádico alto | 0.5 | 0.9 |
| | | Áreas con generación de ruido artificial constante moderado | 1.3 | 2.5 |
| | | Áreas con generación de ruido artificial constante alto | 0.3 | 0.6 |
| Suelo | Actividades humanas | Zonas conservadas | 3.1 | 15.6 |
| 17 | 5 | Zonas moderadamente conservadas | 2.5 | 12.5 |
| | | Zonas degradadas | 1.9 | 9.4 |
| | | Caminos pavimentados | 1.3 | 6.3 |
| | | Localidades urbanas y rurales | 0.3 | 1.6 |
| | | Agostaderos y parcelas | 1.3 | 6.3 |
| | | Bordos artificiales | 0.2 | 0.9 |
| | | Actividades mineras industriales | 2.0 | 10.0 |
| | | Caminos no pavimentados | 1.1 | 5.6 |
| | Erosión actual | Muy baja | 3.8 | 22.5 |
| | 6 | Baja | 2.8 | 16.9 |
| | | Moderado | 1.9 | 11.3 |
| | | Fuerte | 0.6 | 3.8 |
| | | Muy fuerte | 0.3 | 1.9 |
| | Degradación del suelo | Leve | 3.1 | 18.8 |
| | 6 | Moderado | 2.5 | 15.0 |
| | | Fuerte | 1.3 | 7.5 |
| | | Extremo | 0.0 | 0.0 |

| Componente Ambiental | Criterio | Factor | Valor de importancia | Valor Ponderado |
|---|---|---|---|---|
| Hidrología 14 | Superficial | Corrientes perenes | 1.9 | 5.6 |
| | 3 | Cuerpos lénticos (bordos, presas, lagunas) | 1.9 | 5.6 |
| | | Corrientes intermitentes | 1.3 | 3.8 |
| | Ordenes de corrientes | 8° a 6° Orden (20 m) | 1.3 | 2.5 |
| | 2 | 5° Orden (15 m) | 1.1 | 2.2 |
| | | 4° Orden (10 m) | 0.9 | 1.9 |
| | | 3° Orden (5 m) | 0.8 | 1.6 |
| | | 2° Orden (5 m) | 0.6 | 1.3 |
| | | 1° Orden (3 m) | 0.5 | 0.9 |
| | Calidad del agua por influencia directa o indirecta en nanocuencas | Sin influencia antrópica (conservado) | 1.9 | 5.6 |
| | | Sin influencia antrópica (degradado) | 0.9 | 2.8 |
| | | Con influencia antrópica (controlado) | 0.9 | 2.8 |
| | 3 | Con influencia antrópica (no controlado) | 0.3 | 0.9 |
| | Zonas con potencial de infiltración en función del material | Material NO consolidado con rendimiento alto > 40lps | 1.3 | 2.5 |
| | | Material NO consolidado con posibilidades medias | 0.9 | 1.9 |
| | | Material NO consolidado con posibilidades bajas | 0.6 | 1.3 |
| | 2 | Material Consolidado con posibilidades bajas | 0.3 | 0.6 |
| | Zonas con potencial de infiltración en función del uso de suelo | Agricultura de temporal anual | 1.3 | 2.5 |
| | | Asentamientos humanos | 0.0 | 0.0 |
| | | Bosque de Encino-Pino | 3.1 | 6.3 |
| | | Bosque de Pino-Encino | 3.1 | 6.3 |
| | | Áreas desprovistas de vegetación | 0.6 | 1.3 |
| | | Pastizal natural | 1.9 | 3.8 |
| | | Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de encino | 2.5 | 5.0 |
| | | Vegetación secundaria arbustiva de Pastizal natural | 1.9 | 3.8 |
| | 2 | Agricultura de riego permanente | 1.3 | 2.5 |
| | Zonas con potencial de infiltración en función de las pendidentes | 0° - 5° | 0.6 | 0.6 |
| | | 6° - 10° | 0.6 | 0.6 |
| | | 11° - 15° | 0.5 | 0.5 |
| | | 15° - 30° | 0.4 | 0.4 |
| | | 31° - 44° | 0.3 | 0.3 |
| | 1 | > 45° | 0.2 | 0.2 |
| | Áreas de captación de nanocuenca | > a 850 ha | 0.6 | 0.6 |
| | | 550 a 849 ha | 0.5 | 0.5 |
| | | 549 a 200 ha | 0.4 | 0.4 |
| | 1 | < a 200 ha | 0.4 | 0.4 |
| | Actividades humanas | Zonas conservadas | 5.0 | 40.0 |
| | 8 | Zonas moderadamente conservadas | 4.1 | 32.5 |
| | | Zonas degradadas | 2.5 | 20.0 |
| | | Caminos pavimentados | 0.0 | 0.0 |
| Vegetación | | Localidades urbanas y rurales | 0.0 | 0.0 |
| 16 | | Agostaderos y parcelas agrícolas | 1.3 | 10.0 |
| | | Bordos artificiales | 0.0 | 0.0 |
| | | Actividades mineras industriales | 0.0 | 0.0 |
| | | Caminos no pavimentados | 0.0 | 0.0 |
| | Tipos de vegetación valorada por su capacidad de regeneración | Bosque de Encino-Pino | 3.1 | 9.4 |
| | | Bosque de Pino-Encino | 3.1 | 9.4 |
| | | Áreas desprovistas de vegetación | 0.0 | 0.0 |
| | 3 | Pastizal natural | 1.9 | 5.6 |
| | | Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de encino | 2.5 | 7.5 |
| | | Vegetación secundaria arbustiva de Pastizal natural | 2.5 | 7.5 |
| | Cobertura de la vegetación | Cobertura cerrada | 3.1 | 15.6 |
| | | Cobertura dispersa | 2.2 | 10.9 |
| | 5 | Cobertura abierta | 1.1 | 5.3 |
| | Influencia de zonas de ahuyentamiento | Zonas conservadas | 3.1 | 15.6 |
| | | Zonas moderadamente conservadas | 1.9 | 9.4 |
| | | Zonas degradadas | 0.6 | 3.1 |
| | 5 | Caminos pavimentados | 0.1 | 0.6 |

| Componente Ambiental | Criterio | Factor | Valor de importancia | Valor Ponderado |
|---|---|---|---|---|
| | | Localidades urbanas y rurales | 0.1 | 0.6 |
| | | Agostaderos y parcelas | 0.5 | 2.3 |
| Fauna | | Actividades mineras industriales | 1.9 | 9.4 |
| 13 | | Bordos artificiales | 0.0 | 0.0 |
| | | Caminos no pavimentados | 0.1 | 0.6 |
| | Zonas aptas para el establecimiento de hábitats | Zonas conservadas | 5.0 | 40.0 |
| | | Zonas moderadamente conservadas | 3.1 | 25.0 |
| | | Zonas degradadas | 1.9 | 15.0 |
| | 8 | Suelo sin vegetación aparente | 0.3 | 2.5 |
| | | Corrientes de agua perenes | 4.4 | 35.0 |
| | | Cuerpos de agua lénticos | 4.4 | 35.0 |
| | | Corrientes de agua intermitentes | 3.1 | 25.0 |
| Paisaje | Calidad visual del paisaje | Alta | 2.2 | 7.7 |
| 10 | 3.5 | Media | 1.1 | 3.8 |
| | | Baja | 0.2 | 0.5 |
| | Fragilidad visual del paisaje | Alta | 2.2 | 7.7 |
| | 3.5 | Media | 1.1 | 3.8 |
| | | Baja | 0.2 | 0.5 |
| | Actividades humanas | Zonas conservadas | 1.9 | 5.6 |
| | 3 | Zonas moderadamente conservadas | 1.3 | 3.8 |
| | | Zonas degradadas | 0.6 | 1.9 |
| | | Caminos pavimentados | 0.2 | 0.6 |
| | | Localidades urbanas y rurales | 0.2 | 0.6 |
| | | Agostaderos y parcelas | 0.2 | 0.6 |
| | | Bordos artificiales | 1.3 | 3.8 |
| | | Actividades mineras industriales | 0.1 | 0.3 |
| | | Caminos no pavimentados | 0.2 | 0.6 |
| | Modelo de topoformas por su grado de influencia en el entorno | Planicies | 3.1 | 15.6 |
| Geomorfología | 5 | Valles poco profundos | 3.1 | 15.6 |
| 10 | | Valles en forma de U | 2.7 | 13.6 |
| | | Cañones | 3.1 | 15.6 |
| | | Laderas altas, mesetas | 2.7 | 13.6 |
| | | Drenajes de tierras altas | 2.7 | 13.6 |
| | | Pendientes abiertas | 2.2 | 10.9 |
| | | Colinas pequeñas llanuras | 2.4 | 12.2 |
| | | Colinas locales en los valles | 2.4 | 12.2 |
| | | Cimas de las montañas | 2.2 | 10.9 |
| | Modelo de rumbos de pendientes | N | 3.1 | 15.6 |
| | 5 | NE y NO | 2.8 | 14.1 |
| | | E y O | 2.6 | 12.8 |
| | | Plano | 2.8 | 14.1 |
| | | S | 1.8 | 9.1 |
| | | SO y SO | 2.0 | 10.2 |
| Socioeconómico y cultural | Actividades humanas | Zonas urbanas | 3.1 | 28.1 |
| | 9 | Localidades rurales | 1.6 | 14.1 |
| | | Actividades mineras industriales | 0.9 | 8.4 |
| | | Caminos pavimentados | 2.8 | 25.3 |
| | | Áreas de interés antropológico y/o histórico | 2.8 | 25.3 |
| | | Agostaderos y parcelas | 2.5 | 22.5 |
| 17 | | Caminos no pavimentados | 3.0 | 26.7 |
| | | Zonas conservadas | 1.9 | 16.9 |
| | | Zonas moderadamente conservadas | 1.3 | 11.3 |
| | | Zonas degradadas | 0.6 | 5.6 |
| | Servicios e infraestructura | Disponibilidad de servicios | 1.3 | 10.0 |
| | 8 | Zonas conservadas | 1.9 | 15.0 |
| | | Zonas moderadamente conservadas | 1.3 | 10.0 |
| | | Caminos | 1.9 | 15.0 |

**Descripción de la problemática ambiental detectada en el Área de Influencia del proyecto.**

El objetivo de esta sección es la descripción puntual de la problemática ambiental identificada dentro del Área de Influencia (AI) del Proyecto, El objetivo de esta sección es la descripción puntual de la problemática ambiental identificada dentro del Área de Influencia (AI) del Proyecto.

Para fines de identificación de la problemática ambiental, que conciernen al presente capítulo, se asume que el AI es la superficie donde se resentirán los efectos de los impactos del Proyecto, considerando tanto los efectos directos como indirectos, es decir, considerando no solamente los elementos que pretenden ser objeto de aprovechamiento o afectación puntual, sino todo el conjunto de elementos que se interrelacionan e interactúan con los elementos directamente afectados para conformar el ecosistema.

En concreto, el AI considera las interacciones del Proyecto y su alcance sobre los componentes ambientales, mientras que para el SAR se analizaron las interacciones que habrá desde los componentes ambientales hacia el Proyecto, en la siguiente figura.

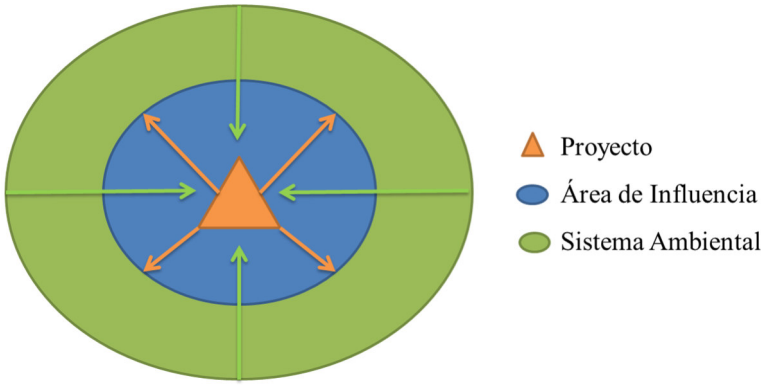



*Figura IV. 42. Relación entre Sistema Ambiental Regional, Área de Influencia y Proyecto.*

A continuación, se ofrece una descripción puntual de la presión que existe en el AI por componente ambiental, entendiéndose ésta como las acciones o actividades generadoras de deterioro ambiental.

*Atmósfera*

El área en cuestión presenta un clima templado subhúmedo (C(w0)), caracterizado por lluvias estivales y precipitación invernal escasa (5-10,2%). Esta marcada estacionalidad climática es crucial, ya que influye directamente en la disponibilidad de agua, el desarrollo de la vegetación y la susceptibilidad a la erosión del suelo. Complementariamente, la velocidad promedio del viento es de 10.89 km/h, predominando las direcciones SSO y SO. Esta dinámica eólica es relevante para la dispersión de emisiones atmosféricas, como el polvo o los contaminantes industriales. Además, la región se encuentra dentro de un rango de intensidades de viento de 8.39 y 14.13 km/h, lo que favorece la movilización de partículas contaminantes.

El clima subhúmedo es favorable para el establecimiento de vegetación natural, lo que ayuda a mitigar los procesos de desertificación. Sin embargo, las lluvias intensas durante el verano elevan significativamente el riesgo de escorrentía y erosión del suelo. Dada la dirección y la fuerza predominante del viento, es imperativo establecer controles rigurosos sobre las emisiones atmosféricas. Esto es particularmente crítico en operaciones mineras a cielo abierto y en las

zonas de almacenamiento de jales, donde la movilización de partículas contaminantes por el viento representa un desafío constante.

*Suelo*

El área se caracteriza por una geología dominada por caliza-lutita, conglomerado granito y riolita-toba ácida, lo que conforma suelos intrínsecamente susceptibles a la erosión si no se manejan adecuadamente. La topografía es variada, con pendientes que alcanzan un máximo del 97,83%, indicando la presencia de terrenos escarpados, aunque las inclinaciones más comunes (del 5,1% al 30%) son consideradas de suaves a moderadas. En cuanto al estado actual de la erosión, si bien el 36.91% del terreno no muestra signos evidentes, un 34.61% presenta erosión hídrica-eólica leve y un significativo 15.22% padece erosión antrópica, lo que subraya una considerable presión derivada de las actividades humanas. La mayor parte del área exhibe una susceptibilidad media a la inestabilidad de laderas, un factor crítico dada la compleja topografía y el régimen de lluvias de la región.

Los suelos de esta zona son inherentemente vulnerables a la erosión especialmente en las áreas con pendientes pronunciadas. Por ello, las actividades mineras deben implementar medidas rigurosas para el control de escurrimientos, la revegetación y el manejo adecuado de residuos. La elevada proporción de erosión antrópica evidencia un uso intensivo del terreno, lo que exige la aplicación urgente de prácticas de restauración y conservación de suelos para mitigar los impactos y asegurar la sostenibilidad del ecosistema.

*Hidrología*

El Sistema Ambiental Regional (SAR) se ubica en la Región Hidrológica Presidio-San Pedro, específicamente en la Cuenca San Pedro y Subcuenca Poanas. Las corrientes superficiales son intermitentes, como los arroyos La Marta y Carretas, al igual que los tres cuerpos de agua presentes en el sitio, lo que indica una disponibilidad limitada de agua superficial, concentrada principalmente en la temporada de lluvias. Desde el punto de vista hidrogeológico, la zona presenta una combinación de materiales consolidados de baja permeabilidad y material no consolidado de alto rendimiento (superior a 40 lps). El área abarca predominantemente el acuífero Hidalgo (93.64%), con una presencia marginal de los acuíferos Sabinas y Vicente Guerrero-Poanas.

El Sistema Ambiental Regional (SAR) se ubica en la Región Hidrológica Presidio-San Pedro, específicamente en la Cuenca San Pedro y Subcuenca Poanas. Las corrientes superficiales son intermitentes, como los arroyos La Marta y Carretas, al igual que los tres cuerpos de agua presentes en el sitio, lo que indica una disponibilidad limitada de agua superficial, concentrada principalmente en la temporada de lluvias. Desde el punto de vista hidrogeológico, la zona presenta una combinación de materiales consolidados de baja permeabilidad y material no consolidado de alto rendimiento (superior a 40 lps). El área abarca predominantemente el acuífero Hidalgo (93.64%), con una presencia marginal de los acuíferos Sabinas y Vicente Guerrero-Poanas.

*Flora y fauna*

La vegetación del área está dominada por bosques de encino-pino (46.88%) y vegetación secundaria arbustiva (25.64%), lo que sugiere un ecosistema forestal original que ha sido afectado por actividades humanas. Además, se han identificado zonas desprovistas de vegetación (7,43%) y áreas dedicadas a la agricultura de temporal (11,71%), lo que indica una presión significativa sobre el uso del suelo.

En cuanto a la fauna, se registraron 63 especies, distribuidas en 43 aves, 12 mamíferos y 8 herpetofauna. La diversidad de aves y mamíferos se considera de media a alta, mientras que en herpetofauna es menor. Es notable la presencia de 17 especies de aves migratorias, lo que subraya la importancia ecológica de la zona como corredor migratorio. El esfuerzo de muestreo fue adecuado, según los índices de Chao, ACE, ICE, Shannon-Wiener, Simpson y Margalef, confirmando una diversidad moderada-alta en aves y mamíferos. Específicamente, el Índice de Shannon-Wiener para aves fue de 3,39, para mamíferos moderado y para herpetofauna de 1,55. El Índice de Simpson arrojó 0,96 para aves y mamíferos, y 0,91 para herpetofauna. Finalmente, el Índice de Margalef fue de 6,9 para aves, 2,1 para mamíferos y 1,8 para herpetofauna.

La coexistencia de bosques templados y vegetación secundaria revela un ecosistema que, aunque aún funcional, muestra claros signos de degradación debido a las actividades humanas. La diversidad faunística es representativa y requiere medidas de protección, especialmente para las especies migratorias y sensibles, un aspecto crítico si se contempla una expansión de la infraestructura minera. La conservación de la cobertura vegetal es prioritaria, ya que actúa como una barrera natural fundamental contra la erosión del suelo y la pérdida de biodiversidad.

*Paisaje y geoformas*

El 98.29% del Sistema Ambiental Regional (SAR) está dominado por sierra alta con pendientes pronunciadas, lo que conforma un paisaje marcadamente montañoso. La altitud de la zona oscila entre los 2,418 y 3,107 msnm generando un gradiente altitudinal significativo que contribuye a una mayor diversidad ecológica. Las topoformas predominantes son la sierra alta y, en menor medida (1,71%), valles con lomerío, siendo estos últimos más idóneos para el desarrollo de actividades.

El paisaje escarpado y montañoso presenta una alta susceptibilidad a procesos erosivos y movimientos de ladera, lo que restringe el desarrollo urbano o industrial si no se implementa un manejo ambiental adecuado. A pesar de los desafíos que implica, la complejidad topográfica favorece la biodiversidad, pero a su vez exige una planificación meticulosa para evitar alteraciones paisajísticas significativas y mitigar los riesgos geotécnicos.

**Referencias**

Altamirano Álvarez, T. N. (2017). Diversidad alfa y recambio de mamíferos en San José Deguedo, municipio de Soyaniquilpan de Juárez, Estado de México. *Redalyc*, 28, 19-34.

Balderas-Valdivia, C. J.-O.-S. (2009). Contribución a la historia natural de Crotalus molossus. *Laboratorio de Biodiversidad, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, Universidad Nacional Autónoma de México.*, 363-369.

BOLFOR, Mostacedo, B., & Fredericksen, T. S. (2000). *Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal.* Santa Cruz, Bolivia.

Caballero. (2016). *El relieve en curvas de nivel.* Obtenido de UNAM: https://usuarios.geofisica.unam.mx/cecilia/cursos/Relieve&Topog.pdf

Caughley, G. (1997). *Análisis de poblaciones de vertebrados.* Londres: John Wiley and Sons.

CENAPRED. (2020). *Identificación de peligro sísmico a nivel municipal que permita contar con información básica para el desarrollo posterior de atlas municipales en todo el país.* Obtenido de Subdirección de Riesgos Sísmicos : https://www1.cenapred.unam.mx/DIR_INVESTIGACION/2021/1er_Trimestre/FRACCION_XLI/RS/210420_Informe_RS_CaracteristicasCFE2015.pdf

CENAPRED. (s.f.). *Susceptibilidad por inestabilidad de laderas .* Obtenido de CENAPRED: http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/inestabilidad-laderas.html

Colwell, R. (2013). Statistical Estimation of Species Richness and shared Species from samples.

Colwell, R. K., & Coddington, J. A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 101-118.

CONAGUA. (2024). *Disponibilidad de acuíferos .* Obtenido de Aguas subterráneas : https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Disponibilidad_Acuiferos.html

Domínguez-Godoy M.A., H. R.-M.-P. (2020). Living on the edge: Lower thermal quality but greater survival probability at a high altitude mountain for the mesquite lizard (Sceloporus grammicus). *Elsevier*.

Escobar, C., & Duque, G. (2017). *Erosión y movientos de masa .* Obtenido de Universidad Nacional de Colombia : https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/57334/erosionymovimientosenmasa.pdf

FAO. (s.f.). *¿Qué es la topografía?* Obtenido de FAO: https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6707s/x6707s01.htm

FAO. (s.f.). *El suelo, diferencias entre su aspecto físico y químico .* Obtenido de https://www.fao.org/4/ah645s/AH645S04.htm

FMCN, CONAFOR, USAID y USFS. (2018). *Manual para trazar la Unidad de Muestreo en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas.* México: BIOCOMUNI.

Gobierno de España. (s.f.). *¿Qué es la sequía?* Obtenido de Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Deomográfico: https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/observatorio-nacional-de-la-sequia/que-es-la-sequia.html

IMPLAN. (2020). *Atlas de Riesgos Bahía de Banderas .* Obtenido de Instituto Munipal de Planeación de Bahía de Banderas : https://rmgir.proyectomesoamerica.org/AtlasMunPDF/2020/18020_BAH%C3%8DA_DE_BANDERAS_2020.PDF

INEGI. (2011). *Diccionario de datos de Erosión de suelo .* Obtenido de INEGI: https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/publicaciones/diccionario/dicc_erosion/dicc_erosion.pdf

INEGI. (2011). *Guía para la interpretación cartográfica Edafología* . Obtenido de INEGI: https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825231606.pdf

INEGI. (s.f.). *Fisiografía* . Obtenido de Geografía y Medio Ambiente : https://www.inegi.org.mx/temas/fisiografia/#:~:text=Sistema%20de%20Topoformas.,patrones%20estructurales%20y%2Fo%20degradativos.

INEGI. (s.f.). *Glorsario de términos* . Obtenido de INEGI: https://cuentame.inegi.org.mx/glosario/c.aspx?tema=G

Krebs, C. J. (1999). *Ecological Methodology.* Paises bajos: Benjamin/Cummings.

Lamas, G., Robbins, R. K., & Harvey, D. J. (1991). A Preliminary Survey of the Butterfly Fauna of Pakitza, Parque Nacional del Manu, Peru, with an Estimate of its Species Richness. *Publicaciones del Museo de Historia Natural Universidad Nacional Mayor de San Marcos.*, 40:1-19.

Magurran, A. E. (2013). *Measuring Biological Diversity.* Blackwell Publishing.

Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1.* Zaragoza: GORFI, S.A.

Murie, O. y. (2005). *Field Guide to Animal Tracks.* Houghton Mifflin Harcourt.

NOAA. (2013). *Ciclones tropicales* . Obtenido de NOAA: https://www.weather.gov/media/owlie/ciclones_tropicales11.pdf

Price, A. H. (31 de octubre de 1980). *Crotalus molossus*. Obtenido de Redtox: https://redtoxdev.nmn.mx/especies/crotalus-molossus

Ramírez-Bautista, A. C.-M.-Q. (2006). Inventarios herpetofaunísticos de México: Avances en el conocimiento de su biodiversidad. *Sociedad Herpetológica Mexicana*.

Sada, A., & Phillips, R. y. (1984). *Nombres en castellano para las aves mexicanas. Publicación de Divulgación No. 17.* México: Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos.

Sánchez. (s.f.). *¿Qué son las inundaciones?* Obtenido de Floodup: http://www.floodup.ub.edu/inundaciones/

Sánchez, J. M. (2012). *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México.* México: Impresora Apolo.

Saúl Ugalde-Lezama, J. I.-H.-V.-C.-M. (2008). Distribución vertical de aves en un bosque templado con diferentes niveles de perturbación. *Scielo*.

Saviola, A. J. (2017). enotipos de veneno de la serpiente de cascabel de roca (Crotalus lepidus) y la serpiente de cascabel de nariz acanalada (Crotalus willardi) de México y Estados Unidos. *Toxicon*, 138, 119-129.

SECTUR. (2015). *Estudio Estratégico de Viabilidad del Segmento de Turismo Cinegético en México.* México: Asociación Nacional de Ganaderos.

SEMARNAT. (2018). *Programa de Acción para la Conservación de las Especies: Serpientes de Cascabel (Crotalus spp.).* México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SGM. (2015). *¿Qué es la geología?* Obtenido de Servicio Geológico Mexicano : https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/157537/Que-es-la-Geologia.pdf

SSN. (s.f.). *¿Qué es un sismo?* Obtenido de Servicio Sismológico Nacional : http://www.ssn.unam.mx/divulgacion/preguntas/

Sunny, A. G.-F. (2017). Potential distribution of the endemic imbricate alligator lizard (Barisia imbricata imbricata) in highlands of central Mexico. *Amphibia-Reptilia*, 225-231.

UNAM. (2017). *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen.* Obtenido de Instituto de Geografía.

VILLARREAL H., M. Á. (2006). *MANUAL DE MÉTODOS PARA EL DESARROLLO DE INVENTARIOS DE BIODIVERSIDAD.* Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

# CAPÍTULO V.

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISITEMA AMBIENTAL REGIONAL

SIN TEXTO

## ÍNDICE

CAPITULO V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL II

V.1 Identificación de impactos. ..... 1
V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales. ..... 1
V.1.1.1 Identificación de factores ambientales ..... 3
V.1.1.2 Identificación de impactos ..... 6
V.1.1.3 Indicadores de impacto ..... 6
V.1.1.4 Lista indicativa de indicadores de impacto ..... 7
V.1.1.5 Criterios y metodologías de evaluación ..... 8
V.2 Caracterización de los impactos. ..... 9
V.2.1 Indicadores de impacto y de cambio climático. ..... 32
V.3 Valoración de los impactos. ..... 34
V.4 Impactos residuales ..... 55
V.5 Impactos acumulativos ..... 57
V.6 Conclusiones ..... 58

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla V. 1. Componentes del entorno..... 2
Tabla V. 2. Factores ambientales considerados para el análisis ambiental.....4
Tabla V. 3. Identificación de los impactos potenciales.....6
Tabla V. 4. Indicadores de Impactos Ambientales Potenciales..... 7
Tabla V. 5. Matriz de impacto ambiental del Nuevo Depósito de Jales de la Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas..... 31
Tabla V. 6. Criterios para la valorización de los impactos ambientales.....36
Tabla V. 7. Evaluación de los impactos ambientales.....37
Tabla V. 8. Resultados globales de la valoración de los impactos del proyecto.....42
Tabla V. 9. Indicadores de la intensidad de los impactos del proyecto.....42
Tabla V. 10. Evaluación de los impactos ambientales en la etapa de preparación del sitio..42
Tabla V. 11. Evaluación de los impactos ambientales en la etapa de construcción.....43
Tabla V. 12. Evaluación de los impactos ambientales en la etapa de operación y mantenimiento.....45
Tabla V. 13. Evaluación de los impactos ambientales en la etapa de cierre operativo.....46
Tabla V. 14. Evaluación de los impactos ambientales del proyecto que afectan a la flora…48
Tabla V. 15. Evaluación de los impactos ambientales del proyecto que afectan a la fauna..49
Tabla V. 16. Evaluación de los impactos ambientales del proyecto que afectan al suelo…. 50
Tabla V. 17. Evaluación de los impactos ambientales del proyecto que afectan a la atmósfera..... 50
Tabla V. 18. Evaluación de los impactos ambientales del proyecto que afectan al agua…..51
Tabla V. 19. Evaluación de los impactos ambientales del proyecto que inciden en el medio socioeconómico..... 53

Tabla V. 20 Evaluación de los impactos ambientales del proyecto que inciden en el paisaje..... 54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura V. 1. Procedimiento utilizado para la identificación y evaluación de impactos ..... 3

# CAPITULO V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Tras analizar en el capítulo anterior el estado actual de los recursos ambientales y socioeconómicos en el área donde se planea el proyecto, este capítulo se enfocará en identificar los elementos del entorno que podrían resultar afectados. Se determinarán indicadores de calidad para estos elementos y, posteriormente, se evaluará cómo el nuevo depósito de jales y obras auxiliares impactarán estos recursos, considerando tanto posibles daños ambientales como la influencia en los procesos de cambio ya existentes en el área.

## V.1 Identificación de impactos.

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

La selección de la metodología, así como el desarrollo del procedimiento para la identificación y evaluación de los impactos ambientales, se realizó con un enfoque interdisciplinario, mediante un grupo de especialistas que proporcionaron su juicio profesional para el análisis de las interacciones de las obras y actividades en el contexto de las condiciones actuales del Sistema Ambiental Regional y de los procesos existentes de modificación del entorno natural.

La metodología empleada requiere una secuencia de pasos que en esencia conducen progresivamente de una revisión general a un análisis particular y detallado, a través de la fragmentación y reagrupamiento en conjuntos cada vez más reducidos de los elementos que interactúan e influyen en la estimación o previsión de los impactos, como lo son las obras/actividades del proyecto, por etapas, y los factores representativos de cada uno de los componentes ambientales.

Así, el primer paso del procedimiento consiste en una estimación general de las alteraciones que ocasionará el desarrollo del Proyecto en su conjunto, dentro del Sistema Ambiental Regional, cuyas características físicas (bióticas, abióticas, perceptuales) y socioeconómicas han sido analizadas en el Capítulo IV de la MIA-R.

El proyecto llevará a cabo actividades que se agrupan dentro de las siguientes etapas:

- Etapa de preparación del sitio y construcción.
- Etapa de operación y mantenimiento.
- Etapa de desmantelamiento y abandono de las instalaciones.

De acuerdo con estas etapas y para identificar los impactos generados en cada una de ellas, se realizó una agrupación de acuerdo con los Sistemas: Físico y Socioeconómico, y cinco subsistemas: Inerte, Biótico, Perceptual, Sociocultural y Económico. A cada uno de estos Subsistemas pertenecen una serie de Componentes Ambientales susceptibles de recibir impactos, es decir, los elementos o cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por las acciones impactantes del Proyecto.

*Tabla V. 1. Componentes del entorno.*

| Sistema | Subsistema | Componente ambiental |
|---|---|---|
| Medio Físico | Medio Inerte | Atmósfera |
| | | Geomorfología |
| | | Hidrología |
| | | Suelo |
| | Medio biótico | Flora |
| | | Fauna |
| | Pedio perceptual | Paisaje |
| Medio socioeconómico | Medio sociocultural | Infraestructura |
| | | Cultura |
| | Medio económico | Medio socioeconómico |

Con una noción muy general de las alteraciones esperadas, el siguiente paso del procedimiento consiste en el acotamiento del universo de análisis, es decir, la delimitación espacial del entorno, definiendo Factores ambientales para el análisis de cada Componente, así como Indicadores de impacto para cada Factor. A partir de ello, y analizando ahora las obras y actividades del Proyecto clasificadas en la etapa de operación, se identifican de manera cualitativa los impactos ambientales.

Enseguida se determina la importancia de cada uno de los impactos identificados, utilizando matrices de causa–efecto para cada etapa del Proyecto (en este caso únicamente operación), mediante las cuales se efectúa una evaluación cuantitativa y más refinada de los impactos. Posteriormente, se realiza una valoración de los impactos ponderando su valor de importancia y considerando el peso relativo de cada uno de los factores afectados en el Sistema Ambiental Regional, utilizando para ello una sola matriz para las etapas del proyecto (matriz de ponderados). Finalmente, se interpretan y se describen los principales impactos que generará el Proyecto, presentándolos tanto por etapas como por componente ambiental.

En la Figura V.1 se presenta un diagrama que esquematiza los insumos, productos y procedimiento de la metodología empleada para la identificación, evaluación e interpretación de los impactos ambientales que se prevén para el proyecto “Nuevo Depósito de Jales y Obras Asociadas Unidad Minera San Martín”.

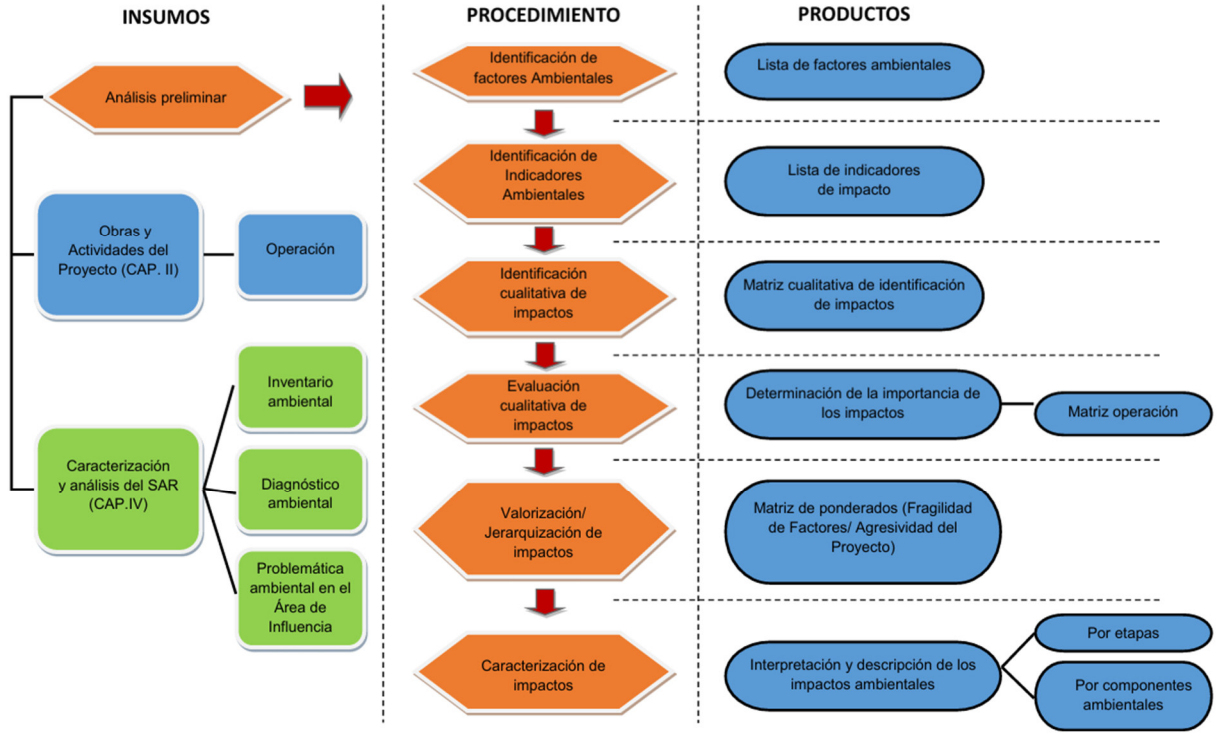



*Figura V. 1. Procedimiento utilizado para la identificación y evaluación de impactos*

A continuación, se desarrolla paso a paso la metodología seleccionada para identificar y evaluar los impactos ambientales.

### V.1.1.1 Identificación de factores ambientales

A fin de volver más específica y puntual la estimación general de impactos, se deben identificar aspectos característicos y representativos de los componentes ambientales, denominados como Factores Ambientales, de manera que el análisis de las interacciones entre proyecto y medio ambiente se haga a un nivel de mayor detalle. Para cada componente ambiental se identificaron y seleccionaron los principales Factores ambientales susceptibles de ser afectados a consecuencia del desarrollo del Proyecto, durante sus etapas de Preparación del sitio, Operación y mantenimiento y etapa de Cierre Operativo, se considera como un complemento a manera de plasmar la potencial integración de la obra al entorno natural.

Los factores ambientales fueron identificados de acuerdo con los siguientes criterios:

- Ser objetivos.
- Ser representativos del entorno afectado, y, por tanto, del impacto total producido por la ejecución del Proyecto sobre el medio ambiente.
- Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Ser excluyentes, es decir, sin solapamientos ni redundancias.

- De fácil identificación, tanto en su concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartográfica o de trabajos de campo.
- De fácil cuantificación, dentro de lo posible, ya que muchos de ellos serán intangibles y habrá que recurrir a modelos de cuantificación específicos.

De los factores ambientales identificados se seleccionaron aquellos que serán potencialmente afectados por las actividades del Proyecto, de acuerdo con los siguientes criterios:

- Extensión: Área de Influencia en relación con el entorno.
- Complejidad: compuesto de elementos diversos.
- Rareza: no frecuente en el entorno.
- Representatividad: carácter simbólico, incluye el carácter endémico.
- Naturalidad: natural, no artificial.
- Abundancia: en gran cantidad en el entorno.
- Diversidad: abundancia de elementos distintos en el entorno.
- Estabilidad: permanencia en el entorno, firmeza.
- Singularidad: valor adicional por la condición de distinto o distinguido.
- Irreversibilidad: imposibilidad de que cualquier alteración sea asimilada por el medio debido a mecanismos de autodepuración.
- Fragilidad: endebles, vulnerabilidad y carácter perecedero de cualquier factor.
- Continuidad: necesidad de conservación.
- Insustituible: imposibilidad de ser remplazado.
- Clímax: proximidad al punto de más alto valor ambiental de un proceso.
- Interés ecológico: por su peculiaridad ecológica.
- Interés histórico-cultural: por su peculiaridad histórico-monumental-cultural.
- Interés individual: por su peculiaridad a título individual.
- Dificultad de conservación: dificultad de subsistencia en buen estado.
- Significación: importancia para la zona del entorno

Los factores ambientales seleccionados se muestran en la siguiente tabla.

*Tabla V. 2. Factores ambientales considerados para el análisis ambiental.*

| Componente ambiental | Factor ambiental |
|---|---|
| Atmósfera | Calidad del aire por material particulado (PST, PM-10) |
| | Calidad del aire por emisiones (NOx, Sox, COx) |
| | Niveles sonoros |
| Geomorfología | Topografía |
| Hidrología | Cauces |
| | Escurrimientos |
| | Calidad del agua – Sedimentos |
| | Calidad del agua – Química |
| | Infiltración |
| Suelo | Profundidad efectiva del suelo |
| | Potencial de erosión |
| | Cobertura |
| Flora | Distribución espacial y temporal |
| | Cobertura vegetal |

| Componente ambiental | Factor ambiental |
|---|---|
| | Especies protegidas, o de interés especial |
| Fauna | Distribución espacial y temporal |
| | Hábitat |
| | Especies protegidas, o de interés especial |
| Paisaje | Cualidades estéticas |
| | Continuidad paisajística y visibilidad |
| Infraestructura | Servicios e infraestructura |
| | Generación de residuos |
| Cultura | Capacitación, educación y programas |
| Medio socioeconómico | Desarrollo económico |
| | Uso de territorio para actividades productivas |

Una vez identificados los factores del medio susceptibles de ser impactados por las obras y actividades del Proyecto del Nuevo Depósito de Jales y Obras Auxiliares, se procedió al reconocimiento de sus indicadores ambientales.

**Aplicación de la Metodología**

Las actividades en cada etapa del proyecto son:

**Preparación del sitio**

- Rehabilitación de caminos existentes
- Ahuyentamiento y reubicación de fauna silvestre
- Desmonte, remoción y recuperación del suelo vegetal.
- Acarreo de material vegetal.
- Rescate y reubicación de flora.

**Construcción**

- Trazo y nivelación del terreno.
- Conformación de los bordos.
- Traslado del material para la conformación del bordo.
- Colocación del geotextil.
- Instalación de los pozos de monitoreo.
- Excavación y colocación para la tubería de jales.
- Excavación y colocación para la línea de agua recuperada.

**Operación y mantenimiento**

- Rebombeo y recepción de los jales.
- Recolección y conducción del agua recuperada.
- Monitoreo de agua subterránea.

**Etapa de Cierre operativo del proyecto**

- Extraer toda el agua para secar los jales.
- Colocación de la capa de suelo vegetal.

- Reforestación.
- Programa de seguimiento y control.
- Control de la calidad de agua.
- Control de la estabilidad de los taludes.
- Rehabilitación de caminos de acceso.

### V.1.1.2 Identificación de impactos

*Tabla V. 3. Identificación de los impactos potenciales.*

| Componente ambiental | Descripción del Impacto Potencial |
|---|---|
| Atmósfera | Contaminación por polvos fugitivos |
| | Contaminación sonora |
| Suelo | Aumento de vibraciones |
| | Compactación |
| | Disminución de la permeabilidad |
| | Erosión |
| Hidrología | Contaminación por uso durante la construcción |
| | Disminución de la cantidad de infiltración |
| | Aumento del escurrimiento superficial |
| Fauna | Perturbación de patrones etiológicos (Conductas) por presencia humana |
| | Aumento en la Población de fauna nociva |
| | Alteración de Hábitat |
| | Ahuyentamiento de la zona |
| Flora | Disminución de la cubierta vegetal |
| Paisaje | Disminución del paisaje forestal |
| | Afectación de la vegetación cercana por polvo |
| Medio socioeconómico | Aumento de empleo temporal en la zona |
| | Aumento de infraestructura de servicios |
| Infraestructura | Afectación a caminos y vías de acceso existentes por tráfico pesado |
| Cultura | Cambios en el paisaje cultural y visual de comunidades cercanas |
| | Impacto en el uso tradicional de la tierra por parte de comunidades locales |
| Geomorfología | Alteración de los patrones de drenaje naturales del terreno. |
| | Inestabilidad de taludes y deslizamientos en el depósito o sus alrededores |

### V.1.1.3 Indicadores de impacto

En el presente estudio, se entiende por Indicador de Impacto Ambiental los elementos cuantificables que en su conjunto son el mecanismo que permite medir el impacto lo que arroja un valor numérico para cada uno de los impactos sobre los factores ambientales.

La identificación de los indicadores de impacto ambiental del Proyecto se llevó a cabo con base en los siguientes criterios de identificación:

- Tener representatividad y relevancia respecto al impacto de la obra
- Ser medibles en términos cuantitativos
- Ser cuantificables
- De fácil identificación

Los indicadores ambientales identificados se muestran en la Tabla V.3 y fueron utilizados en la medida en la que fue posible cuantificarlos, para la valoración de cada uno de los impactos ambientales.

### V.1.1.4 Lista indicativa de indicadores de impacto

En la siguiente tabla se enlistan los impactos a ser evaluados los cuales se determinaron de acuerdo con la naturaleza del proyecto.

*Tabla V. 4. Indicadores de Impactos Ambientales Potenciales*

| Componente ambiental | Indicador |
|---|---|
| Atmósfera | Partículas suspendidas |
| | Ruidos |
| | Número de unidades móviles |
| | Cantidad y/o intensidad de movimientos de tierras |
| Geomorfología | Cambios en la pendiente del terreno |
| | Deslizamientos y hundimientos |
| | Curvas de nivel |
| Hidrología | Área de captación |
| | Calidad del agua |
| | Nivel de agua subterránea |
| | Alteración de patrones de drenaje |
| | Área de captación |
| Suelo | Impermeabilidad |
| | Grado de erosión |
| | Compactación |
| | Contaminación |
| | Textura del suelo |
| | Superficie despalmada |
| | Volumen de suelo removido |
| Flora | Biodiversidad |
| | Cobertura vegetal |
| | Tipo de cobertura |
| | Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 |
| | Especies de interés comercial, cultural u otro |
| Fauna | Superficie de hábitat de fauna |
| | Alteraciones de rutas migratorias |
| | Cambios en la distribución de especies |
| | Mortalidad de especies |
| | Especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 |
| | Especies de interés internacional (CITES) |
| | Especies de baja movilidad |
| Paisaje | Cambios en la estructura paisajística |
| | Perdida de vegetación |
| | Aumento de ruidos y emisiones |
| | Contaminación visual |
| Infraestructura | Aumento del tráfico vehicular |
| | Generación de residuos sólidos |
| | Consumo de energía |
| | Demanda de agua |
| Cultura | Pérdida de sitios arqueológicos |
| | Desplazamiento de comunidades |
| | Cambios en el uso del suelo |
| | Programas |
| | Capacitación/Educación |

| Componente ambiental | Indicador |
|---|---|
| Medio socioeconómico | Generación de empleo directos e indirectos |
| | Aumento de la pobreza |
| | Migración |
| | Plusvalía del suelo |
| | Derrama económica |

Los indicadores ambientales identificados fueron utilizados de forma variable, considerando valores, números o intensidades estimadas para cuantificarlos y lograr una valoración de cada uno de los impactos ambientales del Proyecto.

### V.1.1.5 Criterios y metodologías de evaluación

Este apartado se desarrolló con la información generada en el diagnóstico ambiental, aplicando la matriz de Leopold (1971). Esta metodología tiene un arreglo matricial de dos entradas; en la columna vertical izquierda se relacionan los componentes ambientales susceptibles a ser impactados y en la columna vertical derecha se colocan las actividades generadoras de impacto, con esta metodología se identificó, describió y evaluó cada uno de los impactos potenciales generados por el proyecto en el área del SAR.

La Matriz de Leopold, en un método por el cual se pueden conocer el tipo de interacciones que pueden ocurrir entre las acciones que causan un impacto y los elementos ambientales afectados por establecimiento de un proyecto. A continuación, se describe el proceso para la elaboración de esta matriz de interacción.

Para el desarrollo de la Matriz de Leopold se colocan en las columnas todas las acciones del proyecto agrupadas en las diferentes etapas; en los renglones se adicionan los elementos ambientales divididos en sus correspondientes componentes. A la vez, los componentes se agrupan don los diferentes medios a los que pertenecen. Al final se coloca la sumatoria de las frecuencias de cada uno de los tipos de impactos considerados de tal forma que se obtiene la cantidad y dirección de los impactos para cada acción del proyecto y componente ambiental.

Después de haber construido la matriz, se procede al llenado con las categorías de los impactos ambientales antes mencionados, primeramente, se tomarán en cuenta las acciones y se determinarán los lugares donde exista un posible impacto, se checarán los elementos del ambiente y se observará su comportamiento a través de las distintas acciones del proyecto. Ubicados los puntos de interacción se procedió a asignar valores de acuerdo con las categorías de impactos. Al hacer la valoración se constata si el impacto debe ser considerado o no o si existe algún otro impacto que no fue tomado en cuenta en la primera identificación.

Como principio de exclusión, se considera que los impactos evaluados deber ser de tipo directo; es decir que la propia acción sea la causante del impacto y no considerar aquellos impactos generados de forma indirecta no se requiere que el impacto sea evidente: Lo anterior no significa que no se valore a un impacto por sus efectos acumulativos, sino que para el llenado de la cuadrículas sólo se consideran aquellos impactos en los que se pueden establecer su relación directa y aquellos que como producto de una acción de tipo significativo acarrearán un impacto

similar hacia otro elementos del ambiente. El análisis de los impactos acumulativos se efectuará en el balance de los impactos ambientales.

Después de haber llenado las cuadriculas en donde se presentan interacciones se culmina con la sumatoria de las frecuencias de cada tipo de impacto tanto en las columnas como en los renglones.

**V.2 Caracterización de los impactos.**

Posteriormente se presenta un listado y descripción de los impactos ambientales **significativos** en cada etapa y de cada actividad del proyecto que se pudiera presentar.

**Preparación del sitio**

**Rehabilitación de caminos existentes**

1) Calidad del aire por material particulado (PST, PM-10): Esta actividad tendrá un **impacto negativo** en la calidad del aire. El movimiento de maquinaria pesada, el transporte de materiales y las actividades de nivelación remueven y dispersan partículas de polvo y otros materiales finos del suelo. Estas partículas suspendidas totales (PST) y partículas menores a 10 micrómetros (PM-10) pueden ser respiradas por los trabajadores y comunidades cercanas, afectando su salud respiratoria. Además, pueden depositarse en la vegetación y cuerpos de agua, alterando los ecosistemas.
2) Calidad del aire por emisiones (NOx, SOx, COx): También se producirá un **impacto negativo** en la calidad del aire debido a las emisiones de gases contaminantes. La maquinaria pesada utilizada para la rehabilitación de caminos (retroexcavadoras, camiones, motoniveladoras, etc.) funciona con combustibles fósiles, liberando óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx) y óxidos de carbono (COx). Estos gases contribuyen a la formación de ozono a nivel del suelo, lluvia ácida y al efecto invernadero, impactando el cambio climático y la salud humana.
3) Niveles sonoros: Niveles sonoros: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. La operación continua de maquinaria pesada produce un ruido considerable. Estos altos niveles sonoros pueden generar molestias para la fauna silvestre en las cercanías.
4) Cualidades estéticas: La rehabilitación de caminos existentes puede tener un **impacto positivo** en las cualidades estéticas. Al mejorar la superficie de los caminos, reducir el polvo (una vez finalizada la etapa más intensa de obra.
5) Continuidad paisajística y visibilidad: Este aspecto representa un **impacto positivo**. Al trabajar sobre caminos ya existentes, se evita la apertura de nuevas vías que fragmentarían el paisaje y la vegetación. Mantener la traza de los caminos actuales permite conservar, en la medida de lo posible, la continuidad de los patrones paisajísticos y la visibilidad de los elementos naturales del entorno, minimizando las alteraciones visuales en comparación con la construcción de infraestructura completamente nueva.
6) Capacitación, educación y programas: La rehabilitación de caminos genera un **impacto positivo** al ofrecer oportunidades de capacitación y educación. El proyecto puede implementar programas de seguridad laboral, manejo de maquinaria, o incluso talleres sobre buenas prácticas ambientales para el personal involucrado en las obras. Esto no sólo

mejora las habilidades de los trabajadores, sino que también fomenta una cultura de responsabilidad y sostenibilidad.

7) Desarrollo económico: Se espera un **impacto positivo** en el desarrollo económico local y regional. La rehabilitación de caminos requiere la adquisición de materiales (grava, asfalto, etc.), la contratación de mano de obra (operadores de maquinaria, ingenieros, personal de apoyo) y la demanda de servicios asociados (combustible, mantenimiento de equipos). Esto genera una derrama económica que beneficia a proveedores y comercios locales, impulsando el empleo y la actividad económica.
8) Uso de territorio para actividades productivas: Este es un **impacto positivo**. Al rehabilitar caminos existentes dentro del área autorizada, se optimiza el uso del suelo. Esto permite que las actividades productivas asociadas al proyecto (como el transporte de materiales para el depósito de jales) se desarrollen de manera eficiente y segura, sin expandir la huella de intervención más allá de lo estrictamente necesario. Al concentrar las actividades en infraestructura ya preexistente, se reduce la necesidad de afectar nuevas superficies de terreno que podrían tener otros usos o valores ecológicos.

**Ahuyentamiento y reubicación de fauna silvestre**

9) Hábitat de fauna: Este es **impacto positivo**. La ejecución de un plan de ahuyentamiento y reubicación cuidadosa minimiza la interrupción de los hábitats naturales dentro del área del proyecto. Aunque el terreno autorizado será transformado, la acción de trasladar a la fauna antes de las obras previene pérdidas directas de individuos y reduce el estrés en las poblaciones. Esto permite que los animales se establezcan en áreas cercanas o con características similares, facilitando su adaptación y continuidad de sus ciclos de vida.
10) Especies protegidas, o de interés especial: Este es **impacto positivo**. Al identificar y reubicar cuidadosamente a la fauna listada como protegida por la legislación mexicana (por ejemplo, bajo la NOM-059-SEMARNAT), se asegura su supervivencia ante las inminentes alteraciones de su hábitat. Esto no solo cumple con las normativas ambientales, sino que también contribuye a los esfuerzos de conservación a nivel regional y nacional.
11) Capacitación, educación y programas: **Impacto positivo** al ofrecer oportunidades de capacitación y educación. El proyecto puede implementar programas de rescate y manejo de fauna silvestre. Esto no solo mejora las habilidades y responsabilidades del personal que realizará esta actividad, garantizando el bienestar y sobrevivencia de los individuos rescatados.
12) Desarrollo económico: Este aspecto representa un **impacto positivo**. La actividad del ahuyentamiento y reubicación de fauna genera empleos temporales para técnicos especialistas y personal de apoyo. Esto contribuye al desarrollo económico local y a la derrama económica por la compra de equipo especializado.

**Desmonte, remoción y recuperación del suelo vegetal.**

13) Calidad del aire por material particulado (PST, PM-10): Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. La remoción de la cobertura vegetal y el movimiento de tierras con maquinaria pesada elevan grandes cantidades de polvo y partículas al aire. Esto disminuye la calidad del aire, afectando la salud de los trabajadores y las comunidades cercanas.

14) Calidad del aire por emisiones (NOx, SOx, COx): Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. El uso de maquinaria de construcción y el transporte de materiales liberan gases contaminantes como óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx) y óxidos de carbono (COx). Estas emisiones contribuyen a la contaminación atmosférica y al cambio climático.
15) Topografía: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. El desmonte y la nivelación del terreno modifican la **topografía** original del sitio, alterando sus características naturales y pendientes.
16) Escurrimientos: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. La compactación del suelo y las alteraciones de la pendiente pueden cambiar los patrones naturales de **escurrimientos superficiales**, lo que podría aumentar la velocidad del agua y su capacidad erosiva.
17) Calidad del agua – Sedimentos: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. El suelo expuesto por el desmonte es susceptible a la erosión, y los sedimentos pueden ser arrastrados por los escurrimientos hacia cuerpos de agua cercanos, afectando la calidad del agua.
18) Infiltración: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. La compactación del suelo durante el desmonte reduce su capacidad de **infiltración** de agua, lo que puede aumentar los escurrimientos superficiales y disminuir la recarga de acuíferos.
19) Profundidad efectiva del suelo: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. La remoción de la capa superficial del suelo reduce la profundidad efectiva del suelo, impactando negativamente su fertilidad y capacidad para soportar la vegetación.
20) Potencial de erosión: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. Al eliminar la cobertura vegetal protectora, el suelo queda expuesto al viento y al agua, incrementando significativamente su potencial de erosión.
21) Cobertura de suelo: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. Se pierde la cobertura de suelo natural, que cumple funciones esenciales como la protección contra la erosión, la regulación hídrica y el soporte de la biodiversidad.
22) Distribución espacial y temporal: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. La eliminación de la vegetación existente resulta en una pérdida directa de la distribución vegetal.
23) Cobertura vegetal: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. La eliminación de la vegetación existente resulta en una pérdida directa de la cobertura vegetal.
24) Distribución espacial y temporal: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. La alteración del hábitat puede afectar la distribución espacial y temporal de las especies, forzando desplazamientos o reduciendo poblaciones de fauna silvestre.
25) Hábitat: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. El desmonte destruye el hábitat natural de diversas especies de fauna, fragmentando ecosistemas y reduciendo la capacidad de carga del área.
26) Cualidades estéticas: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. El desmonte y la exposición del suelo desnudo degradan las cualidades estéticas del paisaje natural.
27) Continuidad paisajística y visibilidad: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. Se interrumpe la continuidad paisajística natural del área, y la visibilidad puede verse afectada por la alteración del terreno y la presencia de maquinaria.

28) Desarrollo económico: Este aspecto representa un **impacto positivo**. La actividad del desmonte, remoción y recuperación del suelo genera empleos temporales para operadores de maquinaria, topógrafos, ingenieros y personal de apoyo. Esto contribuye al desarrollo económico local y a la derrama económica en la región.
29) Uso de territorio para actividades productivas: Este aspecto representa un **impacto positivo**. La preparación del terreno a través del desmonte permite el uso del territorio para actividades productivas, en este caso, la construcción y operación del depósito de jales, que es fundamental para el proceso minero o industrial.

**Acarreo de material vegetal.**

30) Calidad del aire por material particulado (PST, PM-10): Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. El movimiento de vehículos que transportan material vegetal levanta polvo de caminos sin pavimentar y superficies alteradas. Esto provoca un aumento de la materia particulada (PST, PM-10) en el aire.
31) Calidad del aire por emisiones (NOx, SOx, COx): Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. La combustión de combustible en los motores de camiones y maquinaria pesada utilizada para el transporte genera diversos contaminantes gaseosos, como óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx) y óxidos de carbono (COx).
32) Generación de residuos: Este aspecto representa un **impacto positivo**. Con una gestión adecuada, el material vegetal transportado no es solo un residuo; puede ser un recurso valioso. Puede utilizarse para el control de la erosión, integrarse en las iniciativas de rehabilitación de suelos en otras zonas o incluso comportarse para crear una capa superficial rica en nutrientes para actividades de restauración.
33) Desarrollo económico: Este aspecto representa un **impacto positivo**. El transporte de material vegetal requiere mano de obra, equipo y, potencialmente, combustible y servicios de mantenimiento. Esto se traduce en desarrollo económico mediante la creación de empleos temporales para conductores, obreros y operadores de equipo. También genera ingresos para las empresas locales que suministran combustible, repuestos y servicios de mantenimiento, lo que contribuye a la economía local.

**Rescate y reubicación de flora.**

34) Calidad del agua – Sedimentos: Este aspecto representa un **impacto positivo**. Al remover y reubicar la flora de manera controlada, se reducen las alteraciones directas del suelo, lo que a su vez disminuye la erosión y la cantidad de sedimentos que podrían ser arrastrados a cuerpos de agua cercanos. Esto ayuda a mantener la calidad del agua.
35) Infiltración: Este aspecto representa un **impacto positivo**. La preservación y posterior reubicación de la vegetación nativa permite que, en las áreas donde se reestablece, se mantenga o mejore la capacidad del suelo para la infiltración de agua. Las raíces de las plantas crean poros y agregan materia orgánica, facilitando que el agua penetre en el subsuelo en lugar de escurrir superficialmente.
36) Cobertura: Este aspecto representa un **impacto positivo**. El objetivo principal es mantener la cobertura vegetal al trasladar las plantas de un sitio a otro. Aunque la cobertura inicial se

pierde en el área de impacto, la reubicación busca establecer una nueva cobertura en zonas designadas, contribuyendo a la restauración ecológica a largo plazo.

37) Distribución espacial y temporal: Este aspecto representa un **impacto positivo**. Al reubicar la flora, se busca preservar la diversidad de especies y, en la medida de lo posible, replicar patrones de distribución espacial en las áreas de reubicación. Temporalmente, asegura que estas especies siguen existiendo en la región, mitigando la pérdida total por el proyecto.
38) Cobertura vegetal: Este aspecto representa un **impacto positivo**. El rescate es una acción directa para conservar la cobertura vegetal que de otra manera sería destruida. Aunque la reubicación puede no ser 100% exitosa, el esfuerzo en sí mismo es positivo para mantener un porcentaje de la biomasa vegetal.
39) Especies protegidas, o de interés especial: Este aspecto representa un **impacto positivo**. Este es un impacto positivo crucial. El rescate de flora permite salvar individuos de especies catalogadas como protegidas o de interés especial que se encuentren dentro del área del proyecto. Esto contribuye directamente a la conservación de la biodiversidad regional y al cumplimiento de la normativa ambiental.
40) Hábitat para la fauna: Este aspecto representa un **impacto positivo**. Al preservar y reubicar la flora, se busca mantener elementos del hábitat que son esenciales para diversas especies de fauna. Aunque no se reubique la fauna, la disponibilidad de flora (alimento, refugio) en áreas adyacentes o de restauración es vital para su supervivencia.
41) Especies protegidas, o de interés especial: Este aspecto representa un **impacto positivo**. El rescate de fauna permite salvar individuos de especies catalogadas como protegidas o de interés especial que se encuentren dentro del área del proyecto. Esto contribuye directamente a la conservación de la biodiversidad regional y al cumplimiento de la normativa ambiental.
42) Cualidades estéticas: Este aspecto representa un **impacto positivo**. La reubicación exitosa de la flora contribuye a mitigar el impacto visual negativo de la construcción. Al establecer nueva vegetación, se ayuda a restaurar las cualidades estéticas del paisaje en las áreas de restauración o reubicación.
43) Capacitación, educación y programas: Este aspecto representa un **impacto positivo**. La implementación de un programa de rescate y reubicación de flora a menudo requiere la capacitación de personal en técnicas botánicas y de manejo. Esto genera oportunidades de educación ambiental y fortalece la capacidad local para futuros programas de conservación y restauración.
44) Desarrollo económico: Este aspecto representa un **impacto positivo**. La contratación de personal técnico especializado y la adquisición de materiales y equipos para el rescate y reubicación de la flora generan empleos temporales y una derrama económica local, contribuyendo al desarrollo económico de la región.

**Construcción**

**Trazo y nivelación del terreno.**

45) Calidad del aire por material particulado (PST, PM-10): Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. Durante las operaciones de trazo y nivelación, el movimiento de tierra y la

actividad de la maquinaria pesada inevitablemente levantan partículas de polvo al aire. Estas partículas suspendidas totales (PST) y partículas menores a 10 micrómetros (PM-10) pueden afectar la calidad del aire local, disminuyendo la visibilidad y, en concentraciones elevadas.

46) Calidad del aire por emisiones (NOx, SOx, COx): Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. La maquinaria utilizada en la nivelación del terreno, como excavadoras, niveladoras y camiones, quemas combustibles fósiles. Esta combustión libera óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx) y óxidos de carbono (COx) a la atmósfera.
47) Niveles sonoros: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. La operación continua de maquinaria pesada produce un ruido considerable. Estos altos niveles sonoros pueden generar molestias para la fauna silvestre en las cercanías, alterando sus patrones de comportamiento, y también pueden afectar la calidad de vida de las medidas de las poblaciones humanas cercanas si no se implementan de mitigación adecuada.
48) Topografía: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. La nivelación del terreno implica una alteración directa y significativa de la **topografía** natural del área. Se modifican pendientes, se crean cortes y rellenos, y se cambian las formas del terreno para adecuarlo a la infraestructura del depósito de jales. Aunque es necesario para el proyecto, representa una pérdida del paisaje original.
49) Cualidades estéticas: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. La transformación del terreno natural en una superficie nivelada para la construcción de la infraestructura del depósito de jales altera exclusivamente las cualidades estéticas del paisaje. El aspecto natural del sitio se reemplaza por una superficie modificada, lo que puede generar un impacto visual negativo para observadores externos.
50) Continuidad paisajística y visibilidad: **Impacto negativo** ya que se interrumpe la continuidad paisajística natural del área, y la visibilidad puede verse afectada por la alteración del terreno y la presencia de maquinaria.
51) Capacitación, educación y programas: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. La implementación de un proyecto de esta envergadura a menudo requiere la capacitación de personal local en nuevas habilidades técnicas y operativas relacionadas con la construcción y manejo del depósito de jales. Además, se pueden desarrollar programas de sensibilización ambiental y seguridad para los trabajadores y las comunidades, fomentando una cultura de responsabilidad y conocimiento.
52) Desarrollo económico: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Se generan empleos temporales para operadores de maquinaria, topógrafos, ingenieros y personal de apoyo. Además, la compra de materiales, el alquiler de equipos y la contratación de servicios locales generan una derrama económica que beneficia a proveedores y comercios de la zona.

**Conformación de los bordos.**

53) Calidad del aire por material particulado (PST, PM-10): Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. La construcción de bermas implica un movimiento de tierra considerable. Este proceso, especialmente en condiciones secas, levanta grandes cantidades de polvo, lo que

genera niveles elevados de partículas suspendidas totales (PST) y material particulado (PM-10) en el aire.

54) Calidad del aire por emisiones (NOx, SOx, COx): Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. La maquinaria pesada, como excavadoras, cargadoras y compactadoras, es esencial para la construcción de bermas. Estas máquinas funcionan con combustibles fósiles, liberando óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx) y óxidos de carbono (COx) como gases de escape.

55) Niveles sonoros: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. La operación continua de maquinaria pesada para excavación, transporte y compactación genera una considerable contaminación acústica. Esto puede ser perjudicial para la fauna de la zona y para los asentamientos o actividades humanas cercanas, especialmente durante las horas de construcción prolongadas.

56) Topografía: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. Por definición, la construcción de bermas implica alterar los contornos naturales del terreno. Esto genera un impacto negativo directo y significativo en la topografía existente, creando nuevas formas terrestres artificiales donde antes existían naturales.

57) Escurrimientos: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. Las bermas recién construidas y el terreno alterado pueden alterar los patrones naturales de drenaje. Sin un control adecuado de la erosión y un diseño de drenaje adecuado, esto puede provocar un aumento de la escorrentía superficial.

58) Calidad del agua – Sedimentos: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. Con la topografía alterada y el suelo perturbado, existe un mayor riesgo de **erosión**. El agua de lluvia puede arrastrar partículas sueltas de tierra y sedimentos finos a cuerpos de agua cercanos, degradando la calidad del agua al aumentar la turbidez y la carga de sedimentos.

59) Potencial de erosión: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. El suelo suelto y expuesto en las bermas recién formadas, especialmente en las laderas, tendrá un alto potencial de erosión por el viento.

60) Distribución espacial y temporal: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. La construcción de grandes bermas para un depósito de jales modifica fundamentalmente la distribución espacial del terreno, ocupando un área significativa.

61) Cualidades estéticas: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. La apariencia visual de un paisaje natural se verá significativamente alterada por la presencia de grandes bermas de ingeniería. Esto crea un aspecto industrial que puede perjudicar las cualidades estéticas del área.

62) Continuidad paisajística y visibilidad: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. La construcción de bermas prominentes puede perturbar la continuidad natural del paisaje, interrumpiendo las líneas visuales y creando una barrera artificial. Esto afecta la visibilidad del entorno natural y puede crear una obstrucción visual desde diversos puntos estratégicos.

63) Capacitación, educación y programas: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. La especialización de la construcción de bermas, especialmente en presas de jales, suele requerir mano de obra calificada. Esto puede generar oportunidades de capacitación.

También se pueden desarrollar programas para capacitar a la fuerza laboral en protocolos de seguridad y medio ambiente.

64) Desarrollo económico: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. La conformación de bordos requiere una inversión significativa en equipos, materiales y mano de obra. Esto genera actividad económica mediante la adquisición de maquinaria pesada, combustible y otros materiales de construcción, así como la creación de empleos directos e indirectos para ingenieros, operadores, técnicos y personal de apoyo. Esto puede representar un valioso impulso económico para la comunidad local.

**Traslado del material para la conformación del bordo.**

65) Calidad del aire por material particulado (PST, PM-10): Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. El movimiento y la carga de grandes volúmenes de material, así como el tránsito de los vehículos de transporte, liberarán polvo y partículas (PST, PM-10) al aire. Esto puede afectar la salud respiratoria de los trabajadores y comunidades cercanas, además de reducir la visibilidad y depositarse en la vegetación.

66) Calidad del aire por emisiones (NOx, SOx, COx): Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. Los motores de la maquinaria pesada y los camiones utilizados para el traslado del material quemarán combustible, liberando gases contaminantes como óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx) y monóxido y dióxido de carbono (COx). Estas emisiones contribuyen a la contaminación del aire, al efecto invernadero y pueden generar problemas de salud.

67) Niveles sonoros: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. La operación de la maquinaria de carga, el ruido de los camiones en movimiento y las actividades asociadas al traslado del material incrementarán significativamente los niveles de ruido en la zona. Esto puede causar molestias a la fauna local y a las poblaciones cercanas.

68) Capacitación, educación y programas: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Para garantizar un manejo seguro y eficiente del material, es probable que se implementen programas de capacitación para el personal involucrado en el traslado. Esto incluye educación sobre técnicas de carga, rutas seguras, mantenimiento de equipos y protocolos ambientales para minimizar la dispersión de polvo y emisiones, lo que eleva el nivel de conocimientos y habilidades de los trabajadores.

69) Desarrollo económico: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. La actividad de traslado de material demandará la contratación de mano de obra local, como operadores de maquinaria, choferes y personal de apoyo. Además, implicará la adquisición de combustibles, refacciones y servicios de mantenimiento para la flota de vehículos, generando una derrama económica.

**Colocación del geotextil.**

70) Calidad del agua – Sedimentos: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. El geotextil actúa como una capa filtrante, impidiendo la migración de partículas finas de suelo (sedimentos) a los cuerpos de agua. Esto ayuda a mantener la claridad y la calidad de las aguas superficiales y subterráneas.

71) Calidad del agua – Química: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Al crear una barrera y mejorar la integridad general del sistema de contención, el geotextil ayuda a prevenir la lixiviación de fluidos contaminados de los jales al ambiente circundante, protegiendo así la química del agua.
72) Infiltración: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. El geotextil, a menudo utilizado en combinación con geomembranas, reduce significativamente la tasa de infiltración de jales desde la instalación al suelo. Esto es crucial para proteger los recursos hídricos subterráneos de la contaminación.
73) Profundidad efectiva del suelo: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Aunque parezca contradictorio, la correcta colocación del geotextil como parte de una base de ingeniería para la instalación de presa de jales ayuda a preservar la estructura natural del suelo subyacente y su profundidad efectiva. Actúa como una capa de separación, evitando la mezcla de jales con el suelo natural.
74) Potencial de erosión: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. El geotextil proporciona un excelente control de la erosión al impedir el movimiento de partículas de suelo por acción del viento o el agua. Esto reduce el potencial de erosión general del terreno.
75) Generación de residuos: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. El proceso de instalación producirá inevitablemente residuos de embalaje de los rollos de geotextil, así como posibles recortes o material dañado que necesitará una eliminación adecuada.
76) Capacitación, educación y programas: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. La especialización de la instalación de geotextiles suele requerir personal capacitado y protocolos de seguridad específicos. Esto puede llevar a la implementación de programas de capacitación y educación para los trabajadores, mejorando sus habilidades y promoviendo las mejores prácticas en gestión ambiental.
77) Desarrollo económico: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. La compra y el transporte de materiales geotextiles, así como la necesidad de mano de obra y equipo especializado para su instalación, contribuyen al desarrollo económico local y regional. Esto genera ingresos y crea oportunidades de empleo.
78) Uso de territorio para actividades productivas: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. La construcción de una presa de jales, incluso con el uso beneficioso de geotextiles, implica la asignación de una superficie significativa de terreno para usos no productivos. Esto representa un impacto negativo en la disponibilidad de suelo para actividades productivas alternativas.

**Instalación de los pozos de monitoreo.**

79) Calidad del aire por material particulado (PST, PM-10): Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. La perforación, excavación y movimiento de tierras para la instalación de los pozos liberarán partículas de polvo al aire.
80) Calidad del aire por emisiones (NOx, SOx, COx): Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. La maquinaria pesada utilizada para la perforación, así como los vehículos de transporte de personal y materiales, emitirán gases contaminantes como óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx) y monóxido y dióxido de carbono (COx). Estas

emisiones contribuyen a la contaminación del aire y, en el caso del COx, al cambio climático.

81) Niveles sonoros: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. La operación de perforadoras, compresores, generadores y otros equipos pesados generará ruido significativo.
82) Capacitación, educación y programas: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Para operar y mantener estos pozos, se requiere personal capacitado en muestreo, análisis y gestión de datos ambientales. Esto puede generar programas de capacitación y educación para la fuerza laboral local, mejorando sus habilidades y empleabilidad en el sector ambiental.
83) Desarrollo económico: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. La instalación de los pozos de monitoreo implica la compra de materiales (tuberías, filtros, equipos de perforación), la contratación de servicios especializados (perforación, geología, laboratorio de análisis de agua) y la generación de empleos temporales. Esto inyecta capital en la economía local y regional, fomentando el desarrollo económico.

**Excavación y colocación para la tubería de jales.**

84) Calidad del aire por material particulado (PST, PM-10): Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. La remoción y movimiento de tierra durante la excavación levantará polvo y partículas en suspensión, afectando la calidad del aire local. El tráfico de maquinaria pesada también contribuirá a estas emisiones.
85) Calidad del aire por emisiones (NOx, SOx, COx): Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. La maquinaria pesada utilizada para excavar y transportar materiales liberará gases de combustión como óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx) y monóxido y dióxido de carbono (COx). Estas emisiones contaminan la atmósfera y contribuyen a la mala calidad del aire
86) Niveles sonoros: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. El uso de excavadoras, camiones y otra maquinaria pesada producirá ruido significativo, que puede perturbar a la fauna local y a las comunidades cercanas, especialmente si las actividades se realizan durante períodos prolongados.
87) Topografía: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. La excavación alterará de forma permanente la topografía natural del terreno en el área donde se instalará la tubería, creando zanjas y montículos de tierra que cambiarán el perfil del suelo. Aunque la línea se entierra, el proceso inicial cambia temporalmente el terreno
88) Escurrimientos: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. Las zanjas abiertas pueden modificar los patrones de escurrimiento natural del agua de lluvia, potencialmente concentrando flujos o desviándolos, lo que podría aumentar la velocidad del agua y su capacidad erosiva.
89) Potencial de erosión: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. El suelo expuesto y removido durante la excavación es altamente vulnerable a la erosión por viento y agua, especialmente en una región como Zacatecas que puede experimentar períodos de sequía

seguidos de lluvias intensas. Esto puede llevar a la pérdida de suelo fértil y al arrastre de sedimentos.

90) Cobertura vegetal: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. La apertura de zanjas y el movimiento de maquinaria implicarán la eliminación de la vegetación existente a lo largo de la ruta de la tubería, afectando la biodiversidad vegetal y la estabilidad del suelo en esas áreas.
91) Hábitat de fauna: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. La pérdida de cobertura vegetal y el aumento del ruido y la actividad humana alterarán el hábitat de la fauna silvestre presente en el área, forzando el desplazamiento.
92) Capacitación, educación y programas: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Para llevar a cabo la excavación y colocación de la tubería, es probable que se requiera mano de obra capacitada. Esto podría impulsar programas de formación para los trabajadores locales, mejorando sus habilidades y ofreciéndoles nuevas oportunidades de empleo. Además, la implementación del proyecto puede generar programas de educación ambiental para la comunidad.
93) Desarrollo económico: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. La contratación de personal (ingenieros, operadores de maquinaria, obreros), la compra de materiales (tuberías, combustible) y la subcontratación de servicios locales (transporte, alimentación) para las actividades de excavación y colocación de la tubería, generarán una derrama económica.

**Excavación y colocación para la línea de agua recuperada.**

94) Calidad del aire por material particulado (PST, PM-10): Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. Durante la excavación y el manejo de suelos, se liberan partículas suspendidas totales (PST) y partículas menores a 10 micrómetros (PM-10) al aire.
95) Calidad del aire por emisiones (NOx, SOx, COx): Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. La maquinaria pesada utilizada para la excavación y el transporte del material quemará combustibles fósiles, liberando óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx) y óxidos de carbono (COx).
96) Niveles sonoros: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. El ruido generado por las excavadoras, camiones y otra maquinaria pesada durante las operaciones de excavación.
97) Topografía: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. La excavación alterará la topografía natural del terreno al crear zanjas y remover material. Aunque la línea de agua recuperada se entierra, el proceso inicial cambia temporalmente el terreno
98) Escurrimientos: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. Las alteraciones del suelo y la compactación por la maquinaria pueden modificar los patrones de escurrimiento superficial del agua, aumentando la velocidad de los flujos.
99) Potencial de erosión: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. Al remover la cobertura vegetal y exponer el suelo durante la excavación, aumenta significativamente el riesgo de erosión hídrica y eólica, especialmente en áreas con pendientes o durante eventos de lluvia intensa.

100) Cobertura vegetal: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. Para realizar la excavación de la zanja donde se instalará la línea de agua, será necesario remover la vegetación existente en la trayectoria, resultando en una pérdida directa de flora local.
101) Hábitat de fauna: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. La pérdida de cobertura vegetal y el aumento del ruido y la actividad humana alterarán el hábitat de la fauna silvestre presente en el área, forzando el desplazamiento.
102) Capacitación, educación y programas: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Es probable que se requiera capacitar a personal local en el manejo de equipos y en técnicas específicas para la instalación y mantenimiento de la línea de agua, fomentando el desarrollo de habilidades y conocimientos en la fuerza laboral local. Esto podría incluir programas de seguridad y manejo ambiental.
103) Desarrollo económico: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. La actividad de excavación y colocación generará empleos temporales para operadores de maquinaria, obreros, supervisores y otros profesionales. Además, impulsará la demanda de insumos y servicios locales, como transporte, combustible y herramientas, contribuyendo a la derrama económica en la región.

**Operación y mantenimiento**

**Rebombeo y recepción de los jales.**

104) Niveles sonoros: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. El funcionamiento continuo de las bombas y la maquinaria asociada al rebombeo de jales, así como la descarga y distribución de estos en el depósito, generarán ruido constante.
105) Servicios e infraestructura: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. La operación y mantenimiento del sistema de rebombeo y el depósito de jales requerirán la demanda de diversos servicios e insumos. Esto incluye el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, el suministro de energía para las bombas, la gestión de residuos generados por el mantenimiento, y posiblemente la necesidad de personal técnico especializado.
106) Capacitación, educación y programas: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Para garantizar un manejo seguro y eficiente de los equipos y maquinaria se tendrá implementado un programa de capacitación para el personal operativo. Así como conocimientos para el cuidado y respeto al medio ambiente y seguridad en el trabajo.
107) Desarrollo económico: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. La operación del depósito de jales, incluyendo el rebombeo y la recepción, generará empleos directos e indirectos. Se evaluará personal para la supervisión, el monitoreo, el mantenimiento y la operación de los equipos. Además, la compra de refacciones, insumos y la contratación de servicios especializados por parte de la empresa para el mantenimiento del sistema de rebombeo y el depósito, propiciará una derrama económica en la localidad y sus alrededores. Esto se traduce en un impulso a la actividad.

**Recolección y conducción del agua recuperada.**

108) Servicios e infraestructura: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. La implementación de un sistema de recolección y conducción del agua recuperada implica la creación y mejora de servicios e infraestructura clave. Esto incluye la instalación de tuberías, estaciones de bombeo, sistemas de monitoreo y posibles tratamientos de agua. Esta infraestructura es fundamental para el funcionamiento eficiente del depósito de jales y para garantizar que el agua se maneje de manera responsable, evitando derrames y optimizando su reutilización. Además, esta infraestructura puede mejorar la gestión hídrica general en la zona del proyecto.
109) Capacitación, educación y programas: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Para garantizar un manejo seguro y eficiente de los equipos y maquinaria se tendrá implementado un programa de capacitación para el personal operativo. Así como conocimientos para el cuidado y respeto al medio ambiente y seguridad en el trabajo.
110) Desarrollo económico: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. La operación y mantenimiento de los sistemas de recolección y conducción del agua recuperada generarán desarrollo económico. Esto se traducirá en la creación de empleos, tanto directos para el personal de operación y mantenimiento, como indirectos a través de la demanda de servicios especializados, repuestos y materiales. También puede impulsar la contratación de empresas locales para tareas de monitoreo y soporte técnico, generando una derrama económica en la región.

**Monitoreo de agua subterránea.**

111) Topografía: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. El establecimiento de pozos de monitoreo de aguas subterráneas requiere estudios topográficos precisos para determinar la ubicación exacta, la elevación y la profundidad de cada pozo. Esto contribuye a una comprensión muy precisa de la topografía local y las condiciones hidrogeológicas. Con el tiempo, las mediciones repetidas pueden ayudar a mejorar la comprensión de las estructuras geológicas del subsuelo y las vías de flujo del agua, lo cual beneficia la precisión de los datos y la modelización ambiental.
112) Capacitación, educación y programas: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Para garantizar un manejo seguro y eficiente de los equipos y maquinaria se tendrá implementado un programa de capacitación para el personal operativo. Así como conocimientos para el cuidado y respeto al medio ambiente y seguridad en el trabajo.
113) Desarrollo económico: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. El monitoreo de las aguas subterráneas impulsa directamente **el desarrollo económico** a través de varios canales tales como empleos especializados; demanda de servicios; inversión tecnológica; y monitoreo.

**Cierre operativo**

**Extraer toda el agua para secar los jales.**

114) Cauces: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Al detectar a tiempo cualquier posible infiltración o migración de contaminantes desde el depósito de jales, se pueden

implementar medidas correctivas antes de que afecten la calidad del agua de los arroyos y ríos.

115) Desarrollo económico: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Se contratará personal especializado, como hidrogeólogos, técnicos ambientales y personal de campo, para llevar a cabo el muestreo, análisis y seguimiento de los parámetros del agua. Además, se demandarán servicios de laboratorios certificados para el análisis de las muestras, así como la adquisición de equipos de monitoreo y suministros. Todo esto se traduce en generación de empleo y derrama económica.

**Colocación de la capa de suelo vegetal**

116) Calidad del aire por material particulado (PST, PM-10): Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. La remoción, transporte y extensión del suelo vegetal puede generar una cantidad significativa de partículas suspendidas totales (PST) y partículas menores a 10 micrómetros (PM-10) en el aire.
117) Topografía: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. La colocación controlada del suelo vegetal permite modelar y rehabilitar la topografía del sitio, integrando el depósito de jales de manera más armónica con el paisaje circundante. Esto se traduce en un impacto positivo al restaurar las características naturales del terreno.
118) Cauces: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Al restaurar la topografía y la cobertura del suelo, se puede favorecer la estabilización de los cauces naturales cercanos, reduciendo la erosión y la sedimentación en los mismos. Este es un impacto positivo que contribuye a la salud hídrica.
119) Calidad del agua – Sedimentos: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. Durante la colocación del suelo vegetal, existe un riesgo de que los sedimentos se arrastren hacia cuerpos de agua cercanos, como arroyos o ríos, especialmente si hay lluvias o escurrimientos superficiales. Esto puede aumentar la turbidez del agua y afectar la vida acuática, lo que representa un impacto negativo en la calidad del agua.
120) Cobertura de suelo: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. La adición de una capa de suelo vegetal al depósito de jales es un impacto positivo fundamental, ya que restaura la cobertura del suelo, esencial para el crecimiento de la vegetación, la prevención de la erosión y la mejora de la calidad del suelo a largo plazo.
121) Cobertura vegetal: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Una vez que se ha colocado la capa de suelo vegetal, se crea un sustrato adecuado para la restauración de la cobertura vegetal. Esto facilita la revegetación del área, promoviendo el crecimiento de pastos, arbustos y árboles, lo que constituye un impacto positivo significativo.
122) Especies protegidas, o de interés especial: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. La restauración de la cobertura de suelo y vegetaci crea las condiciones necesarias para el establecimiento y desarrollo de especies de flora protegidas o de interés especial que sean nativas de la región. Esto contribuye a la conservación de la biodiversidad local, siendo un impacto positivo importante.
123) Distribución espacial y temporal de fauna: **Impacto ambiental positivo**. Esto aumenta la biodiversidad vegetal y crea un ecosistema más robusto y resiliente.

124) Hábitat de fauna: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. La creación de una nueva cobertura vegetal diversificada y la estabilización del terreno contribuyen directamente a la restauración y mejora del hábitat para diversas especies de fauna, ofreciendo un entorno más propicio para su supervivencia y desarrollo.
125) Especies protegidas, o de interés especial de fauna: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Al restaurar la vegetación y el hábitat, se favorece el retorno y la colonización de especies de fauna protegidas o de interés especial. Esto les proporciona alimento, refugio y áreas de reproducción, generando un impacto positivo en la vida silvestre.
126) Cualidades estéticas: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. La revegetación del depósito de jales, gracias a la capa de suelo vegetal, mejora las cualidades estéticas del paisaje, transformando una superficie estéril en un área más natural y visualmente atractiva, un impacto positivo en la percepción del entorno.
127) Continuidad paisajística y visibilidad: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Al integrar el depósito de jales con el paisaje circundante a través de la vegetación, se restablece la continuidad paisajística y se reduce el impacto visual de la infraestructura minera. Esto mejora la visibilidad y armonía del entorno.
128) Capacitación, educación y programas: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Las actividades de colocación de suelo vegetal y posterior revegetación a menudo requieren capacitación especializada para el personal involucrado y pueden dar lugar a programas educativos sobre restauración ambiental y gestión de suelos.
129) Desarrollo económico: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Las tareas asociadas con la colocación del suelo vegetal generan actividad económica y empleos temporales, contribuyendo al desarrollo económico local durante esta fase del proyecto.
130) Uso de territorio para actividades productivas: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Una vez restaurada la capa de suelo y la cobertura vegetales, existe el potencial de reintegrar el territorio a futuras actividades productivas compatibles con el uso minero.

**Reforestación**

131) Calidad del aire por material particulado (PST, PM-10): Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Los árboles y las plantas capturan el polvo y otras partículas suspendidas en el aire con sus hojas, impidiendo que estas diminutas partículas queden suspendidas.
132) Calidad del aire por emisiones (NOx, SOx, COx): Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Mediante la fotosíntesis, las plantas absorben dióxido de carbono (CO2) y otros contaminantes gaseosos, convirtiéndolos en oxígeno. Este proceso natural ayuda a disminuir la concentración de gases nocivos como óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx) y óxidos de carbono (COx) que pudieran haberse generado durante las fases operativas del proyecto, contribuyendo así a una atmósfera más saludable.
133) Niveles sonoros: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. El follaje denso y los troncos de los árboles pueden reducir significativamente el ruido ambiental, creando un entorno más tranquilo para la fauna.
134) Escurrimientos: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Los extensos sistemas radiculares de los árboles y la vegetación recién plantados ayudan a fijar el suelo,

aumentando su permeabilidad y reduciendo la velocidad y el volumen de la escorrentía superficial. Esto minimiza el riesgo de erosión y ayuda a retener el agua en el terreno.

135) Calidad del agua – Sedimentos: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Al ralentizar la escorrentía y estabilizar el suelo, la reforestación reduce significativamente la cantidad de sedimentos que llegan a los cuerpos de agua cercanos.
136) Infiltración: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. La mejora de la estructura del suelo, resultante del crecimiento radicular y la acumulación de materia orgánica, aumenta la capacidad del suelo para absorber agua. Esta mayor infiltración ayuda a reponer las reservas de agua subterránea, un componente vital del ciclo hidrológico local.
137) Profundidad efectiva del suelo: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. A medida que las raíces penetran en el suelo y la materia orgánica de las hojas y ramas en descomposición enriquece la capa superficial, la profundidad efectiva del suelo aumenta. Esto crea un entorno más fértil y estable para el crecimiento futuro de las plantas, contribuyendo a la sucesión ecológica a largo plazo.
138) Potencial de erosión: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. La reforestación combate directamente la erosión del suelo. Los sistemas radiculares de la vegetación recién plantada estabilizan el suelo, impidiendo que el viento y el agua arrastren la valiosa capa superficial, algo especialmente crucial en una zona previamente alterada por operaciones mineras.
139) Cobertura de suelo: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. La vegetación recién establecida actuará como un manto natural, protegiendo el suelo expuesto de la erosión eólica e hídrica. Esto evita la pérdida de valiosa capa superficial del suelo y reduce el transporte de sedimentos a los cuerpos de agua cercanos.
140) Distribución espacial y temporal: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Al plantar diversas especies de forma planificada, la reforestación mejora la **distribución espacial y temporal** de la vegetación. Esto implica crear un ecosistema más variado y resiliente que proporciona hábitat durante todo el año.
141) Cobertura vegetal: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. La reforestación aumenta directamente la **cobertura vegetal general** del área intervenida. Esto transforma un paisaje árido o alterado en un entorno más natural y verde, contribuyendo a la recuperación visual del sitio.
142) Especies protegidas, o de interés especial: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Cuando la reforestación se centra en especies nativas, proporciona hábitat y recursos cruciales para **estas especies**. Al restaurar su entorno natural, se contribuye a la recuperación y supervivencia a largo plazo de estas especies, contribuyendo así a la conservación de la biodiversidad regional.
143) Distribución espacial y temporal de flora: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Al plantar especies nativas, el proyecto reintroducirá una diversidad de plantas, imitando los ecosistemas naturales de la región. Esto aumenta la biodiversidad vegetal y crea un ecosistema más robusto y resiliente.
144) Hábitat de fauna: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. El área reforestada eventualmente proporcionará nuevos hábitats y corredores para una variedad de vida silvestre, fomentando el regreso de la biodiversidad al sitio.

145) Especies protegidas, o de interés especial de fauna: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. La vegetación restaurada proporciona hábitat esencial, fuentes de alimento y refugio para la fauna local. Esto es particularmente beneficioso para las especies que pudieron haber sido desplazadas durante las fases iniciales del proyecto, promoviendo su retorno y supervivencia a largo plazo.
146) Cualidades estéticas: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Esta actividad contribuirá positivamente a la estética de la zona. Transformar un polígono industrial previamente perturbado en un paisaje verde y con vegetación mejora significativamente su atractivo visual, haciéndolo más agradable tanto para las comunidades.
147) Continuidad paisajística y visibilidad: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Al integrar el área reforestada con el entorno natural circundante, ayuda a borrar las cicatrices visuales de la operación industrial. Esto restaura el flujo y la apariencia natural del paisaje, mejorando la visibilidad general.
148) Capacitación, educación y programas: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. El proceso de reforestación en sí mismo puede ser una valiosa oportunidad de aprendizaje, fomentando la conciencia ambiental y brindando capacitación práctica en técnicas de restauración ecológica a las comunidades locales y las instituciones educativas.
149) Desarrollo económico: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Esto puede darse mediante la creación de empleos temporales y, potencialmente, a largo plazo, relacionados con la plantación, el mantenimiento y la supervisión de las áreas reforestadas.
150) Uso de territorio para actividades productivas: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. El paisaje restaurado puede sustentar otros usos productivos, como el ecoturismo, la investigación o la silvicultura sostenible, a largo plazo, ofreciendo nuevas oportunidades para la región.

**Programa de seguimiento y control**

151) Calidad del aire por material particulado (PST, PM-10): Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Mediante la gestión y el control de las partículas en suspensión (PST, PM-10), el programa reducirá significativamente la contaminación atmosférica. Esto se traduce en un aire más limpio para los ecosistemas y las comunidades locales, mitigando los problemas respiratorios y contribuyendo a una mejor salud ambiental en general.
152) Calidad del aire por emisiones (NOx, SOx, COx): Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Mediante la gestión y el control de las emisiones (NOx, SOx, COx), el programa reducirá significativamente la contaminación atmosférica. Esto se traduce en un aire más limpio para los ecosistemas y las comunidades locales, mitigando los problemas respiratorios y contribuyendo a una mejor salud ambiental en general.
153) Infiltración: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. El monitoreo constante de **la infiltración** garantizará que cualquier posible fuga de la presa de jales se detecte y se aborde con prontitud. Este enfoque proactivo protege los recursos hídricos subterráneos de la contaminación.
154) Cobertura: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. El enfoque del programa en la cobertura vegetal impulsará el éxito de las iniciativas de reforestación y revegetación.

Esto se traduce directamente en la restauración de funciones ecológicas, como una mejor estabilidad del suelo, un mayor secuestro de carbono y una mayor biodiversidad.

155) Distribución espacial y temporal: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Mediante una planificación y ejecución cuidadosas de la revegetación, el programa garantizará una distribución espacial y temporal eficaz de la vegetación. Esto significa que se reintroducirán especies nativas estratégicamente, promoviendo el desarrollo de ecosistemas resilientes y autosostenibles a lo largo del tiempo.
156) Cobertura vegetal: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. El programa garantizará una distribución espacial y temporal eficaz de la vegetación.
157) Especies protegidas, o de interés especial: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. El programa priorizará la protección de especies protegidas y de interés especial Este esfuerzo dedicado contribuirá a la conservación de la biodiversidad, apoyando la recuperación y el desarrollo de poblaciones vulnerables dentro del paisaje restaurado.
158) Distribución espacial y temporal: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. El programa priorizará la protección de especies protegidas y de interés especial Este esfuerzo dedicado contribuirá a la conservación de la biodiversidad, apoyando la recuperación y el desarrollo de poblaciones vulnerables dentro del paisaje restaurado.
159) Hábitat de fauna: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. El programa priorizará la protección de especies protegidas y de interés especial. Este esfuerzo dedicado contribuirá a la conservación de la biodiversidad, apoyando la recuperación y el desarrollo de poblaciones vulnerables dentro del paisaje restaurado.
160) Especies protegidas, o de interés especial de fauna: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. El programa priorizará la protección de especies protegidas y de interés especial Este esfuerzo dedicado contribuirá a la conservación de la biodiversidad, apoyando la recuperación y el desarrollo de poblaciones vulnerables dentro del paisaje restaurado.
161) Cualidades estéticas: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Mediante una gestión meticulosa de la revegetación del sitio, el programa restaurará las cualidades estéticas del área.
162) Continuidad paisajística y visibilidad (Positivo): Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. El programa se centrará en garantizar la continuidad y visibilidad paisajística, garantizando el depósito de jales e integre a la perfección con la topografía natural. Esto minimiza el impacto visual de la actividad industrial pasada y restaura el valor paisajístico natural de la zona.
163) Capacitación, educación y programas: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Mediante capacitación, educación y diversos programas, la iniciativa empoderará a las comunidades locales con conocimientos y habilidades relacionados con la gestión y restauración ambiental.
164) Desarrollo económico: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. El programa impulsará el desarrollo económico mediante la creación de empleo, directa e indirectamente, mediante actividades como la revegetación, el monitoreo y el mantenimiento.
165) Uso de territorio para actividades productivas: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Mediante la rehabilitación exitosa del sitio, el programa facilitará el uso productivo del territorio para diversas actividades.

**Control de la calidad de agua**

166) Cauces: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. El monitoreo y el tratamiento periódicos, de ser necesario, garantizarán que el agua cumpla con las normas ambientales. Esto previene la contaminación y mantiene la salud ecológica.
167) Escurrimientos: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. la implementación de controles de drenaje y la garantía de que el sistema de cobertura final evacue eficazmente el agua limpia, evitando que se filtre a través del depósito de jales.
168) Calidad del agua – Sedimentos: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Mediante una nivelación adecuada, medidas de control de la erosión y el establecimiento de vegetación estable en el embalse cerrado, se reducirá significativamente el transporte de sedimentos a cuerpos de agua cercanos. Esto contribuye a mantener la claridad del agua y a proteger los hábitats.
169) Calidad del agua – Química: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. el monitoreo y la gestión integrales evitarán la filtración de sustancias peligrosas de los jales a las aguas superficiales y subterráneas. Esto incluye el análisis continuo de los parámetros del agua para detectar y abordar cualquier posible contaminación química, garantizando así que el agua se mantenga segura para los ecosistemas.
170) Infiltración: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. el diseño e implementación de un sistema de cubierta final impermeable sobre los jales reducirá drásticamente el movimiento descendente del agua.
171) Desarrollo económico: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. El compromiso con el control de la calidad del agua y la continua demanda de servicios especializados de monitoreo ambiental, análisis de laboratorio y posibles trabajos de remediación, lo que genera oportunidades de empleo y dinamiza la economía local.
172) Uso de territorio para actividades productivas: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Al controlar eficazmente la calidad del agua y garantizar la estabilidad a largo plazo y la seguridad ambiental del sitio, el terreno podría reutilizarse para otros usos beneficiosos una vez que se cumplan los requisitos regulatorios.

**Control de la estabilidad de los taludes**

173) Escurrimientos: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. Estos escurrimientos pueden erosionar la superficie del talud, creando cárcavas y desestabilizando aún más la estructura. Además, el agua de escorrentía, al entrar en contacto con los jales, puede lixiviar contaminantes y transportarlos fuera del área controlada.
174) Calidad del agua – Sedimentos: Esta actividad tendrá un **impacto negativo**. Los sedimentos arrastrados por los escurrimientos pueden afectar negativamente la calidad del agua de cuerpos receptores cercanos.
175) Uso de territorio para actividades productivas: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Un control efectivo de la estabilidad de los taludes, que incluye la revegetación y la integración paisajística del área, permite que el territorio pueda ser reutilizado para actividad**es productivas** a largo plazo. Una vez que el depósito sea estable y seguro, es posible considerar usos como la reforestación intensiva, la creación de áreas de conservación.

**Rehabilitación de caminos de acceso**

176) Calidad del aire por material particulado (PST, PM-10): Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. La rehabilitación de los caminos de acceso, al estabilizar la superficie y, en muchos casos, al cubrirlos con material que reduce la erosión, disminuirá restrictivamente la generación y dispersión de polvo y partículas en suspensión (PST y PM-10).
177) Calidad del aire por emisiones (NOx, SOx, COx): Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Al finalizar las operaciones intensivas y reducir el tráfico de vehículos pesados asociados a la actividad minera, las emisiones de gases contaminantes como óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx) y óxidos de carbono (COx) disminuirán considerablemente.
178) Niveles sonoros: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Con la reducción de la actividad de maquinaria pesada y el transporte constante, los niveles de ruido en la zona se reducirán significativamente. Esto beneficia a la fauna, permitiendo que las especies recuperen sus patrones de comportamiento natural, y mejore la tranquilidad para los habitantes.
179) Calidad del agua – Química: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Una adecuada rehabilitación de los caminos puede incluir la estabilización de taludes y la mejora de sistemas de drenaje.
180) Cobertura de suelo: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. La rehabilitación implica la preparación y posible revegetación de las superficies alteradas de los caminos. Esto aumenta la cobertura del suelo, lo que a su vez previene la erosión hídrica y eólica, y favorece la retención de humedad.
181) Distribución espacial y temporal: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Al restaurar los caminos y las áreas adyacentes, se promueve una mejor conectividad ecológica. Esto puede facilitar el movimiento y la distribución de especies de fauna y flora a lo largo del tiempo.
182) Cobertura vegetal: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Parte de la rehabilitación de caminos, especialmente en zonas no esenciales para el acceso futuro, incluyendo la reintroducción de vegetación nativa. Esto aumentará la cobertura vegetal total, proporcionando hábitat, alimento y refugio para diversas especies de fauna.
183) Hábitat de fauna: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. La combinación de una mayor cobertura vegetal, la reducción de ruido y emisiones, y la mejora de la calidad del agua contribuyen directamente a la recuperación y mejora del hábitat para la fauna local. Esto permite que las especies se restablezcan en la zona que antes estuvo alterada por el proyecto.
184) Cualidades estéticas: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. La restauración de los caminos, eliminando infraestructuras temporales y revegetando las áreas, mejorará significativamente las cualidades estéticas del paisaje.
185) Continuidad paisajística y visibilidad: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Al integrar la zona con el paisaje circundante, se restablece la continuidad paisajística, eliminando las barreras visuales y físicas que el proyecto pudo haber creado.
186) Capacitación, educación y programas: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Las actividades de cierre, incluyendo la rehabilitación de caminos, a menudo requieren

capacitación de personal en técnicas de restauración ambiental. Además, pueden generar programas de monitoreo y seguimiento a largo plazo, contribuyendo a la educación ambiental y al conocimiento local.

187) Desarrollo económico: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Aunque la etapa de cierre implica la finalización de operaciones principales, la rehabilitación de caminos aún puede generar un desarrollo económico positivo a escala local. Esto se debe a la contratación de mano de obra, la adquisición de materiales y servicios específicos para la restauración y el monitoreo

188) Uso de territorio para actividades productivas: Esta actividad tendrá un **impacto positivo**. Una vez rehabilitados y restaurados, los caminos y las áreas adyacentes pueden facilitar la reincorporación del territorio a otras actividades productivas.

**Metodologías de evaluación**

El método de evaluación se basó en comparar la cantidad de impactos adversos (-) contra la cantidad de benéficos (+), evaluando numéricamente el impacto global, para así tomar la decisión del impacto general del proyecto.

Para realizar la evaluación se tomaron en cuenta las siguientes definiciones:

Naturaleza del Impacto: Se refiere al beneficio o adverso de la acción sobre el ambiente.

Importancia: Indica que tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente, para lo cual se considera lo siguiente:

- La condición en que se encuentra el o los elementos, o componentes ambientales que se verán afectados.
- La relevancia de la o las funciones afectadas en sistema ambiental.
- La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
- La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
- El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

De esta forma se tomarán los criterios para el llenado de la matriz que serán su naturaleza, su duración y su importancia. Las características del sistema ambiental presentadas a continuación se establecieron como base en el glosario de términos señalados. Cabe mencionar que la aplicación al caso que nos ocupa se basó en la descripción ambiental presentada en el capítulo IV, correspondiente a la descripción del sistema ambiental.

**Clasificación de los Impactos Ambientales**

La clasificación de los impactos ambientales se define a partir de las siguientes variables.

**En relación con el sentido del impacto:** negativo o positivo; adverso o benéfico.

**En relación con los efectos:** Los impactos ambientales fueron clasificados como:

- Directos: Aquellas acciones que generan impactos de manera inmediata o a largo plazo a un componente del ambiente sin medición de ningún fenómeno.
- Indirectos: Efectos resultantes del impacto directo y que pueden manifestarse tardíamente o a lo largo.
- Acumulativos: Aquellos impactos que se suman a través del tiempo y que pueden conjuntarse en otros impactos generados al ambiente que no son significativos pero que juntos cambian el carácter del impacto.
- No acumulativos: Que sólo actúan con el mismo impacto en cualquier momento y espacio y que no se asocian con otros impactos al ambiente.

**En relación con el tiempo:**

- Reversibles: Efectos sobre el ambiente que pueden volver a las condiciones existentes antes de implementar las actividades del proyecto una vez que dichas actividades se suspenden.
- No reversibles: Efectos sobre el ambiente que por su naturaleza no permiten que las condiciones iníciales se restablezcan, aunque las actividades del Proyecto sean suspendidas o eliminadas.
- A corto plazo: Efectos que aparezcan inmediatamente o a lapsos relativamente cortos una vez que se realizan las actividades del Proyecto y que pueden desaparecer con ella.
- A mediano plazo: Los efectos que se manifiestas hasta un período que va de uno a varios años.
- A largo plazo: Efectos que aparecen en períodos distantes al inicio de la acción y que pueden no desaparecer con ella.

**En relación con su presencia en el medio:**

- Momentáneo: Se presenta de manera inmediata cuando se implementa la acción del proyecto para posteriormente desaparecer cuando se deja de aplicar la actividad.
- Temporal: El impacto permanece por cierto lapso en el ambiente aún después de concluir la acción del proyecto.
- Permanente: El impacto permanece en el ambiente, aún después de haber terminado la acción impactante.

**En relación con el espacio ecológico:**

- Puntual: Solo se presenta en el lugar en donde aparece la acción del proyecto.
- Local: El impacto rebasa el nivel puntual y abarca la zona del área de influencia.
- Regional: El impacto trasciende a la localidad y se proyecta en una región más amplia como puede ser una zona biogeográfica, una subcuenca o cuenca hidrológica, una región fisiográfica, un estado, etc.

**En relación con las medidas de mitigación:**

- Remediables: Que pueden tener una medida de control de mitigación.
- No remediables: No aceptan medidas de control o de mitigación.

La magnitud y característica de los impactos ambientales generados por actividad se muestran en el Anexo V.1 Matriz de impacto ambiental.

**Resultados de la matriz de impacto ambiental**

La matriz de impacto ambiental da un total de **550** posibilidades de interacción, con **188** interacciones entre actividades y parámetros ambientales que generan posibilidades de impacto. De las cuales **65** posibilidades se identifican como **adversas** y **124** como **benéficas**.

Durante la etapa de preparación del sitio se presentan **25** impactos benéficos y **20** adversos, en la construcción, se presentan **19** impactos benéficos y **40** adversos, en la operación y mantenimiento se presentan **11** impactos benéficos y **1** impactos adversos y por último en la etapa de cierre operativo se presentan **71** impactos benéficos y **4** adversos; dándonos un total de **188** impactos. Cabe destacar que el principal impacto se da por la remoción de la vegetación y la excavación del terreno.

Debido a que el **65.43%** de los **impactos son benéficos** y **34.57%** adversos **se puede concluir que el impacto global de la obra es benéfico.**

*Tabla V. 5. Matriz de impacto ambiental del Nuevo Depósito de Jales de la Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas.*

| MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO "NUEVO DEPÓSITO DE JALES DE LA UNIDAD MINERA SAN MARTÍN Y OBRAS ASOCIADAS" | | | | PREPARACIÓN DEL SITIO | | | | | CONSTRUCCIÓN | | | | | | | OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO | | | CIERRE OPERATIVO | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SISTEMA | SUBSITEMA | COMPONENTES | FACTOR AMBIENTAL | Rehabilitación de caminos existentes | Ahuyentamiento y reubicación de fauna silvestre | Desmonte, remoción y recuperación del suelo vegetal. | Acarreo de material vegetal. | Rescate y reubicación de flora. | Trazo y nivelación del terreno. | Conformación de los bordos. | Traslado del material para la conformación del bordo. | Colocación del geotextil. | Instalación de los pozos de monitoreo. | Excavación y colocación para la tubería de jales. | Excavación y colocación para la línea de agua recuperada. | Retombos y recepción de los jales. | Recolección y conducción del agua recuperada | Monitoreo de agua subterránea. | Extraer toda el agua para secar los jales. | Colocación de la capa de suelo vegetal | Reforestación | Programa de seguimiento y control | Control de la calidad de agua | Control de la estabilidad de los taludes | Rehabilitación de caminos de acceso | |
| MEDIO FÍSICO | MEDIO INERTE | Atmósfera | Calidad del aire por material particulado (PST, PM-10) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Calidad del aire por emisiones (NOx, SOx, COx) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Niveles sonoros | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Geomorfología | Topografía | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Hidrología | Cauces | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Escurrimientos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Calidad del agua – Sedimentos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Calidad del agua – Química | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Infiltración | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Suelo | Profundidad efectiva del suelo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Potencial de erosión | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Cobertura | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MEDIO BIÓTICO | Flora | Distribución espacial y temporal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Cobertura vegetal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Especies protegidas, o de interés especial | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Fauna | Distribución espacial y temporal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Hábitat | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Especies protegidas, o de interés especial | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MEDIO PERCEPTUAL | Paisaje | Cualidades estéticas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Continuidad paisajística y visibilidad | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Infraestructura | Servicios e infraestructura | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Generación de residuos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MEDIO SOCIOECONÓMICO | MEDIO CULTURAL | Cultura | Capacitación, educación y programas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MEDIO SOCIOECONÓMICO | Medio socioeconómico | Desarrollo económico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Uso de territorio para actividades productivas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 5 | 4 | 2 | 2 | 12 | 1 | 2 | 2 | 7 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 13 | 20 | 15 | 7 | 1 | 13 | RESULTADOS |
| | | | | -3 | 0 | -15 | -2 | 0 | -6 | -10 | -3 | -2 | -3 | -8 | -8 | 0 | -1 | 0 | 0 | -2 | 0 | 0 | 0 | -2 | 0 | -65 | 34.57% |

### V.2.1 Indicadores de impacto y de cambio climático.

Durante las diversas fases del proyecto, se anticipa la generación de emisiones atmosféricas, principalmente derivadas de las siguientes actividades:

- Tránsito vehicular: El movimiento de vehículos en el sitio y en las rutas de acceso.
- Operación de equipos: La maquinaria utilizada para la construcción de los bordos.
- Traslado de materiales: El transporte de los insumos necesarios para la obra.

**Los gases de efecto invernadero que se generaran durante las diferentes etapas del proyecto, como sea el caso de vapor de agua,** dióxido de carbono ($CO_2$), metano ($CH_4$) y óxido nitroso ($N_2O$)**, entre otros.**

Las emisiones directas por el uso de combustibles, de los gases de efecto invernadero en cada etapa del proyecto del Depósito, se presenta en la siguiente Tabla:

*Tabla II. 1. Gases de efecto de invernadero durante la ejecución del proyecto.*

| **NUEVO DEPÓSITO DE JALES UNIDAD MINERA SAN MARTÍN Y OBRAS ASOCIADAS** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Etapa de preparación del sitio** | | | | |
| **POTENCIAL DE CALENTAMIENTO** | | | | |
| ECO($t_{CO2}$) | 4168.27 | 1 | 4168.27 | |
| ECH4($kg_{CH4}$) | 0.2194 | 28 | 6.14 | |
| ECO($kg_{N2O}$) | 0.2194 | 265 | 58.14 | |
| **E(total$CO_2$) toneladas** | | | **4232.55** | |
| | | | | |
| **TOTAL DE EMISIONES** | | | **Ton $CO_2$** | **4232.55** |
| **Etapa de Construcción** | | | | |
| **POTENCIAL DE CALENTAMIENTO** | | | | |
| ECO($t_{CO2}$) | 3754.25 | 1 | 3754.25 | |
| ECH4($kg_{CH4}$) | 0.1975 | 28 | 5.53 | |
| ECO($kg_{N2O}$) | 0.1975 | 265 | 52.36 | |
| | E(total$CO_2$) toneladas | | 3812.14 | |
| | | | | |
| **TOTAL DE EMISIONES** | | | **Ton $CO_2$** | **3812.15** |
| **Etapa de operación y mantenimiento** | | | | |
| **POTENCIAL DE CALENTAMIENTO** | | | | |
| ECO($t_{CO2}$) | 27700.43 | 1 | 27700.43 | |
| ECH4($kg_{CH4}$) | 1.4579 | 28 | 40.821 | |
| ECO($kg_{N2O}$) | 1.4579 | 265 | 386.34 | |
| | E(total$CO_2$) toneladas | | 28127.60 | |
| | | | | |
| **TOTAL DE EMISIONES** | | | **Ton $CO_2$** | **28127.6037** |
| **Etapa de Cierre operativo** | | | | |
| **POTENCIAL DE CALENTAMIENTO** | | | | |
| ECO($t_{CO2}$) | 9721.885322 | 1 | 9721.88 | |
| ECH4($kg_{CH4}$) | 0.511678175 | 28 | 14.33 | |
| ECO($kg_{N2O}$) | 0.511678175 | 265 | 135.59 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | E(total$CO_2$) toneladas | | 9871.81 | |
| | | | | |
| **TOTAL DE EMISIONES** | | | **Ton $CO_2$** | **9871.80703** |

Las emisiones indirectas por el uso de la energía que se gasta en las actividades de bombeo de jales y bombeo del agua recuperada, para la operación del Depósito de Jales será de acuerdo con los datos obtenidos en la Ficha técnica:

*Tabla II. 2. Gasto total de energía eléctrica (Operación y mantenimiento).*

| Concepto | Gasto de energía (hp) | Factor de conversión | Tiempo estimado meses | Gasto energía (kw) mensual | Gasto de energía (225 meses) |
|---|---|---|---|---|---|
| Bombeo de jales | 1,372,931 | 0.7457 | 225 | 1´023,795 | 230´353,875 |
| Bombeo de agua recuperada | 473,425 | 0.7457 | 225 | 353,032.76 | 79´432,371 |
| | | | | | 309´786,246 |

*Tabla II. 3. Emisiones indirectas (Operación y mantenimiento).*

| | | |
|---|---|---|
| Gasto total de energía eléctrica | 309'786,246 | Kw |
| Factores de emisión de electricidad promedio | 0.438 | $tCO_2e/MWh$ |
| Fórmula | $E_{CO2}$=Gasto energía*FE/1000 | |
| **Total de Emisiones Indirectas =** | **135,686.376** | **ton $CO_2$** |

El total de emisiones de $CO_{2eq}$ en la etapa de operación y mantenimiento será:

*Tabla II. 4. Total de emisiones de COeq en Operación y mantenimiento.*

| Concepto | Emisiones de $CO_{2eq}$ |
|---|---|
| Emisiones directas (combustibles) | 28,127.60 |
| Emisiones indirectas (energía eléctrica) | 135´686,367 |
| **TOTAL:** | **135´714,494 $CO_{2eq}$** |

*Tabla II. 5. Cálculo de las emisiones contaminantes por el uso de combustibles y energía eléctrica.*

| Etapa de proyecto | Preparación del sitio | Construcción | Operación y mantenimiento | Cierre operativo del proyecto | Total Proyecto |
|---|---|---|---|---|---|
| **Gasto de combustible (diésel) lts** | | | | | |
| Gasto en litros | 1´582,896 | 1´425,672 | 10´519,200 | 3´691,872 | **17´219,640** |
| **Gasto de energía eléctrica (Kw)** | | | | | |
| Gasto kw | | | 309´786,246 | | |
| **Emisiones de $CO_2$ (toneladas)** | | | | | |
| Emisiones de $CO_2$ (toneladas) | 4,232.55 | 3,812.14 | 135,714,494 | 9,871.80 | |
| **Total de Emisiones de $CO_2$ (toneladas)** | | | | | **135,732,410** |

El total de emisiones de gases de invernadero por concepto de utilización de combustibles (diésel) y gasto de energía eléctrica durante la vida útil del proyecto asciende a **135,732,410 ton $CO_{2eq}$.**

Es importante destacar que el proyecto contempla un cambio de uso de suelo en terrenos forestales. A pesar de esto, se buscará minimizar el impacto negativo en la capacidad de captación de $CO_2$ y la generación de oxígeno ($O_2$). La remoción de vegetación se llevará a cabo de manera controlada para reducir al máximo la afectación a estos procesos ecológicos esenciales. Se considera el impacto a la reducción de la captación de contaminantes ($CO_2$) debido a la remoción de vegetación. Sin embargo, se implementarán estrategias para mitigar este efecto, buscando un equilibrio entre la necesidad del proyecto y la preservación de los servicios ambientales.

Para minimizar la huella ambiental del proyecto y asegurar que las emisiones se mantengan dentro de los límites permisibles, se implementarán las siguientes medidas de control:

- Humedecimiento constante de caminos: Esta práctica reducirá significativamente la dispersión de polvos generados por el tránsito vehicular.
- Mantenimiento preventivo riguroso de equipos móviles: Se asegurará que toda la maquinaria opere en óptimas condiciones, siguiendo estrictamente las especificaciones de los fabricantes, lo que optimizará la eficiencia del combustible y reducirá las emisiones de gases contaminantes.
- Control estricto de la velocidad de desplazamiento: Limitar la velocidad de los vehículos y la maquinaria no solo mejorará la seguridad en el sitio, sino que también contribuirá a la disminución de la generación de polvo y al consumo eficiente de combustible.

Considerando la aplicación efectiva de estas medidas, se estima que la contaminación por polvos y gases será mínima, y las emisiones se mantendrán consistentemente dentro de los niveles permisibles establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) aplicables. Esto demuestra el compromiso del proyecto con la sostenibilidad ambiental y la protección de la calidad del aire.

**V.3 Valoración de los impactos.**

Además de realizar el análisis cuantitativo mediante la valorización de cada uno de los impactos ambientales.

Una vez identificados y descritos los impactos ambientales se procedió a su evaluación, para ello se elaboró la “Matriz de cuantificación de impactos ambientales”.

En la segunda parte, se relacionan todos los componentes ambientales estudiados, seguidamente se indican las actividades evaluadas, en esta ocasión se colocó en las casillas de las actividades, los valores obtenidos en la ponderación de los impactos, con los correspondientes signos.

A esta matriz, se le incrementaron cuatro filas más, debajo de los componentes ambientales, donde se suman de forma independiente los valores positivos, negativos y totales por cada una de las acciones evaluadas. De esta misma forma se agregaron cuatro columnas a la derecha de las actividades para la suma de forma independiente de los valores positivos, negativos y totales por cada uno de los componentes ambientales.

Sobre la base de las matrices básicas confeccionadas, por intersección de sus componentes (filas y columnas), se establecerán las interrelaciones entre las Acciones identificadas y los Factores Ambientales, determinando aquellos cruces significativos la posibilidad de ocurrencia de un impacto ambiental dado.

El análisis por menorizado de cada impacto identificado, permitirá establecer su Carácter de Intensidad. Carácter de un impacto ambiental determinado está dado por su condición de beneficios o perjuicios respecto de la situación ambiental previa, tanto en los aspectos relacionados con el medio ambiente físico como social.

La Intensidad de un impacto ambiental se define como el grado de incidencia de la Acción analizada sobre un Factor Ambiental dado.

Para el presente estudio se ha adoptado el criterio de valorar los impactos ambientales en forma relativa, de acuerdo con el siguiente detalle:

- **Crítico (Impactos Negativos):** Asignado a impactos con "RV" (Reversibilidad) de 4 (Irreversible) o "RC" (Recuperabilidad) de 8 (Irrecuperable), y una "IMPORTANCIA" alta. Estos son impactos que, por su naturaleza, se consideran los más graves y de difícil recuperación.
- **Severo (Impactos Negativos):** Asignado a impactos que, sin ser Irrecuperables, tienen una "IMPORTANCIA" alta y requieren un esfuerzo considerable para su recuperación ("RC" de 4, "RV" de 2 o 4 si no es "Crítico" por otros factores). La recuperación es posible, pero exige un período de tiempo dilatado y medidas intensivas.
- **Moderado (Impactos Negativos):** Asignado a impactos con una "IMPORTANCIA" media y donde la recuperación no es tan exigente en términos de tiempo o medidas.
- **Compatible (Impactos Negativos):** Asignado a impactos con una "IMPORTANCIA" baja, lo que indica repercusiones poco apreciables.
- **Muy Beneficioso (Impactos Positivos):** "IMPORTANCIA" muy alta, indicando un impacto positivo de gran magnitud y relevancia.
- **Beneficioso (Impactos Positivos):** "IMPORTANCIA" alta a media, indicando un impacto positivo notable.
- **Compatible (Beneficioso) (Impactos Positivos):** "IMPORTANCIA" baja, indicando un impacto positivo, pero de menor magnitud o más puntual.

La metodología de evaluación de impactos ambientales que se ha aplicado en el presente MIA es una modificación de la Matriz de Leopold propuesta por Vicente Conesa-Fernández en su obra “Guía de Metodología para la evaluación del impacto ambiental”.

La valorización es de tipo cualitativa y se efectúa a partir de una matriz de impactos que tiene la misma estructura de columnas (acciones impactantes) y filas (factores impactados).

Cada casilla de cruce en la matriz o elemento tipo, dará una idea del efecto de cada acción impactante sobre cada factor ambiental impactado.

Al ir determinando la importancia del impacto, de cada elemento tipo, se estará construyendo la matriz de importancia. Los elementos de la matriz de importancia o contenido de una celda

identifican el impacto ambiental generado por una acción simple de una actividad sobre un factor ambiental considerado.

Siguiendo la expuesto por Vicente-Conesa, se propone que los elemento tipo, o casillas de cruce de la matriz, estarán ocupados por la valoración correspondiente a once características de efecto producido por la acción sobre el factor considerado. Estas son características corresponden a:

**Signo:**

El signo del impacto hace alusión al carácter **benéfico (+) o perjudicial (-)** de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

**Intensidad (I):**

Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor ambiental en que actúa. El rango de valoración de la intensidad está comprendido entre 1 y 12, en donde 12 expresa una destrucción total del factor ambiental y el 1 una afectación mínima. Los valores comprendidos entre estos dos términos reflejan situaciones intermedias.

La importancia del impacto, o sea, la importancia del efecto de una acción sobre el factor ambiental no debe confundirse con la importancia del factor ambiental afectado. La importancia se estima de acuerdo con la siguiente expresión: La importancia del impacto calculado con la anterior ecuación puede tomar valores entre 12 y 100.

Para la valorización de los Impactos Ambientales se utilizará la siguiente fórmula:

$$I = \pm (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + RC)$$

Los criterios para determinar la caracterización cualitativa completa de los impactos ambientales se presentan a continuación.

*Tabla V. 6. Criterios para la valorización de los impactos ambientales.*

| **NATURALEZA** (signo) | | **INTENSIDAD (I)** (Grado de destrucción) | |
|---|---|---|---|
| Impacto benéfico | (+) | Baja o mínima | 1 |
| Impacto perjudicial | (-) | Media | 2 |
| | | Alta | 4 |
| | | Muy alta | 8 |
| | | Total | 12 |
| **EXTENSIÓN (EX)** (Área de influencia) | | **MOMENTO (MO)** (Plazo de manifestación) | |
| Puntual | 1 | Largo plazo | 1 |
| Parcial | 2 | Medio plazo | 2 |
| Amplio o Extenso | 4 | Inmediato | 4 |
| Total | 8 | Crítico | (+4) |
| **PERSISTENCIA (PE)** | | **REVERSIBILIDAD (RV)** | |

| (Permanencia del efecto) | | (Reconstrucción por medios naturales) | |
|---|---|---|---|
| Fugaz o efímero | 1 | Corto plazo | 1 |
| Temporal o transitorio | 2 | Mediano plazo | 2 |
| Permanente y constante | 4 | Irreversible | 4 |
| **RECUPERABILIDAD (RC)** (Reconstrucción por medios humanos) | | **PERIODICIDAD (PR)** (Regularidad de la manifestación) | |
| Recuperable de manera inmediata | 1 | Irregular o periódico y discontinuo | 1 |
| Recuperable a medio plazo | 2 | Periódico o de regularidad | 2 |
| Mitigable | 4 | Continuo | 4 |
| Irrecuperable | 8 | | |
| **SINERGIA (SI)** (Regularidad de la manifestación) | | **ACUMULACIÓN (AC)** (Incremento progresivo) | |
| Sin sinergismo(simple) | 1 | Simple | 1 |
| Sinérgico | 2 | Acumulativo | 4 |
| Muy sinérgico | 4 | | |
| **EFECTO (EF)** (Relación causa-efecto) | | **IMPORTANCIA (I)** (Grado de manifestación cualitativa del efecto) | |
| Indirecto o secundario | 1 | **I= +(3I+2EX+MO +PE+RV+ SI+AC +EF +PR +MC)** | |
| Directo o primario | 4 | | |

Se valoran los **188 impactos ambientales** descritos que se presentan en las **etapas de**: **preparación del sitio**, **construcción**, **operación** y **mantenimiento** y **cierre operativo** del proyecto “Nuevo Depósito de Jales de la Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas”.

*Tabla V. 7. Evaluación de los impactos ambientales.*

| IMPACTO | SIGNO | I | EX | MO | PE | RV | RC | PR | SI | AC | EF | IMPORTANCIA | CRITERIO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | - | 2 | 2 | 3 | 4 | 1 | 1 | 2 | 4 | 4 | 4 | -33 | MODERADO |
| 2 | - | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 1 | 4 | 2 | 2 | 4 | -32 | MODERADO |
| 3 | - | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | -24 | COMPATIBLE |
| 4 | + | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 34 | MODERADO |
| 5 | + | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 27 | MODERADO |
| 6 | + | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 36 | MODERADO |
| 7 | + | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 28 | MODERADO |
| 8 | + | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 19 | COMPATIBLE |
| 9 | + | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 34 | MODERADO |
| 10 | + | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 16 | COMPATIBLE |
| 11 | + | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 26 | MODERADO |
| 12 | + | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 29 | MODERADO |
| 13 | - | 4 | 2 | 3 | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | -41 | MODERADO |
| 14 | - | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | -35 | MODERADO |
| 15 | - | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | -33 | MODERADO |
| 16 | - | 4 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | -37 | MODERADO |
| 17 | - | 4 | 1 | 3 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | -38 | MODERADO |
| 18 | - | 4 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | -41 | MODERADO |
| 19 | - | 4 | 2 | 3 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | -39 | MODERADO |

| IMPACTO | SIGNO | I | EX | MO | PE | RV | RC | PR | SI | AC | EF | IMPORTANCIA | CRITERIO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | - | 4 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | -37 | MODERADO |
| 21 | - | 4 | 1 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | -35 | MODERADO |
| 22 | - | 4 | 1 | 3 | 4 | 4 | 8 | 2 | 2 | 1 | 4 | -42 | MODERADO |
| 23 | - | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | -33 | MODERADO |
| 24 | - | 4 | 1 | 3 | 4 | 4 | 8 | 2 | 2 | 1 | 4 | -42 | MODERADO |
| 25 | - | 4 | 1 | 3 | 4 | 4 | 8 | 2 | 2 | 1 | 4 | -42 | MODERADO |
| 26 | - | 4 | 1 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | -33 | MODERADO |
| 27 | - | 4 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 4 | -37 | MODERADO |
| 28 | - | 2 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | -32 | MODERADO |
| 29 | + | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 24 | COMPATIBLE |
| 30 | - | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | -35 | MODERADO |
| 31 | - | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | -33 | MODERADO |
| 32 | + | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 30 | MODERADO |
| 33 | + | 4 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 4 | 35 | MODERADO |
| 34 | + | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 20 | COMPATIBLE |
| 35 | + | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 17 | COMPATIBLE |
| 36 | + | 2 | 1 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 26 | MODERADO |
| 37 | + | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 23 | COMPATIBLE |
| 38 | + | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 26 | MODERADO |
| 39 | + | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 24 | COMPATIBLE |
| 40 | + | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 23 | COMPATIBLE |
| 41 | + | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 4 | 25 | MODERADO |
| 42 | + | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 22 | COMPATIBLE |
| 43 | + | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 21 | COMPATIBLE |
| 44 | + | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 24 | COMPATIBLE |
| 45 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 4 | -26 | MODERADO |
| 46 | - | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | -38 | MODERADO |
| 47 | - | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | -40 | MODERADO |
| 48 | - | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 8 | 4 | 4 | **-50** | **SEVERO** |
| 49 | - | 4 | 4 | 2 | 4 | 8 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | **-52** | **SEVERO** |
| 50 | - | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 8 | 2 | 4 | 4 | **50** | **SEVERO** |
| 51 | + | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | -38 | MODERADO |
| 52 | + | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 34 | MODERADO |
| 53 | - | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 8 | 1 | 1 | 1 | 4 | -40 | MODERADO |
| 54 | - | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 8 | 1 | 1 | 1 | 4 | -40 | MODERADO |
| 55 | - | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | -27 | MODERADO |
| 56 | - | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 8 | 2 | 2 | 4 | 8 | **-50** | **SEVERO** |
| 57 | - | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | -32 | MODERADO |
| 58 | - | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | 4 | -36 | MODERADO |
| 59 | - | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | -32 | MODERADO |
| 60 | - | 8 | 4 | 1 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | **-52** | **SEVERO** |
| 61 | - | 4 | 4 | 8 | 2 | 2 | 8 | 2 | 2 | 2 | 4 | **-50** | **SEVERO** |

| IMPACTO | SIGNO | I | EX | MO | PE | RV | RC | PR | SI | AC | EF | IMPORTANCIA | CRITERIO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 62 | - | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 8 | **-50** | **SEVERO** |
| 63 | + | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 40 | MODERADO |
| 64 | + | 2 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 28 | MODERADO |
| 65 | - | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | -36 | MODERADO |
| 66 | - | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | -36 | MODERADO |
| 67 | - | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 27 | MODERADO |
| 68 | + | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 31 | MODERADO |
| 69 | + | 4 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 44 | MODERADO |
| 70 | + | 4 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 44 | MODERADO |
| 71 | + | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 32 | MODERADO |
| 72 | + | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 27 | MODERADO |
| 73 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 4 | 28 | MODERADO |
| 74 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 32 | MODERADO |
| 75 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | -32 | MODERADO |
| 76 | + | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | 4 | 32 | MODERADO |
| 77 | + | 4 | 4 | 2 | 4 | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | 4 | 42 | MODERADO |
| 78 | - | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | **-50** | **SEVERO** |
| 79 | - | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | 4 | -28 | MODERADO |
| 80 | - | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | 4 | 32 | MODERADO |
| 81 | - | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 2 | 1 | 4 | 4 | -28 | MODERADO |
| 82 | + | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 27 | MODERADO |
| 83 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 4 | 28 | MODERADO |
| 84 | - | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 1 | 4 | 4 | -45 | MODERADO |
| 85 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | -21 | COMPATIBLE |
| 86 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | -22 | COMPATIBLE |
| 87 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | -21 | COMPATIBLE |
| 88 | - | 2 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | -23 | COMPATIBLE |
| 89 | - | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -19 | COMPATIBLE |
| 90 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | -22 | COMPATIBLE |
| 91 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | -21 | COMPATIBLE |
| 92 | + | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 27 | MODERADO |
| 93 | + | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 8 | 4 | 1 | 1 | 4 | 46 | MODERADO |
| 94 | - | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | -25 | MODERADO |
| 95 | - | 4 | 2 | 2 | 1 | 2 | 4 | 4 | 1 | 4 | 1 | -35 | MODERADO |
| 96 | - | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 1 | 1 | 4 | -40 | MODERADO |
| 97 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | -31 | MODERADO |
| 98 | - | 2 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | -24 | COMPATIBLE |
| 99 | - | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | -20 | COMPATIBLE |
| 100 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | -23 | MODERADO |
| 101 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | -25 | MODERADO |
| 102 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 21 | COMPATIBLE |
| 103 | + | 2 | 1 | 2 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 26 | MODERADO |

| IMPACTO | SIGNO | I | EX | MO | PE | RV | RC | PR | SI | AC | EF | IMPORTANCIA | CRITERIO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 104 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 24 | COMPATIBLE |
| 105 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 23 | COMPATIBLE |
| 106 | + | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 25 | MODERADO |
| 107 | + | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 25 | MODERADO |
| 108 | + | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 26 | MODERADO |
| 109 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 22 | COMPATIBLE |
| 110 | + | 2 | 2 | 4 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 27 | MODERADO |
| 111 | + | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 26 | MODERADO |
| 112 | + | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 26 | MODERADO |
| 113 | + | 2 | 2 | 4 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 27 | MODERADO |
| 114 | + | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 2 | 27 | MODERADO |
| 115 | + | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 | 28 | MODERADO |
| 116 | + | 4 | 4 | 1 | 4 | 4 | 8 | 2 | 1 | 1 | 2 | 43 | MODERADO |
| 117 | + | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 | 2 | 4 | 1 | 2 | 49 | MODERADO |
| 118 | + | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 34 | MODERADO |
| 119 | - | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 1 | 2 | 4 | -39 | MODERADO |
| 120 | + | 4 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 31 | MODERADO |
| 121 | + | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 | 1 | 1 | 1 | 4 | 47 | MODERADO |
| 122 | + | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 8 | 1 | 1 | 1 | 4 | 40 | MODERADO |
| 123 | + | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 23 | COMPATIBLE |
| 124 | + | 4 | 1 | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 35 | MODERADO |
| 125 | + | 4 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 31 | MODERADO |
| 126 | + | 4 | 4 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 38 | MODERADO |
| 127 | + | 4 | 4 | 1 | 4 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 37 | MODERADO |
| 128 | + | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 39 | MODERADO |
| 129 | + | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 38 | MODERADO |
| 130 | + | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | 40 | MODERADO |
| 131 | + | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 39 | MODERADO |
| 132 | + | 2 | 1 | 4 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 27 | MODERADO |
| 133 | + | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 1 | 2 | 1 | 4 | 4 | 38 | MODERADO |
| 134 | + | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 2 | 1 | 4 | 2 | 1 | 31 | MODERADO |
| 135 | + | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 35 | MODERADO |
| 136 | + | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 35 | MODERADO |
| 137 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 25 | MODERADO |
| 138 | + | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 34 | MODERADO |
| 139 | + | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 36 | MODERADO |
| 140 | + | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 | 35 | MODERADO |
| 141 | + | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 24 | COMPATIBLE |
| 132 | + | 8 | 4 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 47 | MODERADO |
| 143 | + | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 35 | MODERADO |
| 144 | + | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 4 | 37 | MODERADO |
| 145 | + | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 4 | 37 | MODERADO |

| IMPACTO | SIGNO | I | EX | MO | PE | RV | RC | PR | SI | AC | EF | IMPORTANCIA | CRITERIO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 146 | + | 4 | 4 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 2 | 4 | 37 | MODERADO |
| 147 | + | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 4 | 37 | MODERADO |
| 148 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 4 | 27 | MODERADO |
| 149 | + | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 4 | 36 | MODERADO |
| 150 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 25 | MODERADO |
| 151 | + | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 33 | MODERADO |
| 152 | + | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 28 | MODERADO |
| 153 | + | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 20 | COMPATIBLE |
| 154 | + | 4 | 1 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 36 | MODERADO |
| 155 | + | 4 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 46 | MODERADO |
| 156 | + | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 38 | MODERADO |
| 157 | + | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 42 | MODERADO |
| 158 | + | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 38 | MODERADO |
| 159 | + | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 32 | MODERADO |
| 160 | + | 2 | 1 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 32 | MODERADO |
| 161 | + | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 35 | MODERADO |
| 162 | + | 4 | 1 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 36 | MODERADO |
| 163 | + | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 38 | MODERADO |
| 164 | + | 4 | 1 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 38 | MODERADO |
| 165 | + | 4 | 2 | 2 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 37 | MODERADO |
| 166 | + | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 32 | MODERADO |
| 167 | + | 4 | 4 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 4 | 40 | MODERADO |
| 168 | + | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 34 | MODERADO |
| 169 | + | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 38 | MODERADO |
| 170 | + | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 34 | MODERADO |
| 171 | + | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 27 | COMPATIBLE |
| 172 | + | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 22 | COMPATIBLE |
| 173 | + | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 35 | MODERADO |
| 174 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 1 | -29 | MODERADO |
| 175 | + | 1 | 2 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 21 | COMPATIBLE |
| 176 | + | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 32 | MODERADO |
| 177 | + | 1 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 31 | MODERADO |
| 178 | + | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 17 | COMPATIBLE |
| 179 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 2 | 4 | 1 | 2 | 28 | MODERADO |
| 180 | + | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 21 | COMPATIBLE |
| 181 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 29 | MODERADO |
| 182 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 28 | MODERADO |
| 183 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 28 | MODERADO |
| 184 | + | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 26 | COMPATIBLE |
| 185 | + | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 32 | MODERADO |
| 186 | + | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 30 | MODERADO |
| 187 | + | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 34 | MODERADO |

| IMPACTO | SIGNO | I | EX | MO | PE | RV | RC | PR | SI | AC | EF | IMPORTANCIA | CRITERIO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 188 | + | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 34 | MODERADO |
| | | | | | | | | | | | | 1875 | **Resultado** |
| | | | | | | | | | | | | 3840 | **64.62%** |
| | | | | | | | | | | | | -2102 | **-35.38%** |
| | | | | | | | | | | | | 5942 | **100%** |

Los **resultados** de la **intensidad de los impactos** del proyecto se presentan en la siguiente tabla.

*Tabla V. 8. Resultados globales de la valoración de los impactos del proyecto.*

| 1875 | Intensidad total | |
|---|---|---|
| -2102 | 35.38% | Adversos |
| 3840 | 64.62% | Benéficos |
| 5942 | 100% | Total |

*Tabla V. 9. Indicadores de la intensidad de los impactos del proyecto.*

| VALORES | INDICADOR | PORCENTAJE |
|---|---|---|
| I mayor de 75 | CRÍTICO | 0 |
| I entre 51 y 75 | SEVERO | 4.26% |
| I entre 25 y 50 | MODERADO | 18.09% |
| I menor de 25 | COMPATIBLE | 77.66% |

La evaluación de los impactos ambientales en la **preparación del sitio** se presenta a continuación.

*Tabla V. 10. Evaluación de los impactos ambientales en la etapa de preparación del sitio.*

| IMPACTO | SIGNO | I | EX | MO | PE | RV | RC | PR | SI | AC | EF | IMPORTANCIA | CRITERIO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | - | 2 | 2 | 3 | 4 | 1 | 1 | 2 | 4 | 4 | 4 | -33 | MODERADO |
| 2 | - | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 1 | 4 | 2 | 2 | 4 | -32 | MODERADO |
| 3 | - | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | -24 | COMPATIBLE |
| 4 | + | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 34 | MODERADO |
| 5 | + | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 27 | MODERADO |
| 6 | + | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 36 | MODERADO |
| 7 | + | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 28 | MODERADO |
| 8 | + | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 19 | COMPATIBLE |
| 9 | + | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 34 | MODERADO |
| 10 | + | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 16 | COMPATIBLE |
| 11 | + | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 26 | MODERADO |
| 12 | + | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 29 | MODERADO |
| 13 | - | 4 | 2 | 3 | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | -41 | MODERADO |
| 14 | - | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | -35 | MODERADO |
| 15 | - | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | -33 | MODERADO |
| 16 | - | 4 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | -37 | MODERADO |
| 17 | - | 4 | 1 | 3 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | -38 | MODERADO |
| 18 | - | 4 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | -41 | MODERADO |
| 19 | - | 4 | 2 | 3 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | -39 | MODERADO |
| 20 | - | 4 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | -37 | MODERADO |
| 21 | - | 4 | 1 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | -35 | MODERADO |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 22 | - | 4 | 1 | 3 | 4 | 4 | 8 | 2 | 2 | 1 | 4 | -42 | MODERADO |
| 23 | - | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | -33 | MODERADO |
| 24 | - | 4 | 1 | 3 | 4 | 4 | 8 | 2 | 2 | 1 | 4 | -42 | MODERADO |
| 25 | - | 4 | 1 | 3 | 4 | 4 | 8 | 2 | 2 | 1 | 4 | -42 | MODERADO |
| 26 | - | 4 | 1 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | -33 | MODERADO |
| 27 | - | 4 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 4 | -37 | MODERADO |
| 28 | - | 2 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | -32 | MODERADO |
| 29 | + | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 24 | COMPATIBLE |
| 30 | - | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | -35 | MODERADO |
| 31 | - | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | -33 | MODERADO |
| 32 | + | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 30 | MODERADO |
| 33 | + | 4 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 4 | 35 | MODERADO |
| 34 | + | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 20 | COMPATIBLE |
| 35 | + | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 17 | COMPATIBLE |
| 36 | + | 2 | 1 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 26 | MODERADO |
| 37 | + | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 23 | COMPATIBLE |
| 38 | + | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 26 | MODERADO |
| 39 | + | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 24 | COMPATIBLE |
| 40 | + | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 23 | COMPATIBLE |
| 41 | + | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 4 | 25 | MODERADO |
| 42 | + | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 22 | COMPATIBLE |
| 43 | + | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 21 | COMPATIBLE |
| 44 | + | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 24 | COMPATIBLE |
| | | | | | | | | | | | | -165 | |
| | | | | | | | | | | | | 589 | 43.86% |
| | | | | | | | | | | | | -754 | -56.14% |
| | | | | | | | | | | | | 1343 | 100% |

El análisis de la intensidad de los impactos ambientales durante la etapa de preparación del sitio indica que el **56.14% es adverso** debido a la remoción de la vegetación, quedando el suelo susceptible a la erosión.

Ahora se presenta la evaluación de los impactos ambientales en la **etapa de construcción**.

*Tabla V. 11. Evaluación de los impactos ambientales en la etapa de construcción.*

| IMPACTO | SIGNO | I | EX | MO | PE | RV | RC | PR | SI | AC | EF | IMPORTANCIA | CRITERIO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 45 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 4 | -26 | MODERADO |
| 46 | - | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | -38 | MODERADO |
| 47 | - | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | -40 | MODERADO |
| 48 | - | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 8 | 4 | 4 | **-50** | **SEVERO** |
| 49 | - | 4 | 4 | 2 | 4 | 8 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | **-52** | **SEVERO** |
| 50 | - | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 8 | 2 | 4 | 4 | **50** | **SEVERO** |
| 51 | + | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | -38 | MODERADO |
| 52 | + | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 34 | MODERADO |
| 53 | - | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 8 | 1 | 1 | 1 | 4 | -40 | MODERADO |
| 54 | - | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 8 | 1 | 1 | 1 | 4 | -40 | MODERADO |
| 55 | - | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | -27 | MODERADO |
| 56 | - | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 8 | 2 | 2 | 4 | 8 | **-50** | **SEVERO** |
| 57 | - | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | -32 | MODERADO |

| IMPACTO | SIGNO | I | EX | MO | PE | RV | RC | PR | SI | AC | EF | IMPORTANCIA | CRITERIO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 58 | - | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | 4 | -36 | MODERADO |
| 59 | - | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | -32 | MODERADO |
| 60 | - | 8 | 4 | 1 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | **-52** | **SEVERO** |
| 61 | - | 4 | 4 | 8 | 2 | 2 | 8 | 2 | 2 | 2 | 4 | **-50** | **SEVERO** |
| 62 | - | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 8 | **-50** | **SEVERO** |
| 63 | + | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 40 | MODERADO |
| 64 | + | 2 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 28 | MODERADO |
| 65 | - | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | -36 | MODERADO |
| 66 | - | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | -36 | MODERADO |
| 67 | - | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 27 | MODERADO |
| 68 | + | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 31 | MODERADO |
| 69 | + | 4 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 44 | MODERADO |
| 70 | + | 4 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 44 | MODERADO |
| 71 | + | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 32 | MODERADO |
| 72 | + | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 27 | MODERADO |
| 73 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 4 | 28 | MODERADO |
| 74 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 32 | MODERADO |
| 75 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | -32 | MODERADO |
| 76 | + | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | 4 | 32 | MODERADO |
| 77 | + | 4 | 4 | 2 | 4 | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | 4 | 42 | MODERADO |
| 78 | - | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | **-50** | **SEVERO** |
| 79 | - | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | 4 | -28 | MODERADO |
| 80 | - | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | 4 | 32 | MODERADO |
| 81 | - | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 2 | 1 | 4 | 4 | -28 | MODERADO |
| 82 | + | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 27 | MODERADO |
| 83 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 4 | 28 | MODERADO |
| 84 | - | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 1 | 4 | 4 | -45 | MODERADO |
| 85 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | -21 | COMPATIBLE |
| 86 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | -22 | COMPATIBLE |
| 87 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | -21 | COMPATIBLE |
| 88 | - | 2 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | -23 | COMPATIBLE |
| 89 | - | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -19 | COMPATIBLE |
| 90 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | -22 | COMPATIBLE |
| 91 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | -21 | COMPATIBLE |
| 92 | + | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 27 | MODERADO |
| 93 | + | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 8 | 4 | 1 | 1 | 4 | 46 | MODERADO |
| 94 | - | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | -25 | MODERADO |
| 95 | - | 4 | 2 | 2 | 1 | 2 | 4 | 4 | 1 | 4 | 1 | -35 | MODERADO |
| 96 | - | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 1 | 1 | 4 | -40 | MODERADO |
| 97 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | -31 | MODERADO |
| 98 | - | 2 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | -24 | COMPATIBLE |
| 99 | - | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | -20 | COMPATIBLE |

| IMPACTO | SIGNO | I | EX | MO | PE | RV | RC | PR | SI | AC | EF | IMPORTANCIA | CRITERIO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 100 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | -23 | MODERADO |
| 101 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | -25 | MODERADO |
| 102 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 21 | COMPATIBLE |
| 103 | + | 2 | 1 | 2 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 26 | MODERADO |
| | | | | | | | | | | | | 698 | 35.29% |
| | | | | | | | | | | | | -1280 | -64.71% |
| | | | | | | | | | | | | 1924 | 100% |

El análisis de la intensidad de los impactos ambientales durante la etapa de construcción indica que el **64.71%** es **adverso**, ya que corresponde a la contaminación de la atmósfera por la excavación y movimiento de tierra.

Ahora se presenta la evaluación de los impactos ambientales en la **etapa de operación y mantenimiento**.

*Tabla V. 12. Evaluación de los impactos ambientales en la etapa de operación y mantenimiento.*

| IMPACTO | SIGNO | I | EX | MO | PE | RV | RC | PR | SI | AC | EF | IMPORTANCIA | CRITERIO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 104 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 24 | COMPATIBLE |
| 105 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 23 | COMPATIBLE |
| 106 | + | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 25 | MODERADO |
| 107 | + | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 25 | MODERADO |
| 108 | + | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 26 | MODERADO |
| 109 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 22 | COMPATIBLE |
| 110 | + | 2 | 2 | 4 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 27 | MODERADO |
| 111 | + | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 26 | MODERADO |
| 112 | + | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 26 | MODERADO |
| 113 | + | 2 | 2 | 4 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 27 | MODERADO |
| | | | | | | | | | | | | 251 | |
| | | | | | | | | | | | | 251 | 100.00% |
| | | | | | | | | | | | | 0 | 0.00% |
| | | | | | | | | | | | | 252 | 100% |

El análisis de la intensidad de los impactos ambientales durante la etapa de operación y mantenimiento, indica que el **100.00%** es **benéfica**, ya que corresponde a la recuperación del agua de los jales.

Finalmente se presenta la evaluación de los impactos ambientales en la **etapa del cierre operativo**.

*Tabla V. 13. Evaluación de los impactos ambientales en la etapa de cierre operativo.*

| IMPACTO | SIGNO | I | EX | MO | PE | RV | RC | PR | SI | AC | EF | IMPORTANCIA | CRITERIO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 114 | + | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 2 | 27 | MODERADO |
| 115 | + | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 | 28 | MODERADO |
| 116 | + | 4 | 4 | 1 | 4 | 4 | 8 | 2 | 1 | 1 | 2 | 43 | MODERADO |
| 117 | + | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 | 2 | 4 | 1 | 2 | 49 | MODERADO |
| 118 | + | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 34 | MODERADO |
| 119 | - | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 1 | 2 | 4 | -39 | MODERADO |
| 120 | + | 4 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 31 | MODERADO |
| 121 | + | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 | 1 | 1 | 1 | 4 | 47 | MODERADO |
| 122 | + | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 8 | 1 | 1 | 1 | 4 | 40 | MODERADO |
| 123 | + | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 23 | COMPATIBLE |
| 124 | + | 4 | 1 | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 35 | MODERADO |
| 125 | + | 4 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 31 | MODERADO |
| 126 | + | 4 | 4 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 38 | MODERADO |
| 127 | + | 4 | 4 | 1 | 4 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 37 | MODERADO |
| 128 | + | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 39 | MODERADO |
| 129 | + | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 38 | MODERADO |
| 130 | + | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | 40 | MODERADO |
| 131 | + | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 39 | MODERADO |
| 132 | + | 2 | 1 | 4 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 27 | MODERADO |
| 133 | + | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 1 | 2 | 1 | 4 | 4 | 38 | MODERADO |
| 134 | + | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 2 | 1 | 4 | 2 | 1 | 31 | MODERADO |
| 135 | + | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 35 | MODERADO |
| 136 | + | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 35 | MODERADO |
| 137 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 25 | MODERADO |
| 138 | + | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 34 | MODERADO |
| 139 | + | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 36 | MODERADO |
| 140 | + | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 | 35 | MODERADO |
| 141 | + | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 24 | COMPATIBLE |
| 132 | + | 8 | 4 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 47 | MODERADO |
| 143 | + | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 35 | MODERADO |
| 144 | + | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 4 | 37 | MODERADO |
| 145 | + | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 4 | 37 | MODERADO |
| 146 | + | 4 | 4 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 2 | 4 | 37 | MODERADO |
| 147 | + | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 4 | 37 | MODERADO |
| 148 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 4 | 27 | MODERADO |
| 149 | + | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 4 | 36 | MODERADO |
| 150 | + | 8 | 8 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 55 | SEVERO |
| 151 | + | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 33 | MODERADO |
| 152 | + | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 28 | MODERADO |
| 153 | + | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 20 | COMPATIBLE |
| 154 | + | 4 | 1 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 36 | MODERADO |

| IMPACTO | SIGNO | I | EX | MO | PE | RV | RC | PR | SI | AC | EF | IMPORTANCIA | CRITERIO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 155 | + | 4 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 46 | MODERADO |
| 156 | + | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 38 | MODERADO |
| 157 | + | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 42 | MODERADO |
| 158 | + | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 38 | MODERADO |
| 159 | + | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 32 | MODERADO |
| 160 | + | 2 | 1 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 32 | MODERADO |
| 161 | + | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 35 | MODERADO |
| 162 | + | 4 | 1 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 36 | MODERADO |
| 163 | + | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 38 | MODERADO |
| 164 | + | 4 | 1 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 38 | MODERADO |
| 165 | + | 4 | 2 | 2 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 37 | MODERADO |
| 166 | + | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 32 | MODERADO |
| 167 | + | 4 | 4 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 4 | 40 | MODERADO |
| 168 | + | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 34 | MODERADO |
| 169 | + | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 38 | MODERADO |
| 170 | + | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 34 | MODERADO |
| 171 | + | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 27 | COMPATIBLE |
| 172 | + | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 22 | COMPATIBLE |
| 173 | + | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 35 | MODERADO |
| 174 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 1 | -29 | MODERADO |
| 175 | + | 1 | 2 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 21 | COMPATIBLE |
| 176 | + | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 32 | MODERADO |
| 177 | + | 1 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 31 | MODERADO |
| 178 | + | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 17 | COMPATIBLE |
| 179 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 2 | 4 | 1 | 2 | 28 | MODERADO |
| 180 | + | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 21 | COMPATIBLE |
| 181 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 29 | MODERADO |
| 182 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 28 | MODERADO |
| 183 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 28 | MODERADO |
| 184 | + | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 26 | COMPATIBLE |
| 185 | + | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 32 | MODERADO |
| 186 | + | 4 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 30 | MODERADO |
| 187 | + | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 34 | MODERADO |
| 188 | + | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 34 | MODERADO |
| | | | | | | | | | | | | 2401 | |
| | | | | | | | | | | | | 2409 | 97.25% |
| | | | | | | | | | | | | -68 | -2.75% |
| | | | | | | | | | | | | 2477 | 100% |

El análisis de la intensidad de los impactos ambientales durante la etapa de Cierre operativo del proyecto, indica que el **97.25%** es **benéfica**, ya que corresponde a la restitución del sitio del proyecto “Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas”.

La evaluación de impactos ambientales de manera global y por etapa de proyecto se muestran en el Anexo V.1 Matriz de impacto ambiental.

**Afectación de los impactos ambientales por cada Componente Ambiental**

A continuación, se muestran los impactos ambientales que **inciden en la flora**.

*Tabla V. 14. Evaluación de los impactos ambientales del proyecto que afectan a la flora.*

| IMPACTO | SIGNO | I | EX | MO | PE | RV | RC | PR | SI | AC | EF | IMPORTANCIA | CRITERIO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 22 | - | 4 | 1 | 3 | 4 | 4 | 8 | 2 | 2 | 1 | 4 | -42 | MODERADO |
| 23 | - | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | -33 | MODERADO |
| 36 | + | 2 | 1 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 26 | MODERADO |
| 37 | + | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 23 | COMPATIBLE |
| 38 | + | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 26 | MODERADO |
| 39 | + | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 24 | COMPATIBLE |
| 90 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | -22 | COMPATIBLE |
| 100 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | -23 | MODERADO |
| 121 | + | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 | 1 | 1 | 1 | 4 | 47 | MODERADO |
| 122 | + | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 8 | 1 | 1 | 1 | 4 | 40 | MODERADO |
| 140 | + | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 | 35 | MODERADO |
| 141 | + | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 24 | COMPATIBLE |
| 142 | + | 8 | 4 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 47 | MODERADO |
| 143 | + | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 35 | MODERADO |
| 154 | + | 4 | 1 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 36 | MODERADO |
| 155 | + | 4 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 46 | MODERADO |
| 156 | + | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 38 | MODERADO |
| 157 | + | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 42 | MODERADO |
| 158 | + | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 38 | MODERADO |
| | | | | | | | | | | | | 407 | |
| | | | | | | | | | | | | 527 | 81.45% |
| | | | | | | | | | | | | -120 | -18.55% |
| | | | | | | | | | | | | 647 | 100% |

El resultado del análisis cuantitativo indica que el **81.45%** de la intensidad de los impactos ambientales que inciden en la flora son **beneficiosos**, mientras que sólo el 18.55% son adversos, esto se relaciona a que la vegetación por retirar se compensará mediante el rescate y reubicación de las especies.

A continuación, se muestran los impactos ambientales que **inciden en la fauna**.

*Tabla V. 15. Evaluación de los impactos ambientales del proyecto que afectan a la fauna.*

| IMPACTO | SIGNO | I | EX | MO | PE | RV | RC | PR | SI | AC | EF | IMPORTANCIA | CRITERIO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | - | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | -24 | COMPATIBLE |
| 9 | + | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 34 | MODERADO |
| 10 | + | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 16 | COMPATIBLE |
| 24 | - | 4 | 1 | 3 | 4 | 4 | 8 | 2 | 2 | 1 | 4 | -42 | MODERADO |
| 25 | - | 4 | 1 | 3 | 4 | 4 | 8 | 2 | 2 | 1 | 4 | -42 | MODERADO |
| 40 | + | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 23 | COMPATIBLE |
| 41 | + | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 4 | 25 | MODERADO |
| 47 | - | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | -40 | MODERADO |
| 55 | - | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | -27 | MODERADO |
| 67 | - | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 27 | MODERADO |
| 86 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | -22 | COMPATIBLE |
| 91 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | -21 | COMPATIBLE |
| 101 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | -25 | MODERADO |
| 123 | + | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 23 | COMPATIBLE |
| 124 | + | 4 | 1 | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 35 | MODERADO |
| 125 | + | 4 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 31 | MODERADO |
| 133 | + | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 1 | 2 | 1 | 4 | 4 | 38 | MODERADO |
| 144 | + | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 1 | 4 | 37 | MODERADO |
| 145 | + | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 | 4 | 37 | MODERADO |
| 159 | + | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 32 | MODERADO |
| 160 | + | 2 | 1 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 32 | MODERADO |
| 161 | + | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 35 | MODERADO |
| 178 | + | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 17 | COMPATIBLE |
| 181 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 29 | MODERADO |
| 182 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 28 | MODERADO |
| 183 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 28 | MODERADO |
| | | | | | | | | | | | | 284 | |
| | | | | | | | | | | | | 429 | 76.06% |
| | | | | | | | | | | | | -135 | -23.94% |
| | | | | | | | | | | | | 564 | 100% |

El resultado del análisis cuantitativo indica que el **76.06%** de la intensidad de los impactos ambientales que inciden en la fauna son **beneficiosos**, mientras que el 23.94% son adversos.

A continuación, se muestran los impactos ambientales que **inciden en el suelo**.

*Tabla V. 16. Evaluación de los impactos ambientales del proyecto que afectan al suelo.*

| IMPACTO | SIGNO | I | EX | MO | PE | RV | RC | PR | SI | AC | EF | IMPORTANCIA | CRITERIO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | - | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | -33 | MODERADO |
| 16 | - | 4 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | -37 | MODERADO |
| 19 | - | 4 | 2 | 3 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | -39 | MODERADO |
| 20 | - | 4 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | -37 | MODERADO |
| 21 | - | 4 | 1 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | -35 | MODERADO |
| 32 | + | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 30 | MODERADO |
| 48 | - | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 8 | 4 | 4 | -50 | SEVERO |
| 56 | - | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 8 | 2 | 2 | 4 | 8 | -50 | SEVERO |
| 59 | - | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | -32 | MODERADO |
| 73 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 4 | 28 | MODERADO |
| 74 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 32 | MODERADO |
| 75 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | -32 | MODERADO |
| 87 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | -21 | COMPATIBLE |
| 89 | - | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -19 | COMPATIBLE |
| 97 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | -31 | MODERADO |
| 99 | - | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | -20 | COMPATIBLE |
| 117 | + | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 8 | 2 | 4 | 1 | 2 | 49 | MODERADO |
| 120 | + | 4 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 31 | MODERADO |
| 137 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 25 | MODERADO |
| 138 | + | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 34 | MODERADO |
| 139 | + | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 36 | MODERADO |
| 180 | + | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 21 | COMPATIBLE |
| | | | | | | | | | | | | -150 | |
| | | | | | | | | | | | | 286 | 39.61% |
| | | | | | | | | | | | | -436 | -60.39% |
| | | | | | | | | | | | | 722 | 100% |

El resultado del análisis cuantitativo indica que el 39.61% de la intensidad de los impactos ambientales que inciden en el suelo son beneficiosos, mientras que el **60.39% son adversos** debido a la afectación de la topografía y paisaje.

A continuación, se muestran los impactos ambientales que **inciden en la atmósfera**.

*Tabla V. 17. Evaluación de los impactos ambientales del proyecto que afectan a la atmósfera.*

| IMPACTO | SIGNO | I | EX | MO | PE | RV | RC | PR | SI | AC | EF | IMPORTANCIA | CRITERIO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | - | 2 | 2 | 3 | 4 | 1 | 1 | 2 | 4 | 4 | 4 | -33 | MODERADO |
| 2 | - | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 1 | 4 | 2 | 2 | 4 | -32 | MODERADO |
| 13 | - | 4 | 2 | 3 | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | -41 | MODERADO |
| 14 | - | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | -35 | MODERADO |
| 30 | - | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | -35 | MODERADO |

| IMPACTO | SIGNO | I | EX | MO | PE | RV | RC | PR | SI | AC | EF | IMPORTANCIA | CRITERIO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31 | - | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | -33 | MODERADO |
| 45 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 4 | -26 | MODERADO |
| 46 | - | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | -38 | MODERADO |
| 53 | - | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 8 | 1 | 1 | 1 | 4 | -40 | MODERADO |
| 54 | - | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 8 | 1 | 1 | 1 | 4 | -40 | MODERADO |
| 65 | - | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | -36 | MODERADO |
| 66 | - | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | -36 | MODERADO |
| 79 | - | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | 4 | -28 | MODERADO |
| 80 | - | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | 4 | 32 | MODERADO |
| 81 | - | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 2 | 1 | 4 | 4 | -28 | MODERADO |
| 84 | - | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 1 | 4 | 4 | -45 | MODERADO |
| 85 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | -21 | COMPATIBLE |
| 94 | - | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | -25 | MODERADO |
| 95 | - | 4 | 2 | 2 | 1 | 2 | 4 | 4 | 1 | 4 | 1 | -35 | MODERADO |
| 96 | - | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 1 | 1 | 4 | -40 | MODERADO |
| 104 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 24 | COMPATIBLE |
| 116 | + | 4 | 4 | 1 | 4 | 4 | 8 | 2 | 1 | 1 | 2 | 43 | MODERADO |
| 131 | + | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 39 | MODERADO |
| 132 | + | 2 | 1 | 4 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 27 | MODERADO |
| 151 | + | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 33 | MODERADO |
| 152 | + | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 28 | MODERADO |
| 176 | + | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 32 | MODERADO |
| 177 | + | 1 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 31 | MODERADO |
| | | | | | | | | | | | | -358 | |
| | | | | | | | | | | | | 289 | 30.88% |
| | | | | | | | | | | | | -647 | -69.12% |
| | | | | | | | | | | | | 936 | 100% |

El resultado del análisis cuantitativo indica que el **30.88%** de la intensidad de los impactos ambientales que inciden en la atmósfera son **beneficiosos**, mientras que el 69.12% son adversos, debido a la emisión de partículas principalmente en la etapa de construcción y por las emisiones de la maquinaria por utilizar y las partículas de polvo

A continuación, se muestran los impactos ambientales que **inciden en el componente ambiental del agua**.

*Tabla V. 18. Evaluación de los impactos ambientales del proyecto que afectan al agua.*

| IMPACTO | SIGNO | I | EX | MO | PE | RV | RC | PR | SI | AC | EF | IMPORTANCIA | CRITERIO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 17 | - | 4 | 1 | 3 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | -38 | MODERADO |
| 18 | - | 4 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | -41 | MODERADO |
| 34 | + | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 20 | COMPATIBLE |

| IMPACTO | SIGNO | I | EX | MO | PE | RV | RC | PR | SI | AC | EF | IMPORTANCIA | CRITERIO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 35 | + | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 17 | COMPATIBLE |
| 57 | - | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | -32 | MODERADO |
| 58 | - | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | 4 | -36 | MODERADO |
| 70 | + | 4 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 44 | MODERADO |
| 71 | + | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 32 | MODERADO |
| 72 | + | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 27 | MODERADO |
| 88 | - | 2 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | -23 | COMPATIBLE |
| 98 | - | 2 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | -24 | COMPATIBLE |
| 111 | + | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 26 | MODERADO |
| 114 | + | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 2 | 27 | MODERADO |
| 118 | + | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 34 | MODERADO |
| 119 | - | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 1 | 2 | 4 | -39 | MODERADO |
| 134 | + | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 2 | 1 | 4 | 2 | 1 | 31 | MODERADO |
| 135 | + | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 35 | MODERADO |
| 136 | + | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 35 | MODERADO |
| 153 | + | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 20 | COMPATIBLE |
| 167 | + | 4 | 4 | 2 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 4 | 40 | MODERADO |
| 168 | + | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 34 | MODERADO |
| 169 | + | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 38 | MODERADO |
| 170 | + | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 34 | MODERADO |
| 173 | + | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 35 | MODERADO |
| 174 | - | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 1 | -29 | MODERADO |
| 179 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 2 | 4 | 1 | 2 | 28 | MODERADO |
| | | | | | | | | | | | | 295 | |
| | | | | | | | | | | | | 557 | 68.01% |
| | | | | | | | | | | | | -262 | -31.99% |
| | | | | | | | | | | | | 819 | 100% |

El resultado del análisis cuantitativo indica que el **68.01%** de la intensidad de los impactos ambientales que inciden en el agua son **beneficiosos**, mientras que el 31.99% son adversos, debido la protección del textil que impide la infiltración al subsuelo y la recuperación del agua que se recicla al proceso.

A continuación, se muestran los impactos ambientales que **inciden en el medio socioeconómico.**

*Tabla V. 19. Evaluación de los impactos ambientales del proyecto que inciden en el medio socioeconómico.*

| IMPACTO | SIGNO | I | EX | MO | PE | RV | RC | PR | SI | AC | EF | IMPORTANCIA | CRITERIO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | + | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 28 | MODERADO |
| 8 | + | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 19 | COMPATIBLE |
| 12 | + | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 29 | MODERADO |
| 28 | - | 2 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | -32 | MODERADO |
| 29 | + | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 24 | COMPATIBLE |
| 33 | + | 4 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 4 | 35 | MODERADO |
| 44 | + | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 24 | COMPATIBLE |
| 52 | + | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 34 | MODERADO |
| 60 | - | 8 | 4 | 1 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | -52 | SEVERO |
| 64 | + | 2 | 2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 28 | MODERADO |
| 69 | + | 4 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 44 | MODERADO |
| 77 | + | 4 | 4 | 2 | 4 | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | 4 | 42 | MODERADO |
| 78 | - | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | -50 | SEVERO |
| 83 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 4 | 28 | MODERADO |
| 93 | + | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 8 | 4 | 1 | 1 | 4 | 46 | MODERADO |
| 103 | + | 2 | 1 | 2 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 26 | MODERADO |
| 105 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 23 | COMPATIBLE |
| 107 | + | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 25 | MODERADO |
| 110 | + | 2 | 2 | 4 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 27 | MODERADO |
| 113 | + | 2 | 2 | 4 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 27 | MODERADO |
| 115 | + | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 | 28 | MODERADO |
| 129 | + | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 38 | MODERADO |
| 130 | + | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | 40 | MODERADO |
| 149 | + | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 4 | 36 | MODERADO |
| 150 | + | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 25 | MODERADO |
| 165 | + | 4 | 2 | 2 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 37 | MODERADO |
| 166 | + | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 32 | MODERADO |
| 171 | + | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 27 | COMPATIBLE |
| 172 | + | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 22 | COMPATIBLE |
| 175 | + | 1 | 2 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 21 | COMPATIBLE |
| 187 | + | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 34 | MODERADO |
| 188 | + | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 34 | MODERADO |
| | | | | | | | | | | | | 749 | |
| | | | | | | | | | | | | 883 | 86.82% |
| | | | | | | | | | | | | -134 | -13.18% |
| | | | | | | | | | | | | 1017 | 100% |

El resultado del análisis cuantitativo nos indica que el **86.82%** de la intensidad de los impactos ambientales que inciden el medio socioeconómico son **beneficiosos**, mientras que el 13.18% son adversos, debido a la generación de empleos y derrama económica.

A continuación, se muestran los impactos ambientales que **inciden en el paisaje.**

*Tabla V. 20 Evaluación de los impactos ambientales del proyecto que inciden en el paisaje.*

| IMPACTO | SIGNO | I | EX | MO | PE | RV | RC | PR | SI | AC | EF | IMPORTANCIA | CRITERIO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | + | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 34 | MODERADO |
| 5 | + | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 27 | MODERADO |
| 26 | - | 4 | 1 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | -33 | MODERADO |
| 27 | - | 4 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 4 | -37 | MODERADO |
| 42 | + | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 4 | 22 | COMPATIBLE |
| 49 | - | 4 | 4 | 2 | 4 | 8 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | -52 | SEVERO |
| 50 | - | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 8 | 2 | 4 | 4 | 50 | SEVERO |
| 61 | - | 4 | 4 | 8 | 2 | 2 | 8 | 2 | 2 | 2 | 4 | -50 | SEVERO |
| 62 | - | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 8 | -50 | SEVERO |
| 126 | + | 4 | 4 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 38 | MODERADO |
| 127 | + | 4 | 4 | 1 | 4 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 37 | MODERADO |
| 146 | + | 4 | 4 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 2 | 4 | 37 | MODERADO |
| 147 | + | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 4 | 37 | MODERADO |
| 161 | + | 4 | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 35 | MODERADO |
| 162 | + | 4 | 1 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 36 | MODERADO |
| 163 | + | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 38 | MODERADO |
| 184 | + | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 26 | COMPATIBLE |
| 185 | + | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 32 | MODERADO |
| | | | | | | | | | | | | 227 | |
| | | | | | | | | | | | | 449 | 66.92% |
| | | | | | | | | | | | | -222 | -33.08% |
| | | | | | | | | | | | | 671 | 100% |

El resultado del análisis cuantitativo nos indica que el **66.92%** de la intensidad de los impactos ambientales que inciden el medio socioeconómico son **beneficiosos**, mientras que el 33.08% son adversos, debido a la generación de empleos y derrama económica.

La evaluación de impactos ambientales por componente ambiental se muestra en el Anexo V.1 Matriz de impacto ambiental.

## V.4 Impactos residuales

### Atmósfera

#### *Atm-1 Decremento de la calidad del aire (polvos fugitivos y emisiones contaminantes)*

La generación y dispersión de partículas suspendidas (polvos fugitivos), derivado de la operación de maquinaria pesada, despalme, excavaciones, tráfico vehicular, acarreo de materiales, conformación de los bordos, etc. Figura como impacto potencial debido a que se producirá de forma moderada durante las etapas de preparación y construcción, siendo un impacto inherente y lógico de las maniobras requeridas en estas etapas, pero con temporalidad fugaz y recuperable de forma inmediata al cesar las actividades que generan las emisiones (durante el primer año de desarrollo del proyecto). Durante la etapa de operación, la afectación será mínima (compatible), y estará principalmente localizada en las áreas del camino de servicios.

Dada la cercanía del Proyecto con localidades rurales, el potencial decremento de la calidad del aire representa un impacto que adquiere mayor importancia, por su efecto residual con otras intensas emisiones atmosféricas en el área, principalmente por los vehículos que circulan regularmente por la ciudad, y por las grandes extensiones de parcelas agrícolas que son consideradas como susceptibles a la erosión eólica y por lo tanto potenciales sitios de emisiones de polvos.

Por esta razón, aun cuando las matrices de evaluación de impactos muestran que el impacto principal es ocasionado por la emisión de material particulado, considerando principalmente los parámetros PST, $PM_{10}$, el impacto Atm-1 también incluye a las emisiones de los gases de combustión como los óxidos de carbono ($CO_X$), óxidos de azufre ($SO_X$), óxidos de nitrógeno ($NO_X$), que serán generados de forma moderada por el Proyecto, particularmente durante su preparación y construcción.

### Geomorfología

#### *Ge-1 Alteración en la topografía*

La ejecución del Proyecto “Nuevo Depósito de Jales de la Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas” implica la modificación de la topografía primeramente por medio de cortes y excavaciones, y posteriormente de manera más sensible con la conformación de las terrazas y por la construcción de los bordos inicial y final.

Es importante destacar que las alteraciones topográficas generadas por el banco de tiro no serán permanentes, ya que este material se reutilizará durante la fase de cierre del proyecto. Sin embargo, las modificaciones a la topografía natural, aunque puntuales, son de alta intensidad, persistencia, irreversibilidad, continuidad e irrecuperabilidad. Esto significa que la nueva geoforma artificial resultante será una característica permanente en el paisaje.

**Suelos**

***Su-1 Aumento del potencial de erosión***

Las actividades de extracción del suelo (despalme), recuperación de la capa orgánica, acarreo y disposición para la conformación de las terrazas, podrían ocasionar un incremento en la tasa de erosión local; especialmente en la franja de terrenos inmediatos al área de ocupación de las obras, lo cual ocurrirá durante la etapa de preparación del sitio, estimándose como un impacto de importancia severa. De la misma forma, se estima que las actividades de construcción de las obras del Proyecto, incluyendo a las obras asociadas, generarán un impacto de la misma naturaleza, pero de importancia severa y moderada.

Para la etapa de operación no se prevé ninguna actividad que pueda incrementar la posibilidad de perder el suelo por efectos eólicos ni hídricos. No obstante, la realización de las actividades propias de cada etapa del Proyecto, que incrementan el potencial de erosión del suelo, junto con la importancia relativa o peso ponderado que mantiene el componente suelo en la dinámica del ecosistema en el SAR, obligan a considerar a éste como un impacto principal.

***Su-2 Alteraciones en distribución y cobertura de suelos***

Durante las actividades de Preparación de terreno se eliminará la cobertura de suelos en el área de desmonte del Depósito de Jales, y en donde se construirán los otros componentes del Proyecto, excepto las líneas de conducción de jales y agua clarificada que irán dentro de trincheras rellenas; considerándose una recuperación y almacenamiento diferenciado del suelo orgánico en el banco de tiro.

El suelo rescatado será resguardado para ser utilizado posteriormente en la superficie sobre los taludes externos del proyecto, para realizar actividades de reforestación como una medida de compensación, lo que mitigará en cierta medida el impacto a la cobertura y distribución de los suelos. Aun así, se anticipa que el suelo deberá ser enriquecido con fertilizantes para su efectivo uso como sustrato para la vegetación, ya que su apilamiento en las terrazas del banco de tiro y periodos prolongados de almacenamiento provocará la pérdida de sus propiedades originales, deteriorando su calidad por la falta de oxigenación.

No obstante, debido a la importancia ambiental del suelo en el contexto del SAR, las ponderaciones asignadas del componente del suelo se posiciona dentro de los impactos principales; es decir, aun cuando las afectaciones al suelo por el desarrollo de las etapas de preparación y construcción del “Nuevo Depósito de Jales de la Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas” son de carácter severo, de acuerdo con el análisis previo para determinar el peso ponderado de cada componente en la dinámica del ecosistema, el suelo es el componente de mayor relevancia en el contexto del SAR, y por lo tanto las modificaciones al mismo deben ser consideradas como principales, pudiendo ser mitigadas con aquellos impactos beneficiosos del mismo proyecto.

## V.5 Impactos acumulativos

Ya que no es suficiente evaluar los impactos ambientales del proyecto como si fueran la única fuente de cambio en el Sistema Ambiental Regional, se identificarán los cambios ocasionados en el ambiente que están generando u ocurrieron como resultado de otras actividades mineras en la región, y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el proyecto interactúa.

El proyecto “Nuevo Depósito de Jales de la Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas” conlleva por su naturaleza impactos acumulativos, que son aquellos que pueden ser acentuados o sumados a los impactos a determinado Factor ambiental, ya sean entre las obras pretendidas, obras y actividades existentes e incluso, por la dinámica natural y de uso de suelo del terreno y región.

Para fines descriptivos de impactos acumulativos, el Proyecto “Nuevo Depósito de Jales de la Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas”, descarta como relevantes a las afectaciones que pueden llegar a ser acumulativas pero cuyos efectos presentan características de persistencia fugaz o temporal, reversibles a corto plazo, y recuperables a corto o mediano plazo. Para efectos de relevancia en la acumulación de impactos, se consideran como relevantes a aquellos impactos identificados como principales y que presentan efectos permanentes, irreversibles, que implican necesidad de medidas de mitigación o que puedan llegar a ser irrecuperables.

Los impactos relevantes y acumulativos corresponden a:

- Modificaciones geomorfológicas

Se incrementará la superficie de afectaciones por cortes y excavaciones dentro del Sistema Ambiental Regional, así como la generación de geoformas artificiales de importantes dimensiones, incluyendo los aspectos sinérgicos de tales modificaciones.

- Pérdida de suelo (cobertura y erosión)

El Proyecto, acumulará sus impactos sobre el componente suelo (especialmente sobre los Factores de cobertura y potencial de erosión), a otras actividades que afectan al entorno local y regional, destacando entre éstas a la pérdida de suelos por el desarrollo urbano, por las actividades minero-industriales, e incluso por los efectos de erosión eólica e hídrica a los que son susceptibles los suelos agrícolas de temporal anual, así como las degradación física por pérdida de la función productiva de los mismos a causa de su uso agrícola

- Modificación del paisaje

Dentro del Sistema Ambiental Regional, prácticamente no existen áreas que conserven en buen estado su condición natural, ya que se trata de un entorno intensamente modificado a lo largo de los años por la población y por las actividades productivas desarrolladas en él.

## V.6 Conclusiones

En conclusión, el proyecto generará tres impactos principales que serán residuales y acumulativos, es decir, permanentes en la región: las modificaciones morfológicas y topográficas del sitio y la transformación o modificación del paisaje, considerando que la vocación de la región es minera. Estas alteraciones topográficas se manifiestan directamente en el trazo y nivelación del terreno, una actividad que implica una modificación significativa de las pendientes y la creación de cortes y rellenos para la infraestructura del depósito de jales, resultando en la pérdida del paisaje original. De igual manera, la conformación de los bordos alterará los contornos naturales del terreno, creando geoformas artificiales. Finalmente, la colocación del geotextil y la construcción de la presa de jales en su totalidad, aunque necesaria, representa un impacto negativo únicamente en el uso del territorio, ya que destina una superficie considerable a usos no productivos, limitando la disponibilidad de suelo para actividades productivas alternativas.

A pesar de la afectación que el proyecto pueda generar, esto se justifica por los importantes beneficios económicos y sociales que conlleva, como la generación y permanencia de empleos en la región y la significativa derrama económica derivada de su ejecución. Además, las actividades de rescate y reubicación de la vegetación impactarán positivamente al aumentar la cobertura vegetal, mejorando el paisaje y contribuyendo a la recuperación visual del sitio.

# CAPÍTULO VI.

ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

# ÍNDICE

CAPITULO VI. ESTRATEGIAS 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 las medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental. ..... 1

VI.1.1 Atmósfera ..... 1

VI.1.2 Geomorfología ..... 6

VI.1.3 Suelo ..... 7

VI.1.4 Fauna ..... 10

VI.1.5 Paisaje ..... 12

VI.1.6 Medio socioeconómico ..... 14

VI.1.8 Medidas generales de prevención, mitigación o compensación para los impactos secundarios identificados, por componente ambiental ..... 15

VI.2 Programa de vigilancia ambiental..... 18

VI.3 Seguimiento y control (monitoreo). ..... 20

VI.4 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas..... 28

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VI. 1 Medidas para el componente Atmósfera. ..... 1
Tabla VI. 2 Medidas para el componente Geomorfología..... 6
Tabla VI. 3 Medidas para el componente Suelo. ..... 7
Tabla VI. 4 Medidas de mitigación para la compensación de suelo. ..... 8
Tabla VI. 5 Medidas para el componente Fauna. ..... 10
Tabla VI. 6 Medidas para el componente Paisaje. ..... 13
Tabla VI. 7 Medidas para el componente Medio socioeconómico. ..... 14
Tabla VI. 8 Programa de medidas de mitigación de los impactos ambientales. ..... 14
Tabla VI. 9 Cálculo de la compensación de agua (infiltración) ..... 16
Tabla VI. 10 Cálculo de la compensación de agua (infiltración). ..... 17
Tabla VI. 11 Cronograma de actividades del Programa de Vigilancia Ambiental ..... 19
Tabla VI. 12 Cronograma de actividades del rescate y reubicación de la fauna localizada en el sitio. ..... 19
Tabla VI. 13 Formato de ahuyentamiento de fauna. ..... 21
Tabla VI. 14 Formato de trampeo de fauna. ..... 21
Tabla VI. 15 Formato de personal responsable del monitoreo, ahuyentamiento y rescate. ..... 22
Tabla VI. 16 Formato de fechas para los muestreos por anualidad. ..... 22
Tabla VI. 17 Formato de captura y liberación de fauna. ..... 23
Tabla VI. 18 Indicadores de éxito para alcanzar los resultados esperados de la protección de la fauna. ..... 23
Tabla VI. 19 Bitácora de entradas y salidas de Residuos de Manejo Especial. ..... 24
Tabla VI. 20 Bitácora de Residuos Sólidos Urbanos a generar. ..... 24
Tabla VI. 21 Bitácora de generación y disposición de Residuos Sólidos Urbanos. ..... 25
Tabla VI. 22 Indicadores de éxito para alcanzar los resultados esperados de la gestión integral de residuos generados. ..... 25
Tabla VI. 23 Formato de mantenimiento de vehículos ligeros ..... 26
Tabla VI. 24 Formato de verificación de kit de contención de derrames. ..... 26
Tabla VI. 25 Indicadores de éxito para alcanzar los resultados esperados del Programa de mantenimiento de los equipos, maquinaria y vehículos de carga pesada y ligera. .. 26
Tabla VI. 26 Formato de la lista de asistencia a cursos de capacitación del Programa de Mantenimiento y Vigilancia Ambiental. ..... 27
Tabla VI. 27 Formato de riego de las áreas del proyecto. ..... 27
Tabla VI. 28 Indicadores de éxito para alcanzar los resultados esperados del Programa de Capacitación al personal. ..... 27
Tabla VI. 29 Indicadores de éxito para alcanzar los resultados esperados de la estabilización de taludes. ..... 28
Tabla VI. 30 Presupuesto para el proyecto. ..... 29
Tabla VI. 34 Inversión del proyecto por etapa. ..... 29

# CAPITULO VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Se definirán, clasificarán y describirán las acciones, medidas o estrategias a realizar por la Promovente para prevenir, mitigar, restaurar y/o compensar los impactos ambientales significativos que serán generados por la realización del proyecto "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas" tanto en el predio, área de influencia del proyecto en particular, como en el sistema ambiental regional en el que se ubica.

## VI.1 Descripción de la medida o programa de las medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental.

Tomando en cuenta los principales impactos ambientales que generará el proyecto de depósito de jales, identificados con la metodología de evaluación empleada en el capítulo anterior, se llevarán a cabo las medidas de prevención, mitigación y compensación para los componentes ambientales en cada una de las etapas del proyecto.

### VI.1.1 Atmósfera

Las medidas que se implementarán para la protección del componente de atmósfera son:

*Tabla VI. 1 Medidas para el componente Atmósfera.*

| | **1. Prevención y mitigación para la protección del factor ambiental: Atmósfera** | | | |
|---|---|---|---|---|
| **I[1]** | **Preparación** | | | |
| | ***Descripción de la medida[2]*** | ***Tiempo[3]*** | ***Recursos necesarios[4]*** | ***Grado de cumplimiento[5]*** |
| 1 | Humedecimiento de las superficies de trabajo, caminos de acceso y áreas donde la maquinaria pesada opere o se transporten materiales. | 12 meses (considerando temporada de lluvia) | Agua, equipo de riego (camión pipa 10,000 L), personal. | Conteo de los riegos efectuados. |
| 2 | Mantenimiento de equipos: Asegurar que la maquinaria esté en buen estado para reducir emisiones y optimizar la operación. | 12 meses | Programa de mantenimiento, refacciones, personal técnico capacitado, registros de mantenimiento, taller mecánico. | Bitácora de cumplimiento. |
| 3 | Mantenimiento preventivo de maquinaria pesada: Asegurar que toda la maquinaria pesada reciba un mantenimiento regular y adecuado. | 12 meses | Programa de mantenimiento, personal mecánico, servicios de mantenimiento fuera de las instalaciones. | Certificado de verificación vehicular para cada contratista |
| 4 | Mantenimiento preventivo de vehículos de carga ligera. | 12 meses | Programa de mantenimiento, personal mecánico, servicios de mantenimiento fuera de las instalaciones. | Certificado de verificación vehicular para cada contratista |
| 5 | Prohibición de fuegos, fogatas y/o quemas | 12 meses | Señalamientos indicativos y/o prohibición | Evidencia fotográfica del estado de la señalización. |
| 6 | Control de Velocidad – caminos internos 20 km/h km/h | 12 meses | Señalización de límite de velocidad | Evidencia fotográfica del estado de la señalización. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 7 | Control de Velocidad vialidades de acceso 30 km/h km/h | 12 meses | Señalización de límite de velocidad | Evidencia fotográfica del estado de la señalización. |
| | **1. Prevención y mitigación para la protección del factor ambiental: Atmósfera** | | | |
| **I[1]** | **Construcción** | | | |
| | ***Descripción de la medida[2]*** | ***Tiempo[3]*** | ***Recursos necesarios[4]*** | ***Grado de cumplimiento[5]*** |
| 8 | Humedecimiento de las superficies de trabajo, caminos de acceso y áreas donde la maquinaria pesada opere o se transporten materiales. | 9 meses (considerando temporada de lluvia) | Agua, equipo de riego (camión pipa 10,000 L), personal. | Conteo de los riegos efectuados. |
| 9 | Mantenimiento de equipos: Asegurar que la maquinaria esté en buen estado para reducir emisiones y optimizar la operación. | 9 meses | Programa de mantenimiento, refacciones, personal técnico capacitado, registros de mantenimiento, taller mecánico. | Bitácora de cumplimiento. |
| 10 | Mantenimiento preventivo de maquinaria pesada: Asegurar que toda la maquinaria pesada reciba un mantenimiento regular y adecuado. | 9 meses | Programa de mantenimiento, personal mecánico, servicios de mantenimiento fuera de las instalaciones. | Certificado de verificación vehicular para cada contratista |
| 11 | Mantenimiento preventivo de vehículos de carga ligera. | 9 meses | Programa de mantenimiento, personal mecánico, servicios de mantenimiento fuera de las instalaciones. | Certificado de verificación vehicular para cada contratista |
| 12 | Prohibición de fuegos, fogatas y/o quemas | 9 meses | Señalamientos indicativos y/o prohibición | Evidencia fotográfica del estado de la señalización. |
| 13 | Control de Velocidad – caminos internos 20 km/h km/h | 9 meses | Señalización de límite de velocidad | Evidencia fotográfica del estado de la señalización. |
| 14 | Control de Velocidad vialidades de acceso 30 km/h km/h | 9 meses | Señalización de límite de velocidad | Evidencia fotográfica del estado de la señalización. |
| **I[1]** | **Operación y mantenimiento** | | | |
| | ***Descripción de la medida[2]*** | ***Tiempo[3]*** | ***Recursos necesarios[4]*** | ***Grado de cumplimiento[5]*** |
| 15 | Humedecimiento de las superficies de trabajo, caminos de acceso y áreas donde la maquinaria pesada opere o se transporten materiales. | 219.12 meses (considerando temporada de lluvia) | Agua, equipo de riego (camión pipa 10,000 L), personal. | Conteo de los riegos efectuados. |
| 16 | Mantenimiento de equipos: Asegurar que la maquinaria esté en buen estado para reducir emisiones y optimizar la operación. | 219.12 meses | Programa de mantenimiento, refacciones, personal técnico capacitado, registros de mantenimiento, taller mecánico. | Bitácora de cumplimiento. |
| 17 | Mantenimiento preventivo de maquinaria pesada: Asegurar que toda la maquinaria pesada reciba un mantenimiento regular y adecuado. | 219.12 meses | Programa de mantenimiento, personal mecánico, servicios de mantenimiento fuera de las instalaciones. | Certificado de verificación vehicular para cada contratista |
| 18 | Mantenimiento preventivo de vehículos de carga ligera. | 219.12 meses | Programa de mantenimiento, personal mecánico, servicios de mantenimiento fuera de las instalaciones. | Certificado de verificación vehicular para cada contratista |
| 19 | Control de Velocidad – caminos internos 20 km/h km/h | 219.12 meses | Inspección de señalización de límite de velocidad | Evidencia fotográfica del estado de la señalización. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 20 | Control de Velocidad vialidades de acceso 30 km/h km/h | 219.12 meses | Inspección de señalización de límite de velocidad | Evidencia fotográfica del estado de la señalización. |
| I[1] | **Cierre** | | | |
| | ***Descripción de la medida[2]*** | ***Tiempo[3]*** | ***Recursos necesarios[4]*** | ***Grado de cumplimiento[5]*** |
| 21 | Humedecimiento de las superficies de trabajo, caminos de acceso y áreas donde la maquinaria pesada opere o se transporten materiales. | 219.12 meses (considerando temporada de lluvia) | Agua, equipo de riego (camión pipa 10,000 L), personal. | Conteo de los riegos efectuados. |
| 22 | Control de Velocidad – caminos internos 20 km/h km/h | 219.12 meses | Inspección de señalización de límite de velocidad | Evidencia fotográfica del estado de la señalización. |
| 23 | Control de Velocidad vialidades de acceso 30 km/h km/h | 219.12 meses | Inspección de señalización de límite de velocidad | Evidencia fotográfica del estado de la señalización. |

*1= Impacto al que va dirigida la acción 2=Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación*

*3=Tiempo en el que se instrumentará o duración 4= Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.*

*5= Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia*

**Descripción detallada de las medidas a aplicar para la atmósfera en esta línea estratégica**

1. *Humedecimiento de superficies de rodado (accesos, áreas de maniobras)*

Esta actividad pretende aglomerar las partículas disponibles en el suelo que pudieran transformarse en partículas suspendidas a raíz del tránsito de vehículos y equipo en los caminos de acceso. Esto será posible a través de humedecer los caminos mediante riego con una pipa equipada de aspersores.

Se propone que en temporada de lluvias (junio-agosto) el riego se suspenda siempre y cuando el suelo se encuentre húmedo. Caso contrario, durante el periodo normal se propone el riego dos veces al día: antes del inicio del turno de trabajo y antes de concluir el mismo (periodos de mayor tránsito). Esta actividad será desarrollada durante los 21 meses que duran las etapas de preparación y construcción del sitio.

Los recursos necesarios para la ejecución de esta actividad son: Renta de camión pipa con por lo menos 10,000 L de capacidad, equipada con motobomba y aspersores. El costo estimado es de $ **XXXXXXXX** pesos por servicio.

El indicador de eficiencia serán los recorridos de riego por semana, calculados por control de vigilancia. No se considera la medición de partículas suspendidas, ya que el monitoreo no es representativo, toda vez que el tránsito no es constante y presenta horarios pico de flujo vehicular, quedando el resto del día con actividad mínima.

La medida de emergencia en caso de observar que no se cumple el objetivo de reducir la presencia de partículas suspendidas será la adición de un tercer recorrido de riego al día.

2. *El equipo y maquinaria deberán estar sujetos a revisión y mantenimiento periódico*

El equipo y la maquinaria al estar en un uso continuo para el desarrollo y ejecución del proyecto suelen presentar algunos desvaríos que si no se les da el debido mantenimiento preventivo pueden ocasionar emisiones atmosféricas contaminantes.

Por lo anterior, para prevenir el posible impacto se propone la revisión y mantenimiento del equipo y maquinaria dos veces al mes durante las etapas de preparación y construcción del Proyecto.

Para efectuar esta medida se deberá realizar el mantenimiento dentro de instalaciones asignadas y adecuadas para dicha actividad (taller de mantenimiento). Además, los recursos necesarios es hacer uso de la mano de obra del Proyecto.

El indicador de eficiencia serán los servicios de mantenimiento por maquinaria, equipo y vehículos de carga pesada o ligera, calculados por control de vigilancia. No se considera la medición de partículas suspendidas ya que el monitoreo no es representativo, toda vez que el tránsito no es constante y presenta horarios pico de flujo vehicular, quedando el resto del día con actividad mínima.

La medida de emergencia en caso de observar que no se cumple el objetivo será la verificación de las emisiones de los vehículos de carga pesada y ligera para asegurar el cumplimiento de la normatividad.

3. *Mantenimiento de los vehículos de carga pesada.*

Los vehículos de transporte de carga pesada al estar en un uso continuo para el desarrollo y ejecución del proyecto suelen presentar algunos desvaríos que si no se les da el debido mantenimiento preventivo pueden ocasionar emisiones atmosféricas contaminantes.

Por lo anterior, para prevenir el posible impacto se propone la revisión y mantenimiento de los vehículos de transporte de cada 10,000 km de recorrido durante cada una de las etapas del proyecto.

Para efectuar esta medida se deberá realizar el mantenimiento fuera de instalaciones asignadas y adecuadas para dicha actividad (taller de mantenimiento autorizado por la autoridad competente). Además, los recursos necesarios es contratar un taller de servicio especializado.

El indicador de eficiencia serán los servicios de mantenimiento por maquinaria, equipo y vehículos de carga pesada, calculados por control de vigilancia. No se considera la medición de partículas suspendidas ya que el monitoreo no es representativo, toda vez que el tránsito no es constante y presenta horarios pico de flujo vehicular, quedando el resto del día con actividad mínima.

La medida de emergencia en caso de observar que no se cumple el objetivo será la verificación de las emisiones de los vehículos de carga pesada para asegurar el cumplimiento de la normatividad.

4. *Mantenimiento a la maquinaria y equipos.*

La maquinaria y equipos de trabajo al estar en un uso continuo para el desarrollo y ejecución del proyecto suelen presentar algunos desvaríos que si no se les da el debido mantenimiento preventivo pueden ocasionar emisiones atmosféricas contaminantes.

Por lo anterior, para prevenir el posible impacto se propone la revisión y mantenimiento de la maquinaria y equipos cada 1,000 horas de trabajo durante cada una de las etapas del proyecto.

Para efectuar esta medida se deberá realizar el mantenimiento en las instalaciones adecuadas para dicha actividad (taller de mantenimiento). Además, los recursos necesarios es contratar un taller de mantenimiento de la propia empresa minera.

El indicador de eficiencia serán los servicios de mantenimiento por maquinaria y equipo, calculados por control de vigilancia.

La medida de emergencia en caso de observar que no se cumple el objetivo será la realizar mantenimientos extraordinarios para asegurar el cumplimiento de la normatividad.

**5.** *Mantenimiento de los vehículos de carga ligera.*

Los vehículos de transporte de carga ligera al estar en un uso continuo para el desarrollo y ejecución del proyecto suelen presentar algunos desvaríos que si no se les da el debido mantenimiento preventivo pueden ocasionar emisiones atmosféricas contaminantes.

Por lo anterior, para prevenir el posible impacto se propone la revisión y mantenimiento de los vehículos de transporte de cada 10,000 km de recorrido durante cada una de las etapas del proyecto.

Para efectuar esta medida se deberá realizar el mantenimiento fuera de instalaciones asignadas y adecuadas para dicha actividad (taller de mantenimiento autorizado por la autoridad competente). Además, los recursos necesarios es contratar un taller de servicio especializado.

El indicador de eficiencia serán los servicios de mantenimiento por maquinaria, equipo y vehículos de carga ligera, calculados por control de vigilancia. No se considera la medición de partículas suspendidas ya que el monitoreo no es representativo, toda vez que el tránsito no es constante y presenta horarios pico de flujo vehicular, quedando el resto del día con actividad mínima.

La medida de emergencia en caso de observar que no se cumple el objetivo será la verificación de las emisiones de los vehículos de carga ligera para asegurar el cumplimiento de la normatividad.

**6.** *Prohibición de fuegos, fogatas y/o quemas.*

En ocasiones durante las jornadas laborales, algunos trabajadores pudieran realizar fogatas y/o quemas de basura, materiales, desperdicios, maderas, entre otras cosas, ya sea como algo recreativo o para mantener el calor durante épocas de frío. Sin embargo, esta actividad es prohibida.

Para llevar a cabo la ejecución de la medida, se deberán colocar al menos 3 señalamientos indicativos y/o prohibitorios que se conservarán durante toda la vida útil del Proyecto. Estos se ubicarán en las áreas de trabajo con mayor flujo de personal.

La medida de emergencia en caso de observar que no se cumple el objetivo será contar con un stock de 2 señalamientos en caso de ser dañadas o vandalizadas.

7. *Límite de velocidad en caminos de acceso a 30 km/h.*

Una de las principales causas de la generación de partículas suspendidas totales (PST) en caminos de terracería es la velocidad, a mayor velocidad es mayor la cantidad de polvos que se genera durante el tránsito de un vehículo. Esta medida tiene el objetivo de reducir la causa de generación de PST en los caminos de acceso.

La medida de emergencia en caso de observar que no se cumple el objetivo será la inspección de los letreros para evaluar que se encuentren en buen estado, en caso de lo contrario serán remplazados por otros nuevos.

8. *Límite de velocidad en caminos de acceso a 20 km/h.*

Como se menciona en el punto anterior, una de las principales causas que genera las PST en los caminos y vialidades de terracería es la velocidad, por tanto, una forma de reducir la presencia de este impacto es controlando la velocidad. Se ha definido límites de velocidad para los vehículos que transiten tanto en los caminos de acceso como en las vialidades; estableciendo límite y 20 km/h respectivamente.

El tiempo en el que se instrumentará esta medida es en todas las etapas del Proyecto, teniendo vigencia durante las etapas de preparación, construcción y operación.

Los recursos necesarios son la adquisición de 15 señales de tránsito que indiquen “límite 30 km/h” y 25 señales que indiquen “límite 20 km/h” Se considera un stock de señales en almacén para reponer aquellas que puedan resultar dañadas o vandalizadas.

El costo medio por señal, incluyendo flete e instalación es de $ **XXXXXXXX** pesos, por lo tanto, el costo estimado de la ejecución de esta medida será de $ **XXXXXXXX** pesos.

Estas señales se instalarán en los caminos de acceso internos al Proyecto y vialidades.

La medida de emergencia en caso de no lograr prevenir el impacto será la instalación de reductores de velocidad.

### VI.1.2 Geomorfología

Las medidas que se implementarán para la protección del componente de geomorfología son.

*Tabla VI. 2 Medidas para el componente Geomorfología.*

| | **1. Prevención y mitigación para la protección del factor ambiental: Geomorfología** | | | |
|---|---|---|---|---|
| **I[1]** | **Cierre y abandono** | | | |
| | ***Descripción de la medida[2]*** | ***Tiempo[3]*** | ***Recursos necesarios[4]*** | ***Grado de cumplimiento[5]*** |
| 24 | Estabilización de taludes al finalizar el proyecto (Plan de cierre) | 12 meses al finalizar la etapa operativa del proyecto. | Al ser una medida muy distante en su tiempo de ejecución, no es sabido a ciencia cierta los recursos o herramientas necesarios | Incorporación al plan de cierre |

*1= Impacto al que va dirigida la acción* *2=Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación*

*3=Tiempo en el que se instrumentará o duración* *4= Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.*

*5= Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia*

**Descripción detallada de las medidas a aplicar para la geomorfología en esta línea estratégica**

**9.** *Estabilización de taludes al finalizar el aprovechamiento*

Una vez concluida la operación del depósito de jales, se deberán estabilizar los taludes como medida correctiva.

Las especificaciones técnicas de esta maniobra deberán quedar sujetas al Plan de Cierre de la Unidad Minera San Martín.

Es difícil estimar los costos para la ejecución de esta medida, así como establecer el número de herramientas, maquinaria y/o personal necesario; esto debido al tiempo en que se deberá aplicar la maniobra. Además, dichos costos deberán revisarse, actualizarse y establecerse dentro del Plan de Restitución y Cierre con el que cuenta la Unidad Minera San Martín S.A. de C.V.

La medida de emergencia en caso de observar que no se cumple el objetivo será valorar la necesidad de obras de refuerzo del Depósito de jales, en el mediano o largo plazo.

### VI.1.3 Suelo

Las medidas que se implementarán para la protección del componente de suelo son:

*Tabla VI. 3 Medidas para el componente Suelo.*

| | **1. Prevención y mitigación para la protección del factor ambiental: Suelo** | | | |
|---|---|---|---|---|
| **I[1]** | **Preparación** | | | |
| | ***Descripción de la medida[2]*** | ***Tiempo[3]*** | ***Recursos necesarios[4]*** | ***Grado de cumplimiento[5]*** |
| 25 | Establecimiento de obras de conservación de suelo aguas arriba | 12 meses | Material de construcción (local) Mano de obra | $m^3$ de captación de suelo aguas arriba |
| 26 | Uso de letrinas | 12 meses | Instalación de letrinas en proporción de 1 por cada 10 trabajadores | # de letrinas instaladas |
| 27 | Limitar desmonte únicamente a las áreas autorizadas | 12 mes | Estacado, cintas flying. | cantidad de cintas, mojoneras o estacas instaladas |
| 28 | Rescate/recuperación y almacenamiento de suelo orgánico. Asignar un área para su almacenamiento | 12 meses | Cargador frontal Camiones de volteo de acarreo | $m^3$ de suelo almacenado |
| 29 | Conformación de terrazas individuales | 60 meses | Cuadrillas de trabajadores | 109,640 para reforestación. |
| 30 | Barrera de pierda | 60 meses | Cuadrilla trabajadores | 7, 000 metros lineales |
| 31 | Cordón de material vegetal | 120 meses | Cuadrilla de trabajadores | 56,640 metros lineales |
| | **1. Prevención y mitigación para la protección del factor ambiental: Suelo** | | | |
| **I[1]** | **Construcción** | | | |
| | ***Descripción de la medida[2]*** | ***Tiempo[3]*** | ***Recursos necesarios[4]*** | ***Grado de cumplimiento[5]*** |
| 32 | Establecimiento de obras de conservación de suelo aguas arriba | 9 meses | Material de construcción (local) Mano de obra | $m^3$ de captación de suelo aguas arriba |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 33 | Uso de letrinas | 9 meses | Instalación de letrinas en proporción de 1 por cada 10 trabajadores | # de letrinas instaladas |
| | **1. Prevención y mitigación para la protección del factor ambiental: Suelo** | | | |
| I[1] | **Cierre y abandono** | | | |
| | ***Descripción de la medida[2]*** | ***Tiempo[3]*** | ***Recursos necesarios[4]*** | ***Grado de cumplimiento[5]*** |
| 34 | Monitoreo periódico para identificar presencia de fenómenos erosivos | 12 meses. | Monitoreo por parte de la supervisión ambiental (Anual) | Bitácora de monitoreo |
| 35 | Utilización de suelo rescatado para restitución de áreas afectadas | 12 meses. Al finalizar el proyecto | Inciertos, debido al tiempo en que se ejecutará la medida | Incorporar al plan de cierre |

*1= Impacto al que va dirigida la acción* *2=Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación*

*3=Tiempo en el que se instrumentará o duración* *4= Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.*

*5= Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia*

**Descripción detallada de las medidas a aplicar para el suelo en esta línea estratégica.**

**10.** *Establecimiento de obras de conservación de suelo.*

Para la mitigación del impacto identificado en el suelo se establece que las siguientes acciones:

*Tabla VI. 4 Medidas de mitigación para la compensación de suelo.*

| **Medidas de mitigación para la compensación de suelo** | | | |
|---|---|---|---|
| | **Descripción** | **Especificaciones** | **Suelo recuperado (toneladas)** |
| 1 | Reubicación de vegetación | 11,000 plantas en 10 ha | 198.14 |
| 2 | Reforestación como compensación (fuera del área de proyecto) | 109,340 plantas en 99.4 ha | 1,969.49 |
| 3 | Construcción de barrera de piedra | 7,000 m | 2,940 |
| 4 | Construcción de cordón vegetal | 56,640 m | 23,788.80 |
| | **Suelo recuperado = 28,896.43 toneladas** | | |

Suelo recuperado =28,896.43 ton suelo que se pierde = 28,895.11 ton

Medidas que serán suficientes y válidas para mitigar también esté impacto, esto en consonancia con la descripción realizada en el capítulo IV en donde se puede entender que la conservación del suelo (o su erosión por remoción de vegetación) contribuye al aporte de sedimentos y por tanto a la calidad de los efluentes de la zona.

La medida de emergencia en caso de observar que no se cumple el objetivo será el monitoreo de la sobrevivencia de las plantas y su reposición en caso de no alcanzar el 85%, que asegure la preservación permanente de la barrera de piedra y cordón vegetal.

**11.** *Uso de sanitarios portátiles.*

Se contratará una empresa especializada en la renta y servicio de mantenimiento de sanitarios portátiles durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Se tendrá 1 sanitario portátil por cada 10 trabajadores.

**12.** *Limitar desmonte únicamente a áreas autorizadas.*

Durante la etapa de preparación del sitio, específicamente durante 12 meses que dura el desmonte según el programa general de trabajo (Cap. II.2.1.), se deberán delimitar las áreas en donde se llevará a cabo la extracción y/o retiro de la capa superficial de suelo.

Para ello se deberá delimitar el área mediante la instalación de estacas marcadas ya sea con cintas fluorescentes, aerosol fluorescente o cinta flying. Con esto se pretende prevenir que el potencial de erosión aumente por invadir áreas que no fueron autorizadas para la ejecución del proyecto.

El costo de esta medida será el referente a la compra de las estacas, cintas u aerosoles. Se deberán instalar estacas a al menos cada 30 m de distancia entre una y otra; esto será de manera secuencial conforme se avance en la preparación y construcción del proyecto, por lo que se podrán reutilizar las estacas y/o mojoneras para las diferentes áreas del proyecto siempre y cuando esto sea posible.

La medida de emergencia en caso de observar que no se cumple el objetivo será la contratación de un supervisor ambiental, para vigilar el cumplimiento de esta actividad.

**13.** *Rescate/recuperación y almacenamiento de suelo orgánico (asignar un área para su almacenamiento).*

Durante la etapa de preparación, específicamente de 12 meses asignado para desmonte, se realizará el rescate y/o recuperación de suelo orgánico. La cantidad aproximadamente de suelo vegetal que pudiera recuperarse con una profundidad de 10 cm. sería:

99.40 hectáreas * 10,000 $m^2$/ha *0.10 m/cm *1.4 ton/$m^3$ = **139,160 toneladas**

Posteriormente, se transportará el suelo vegetal al sitio donde se va a reforestar como medida de compensación con el objeto de mejorar las condiciones del suelo y ayudar a la sobrevivencia de las plantas reforestadas en las 99.40 ha fuera del sitio del proyecto. El traslado del suelo vegetal se realizará durante la conformación de las 4 fases de la etapa operativa del proyecto.

Los recursos necesarios para la implementación de esta medida son cargadores frontales y camiones de volteo para el transporte del suelo vegetal.

La medida de emergencia en caso de observar que no se cumple el objetivo será el monitoreo y vigilancia exhaustiva de las condiciones del suelo utilizado para la reforestación y la sobrevivencia de las plantas en el área reforestada.

**14.** Obras de conservación de suelo.

- Se conformarán 7,000 metros de barrera de piedra como obras de conservación de suelo.
- Se conformarán 56.640 metros de cordón vegetal como otra obra para la retención de suelo.

Por lo que, las coordenadas de las áreas de compensación propuesta se presentan en el Anexo digital VI.1 y VI.2, así como sus respectivos planos. Dichas áreas pueden modificarse, pero quedando dentro de los terrenos propiedad de la empresa Unidad Minera San Martín S. A. de C.V.

En el anexo antes mencionado se observan las medidas de mitigación donde se presenta la superficie de las siguientes obras:

1. Reubicación 10.0 ha
2. Reforestación como compensación 99.40 ha
3. Barrera de piedra 7,000 metros lineales
4. Cordón vegetal 56.640 metros lineales.

**15.** *Monitoreo periódico para identificar presencia de fenómenos erosivos.*

Durante la operación del proyecto se deberá de realizar el monitoreo de manera periódica para identificar fenómenos erosivos. La aplicación de esta medida será de manera anual durante la etapa de operación del proyecto.

El costo de esta medida se traduce en jornales (un jornal de manera mensual) del supervisor ambiental del proyecto.

El cumplimiento se llevará a cabo mediante una bitácora o registro con la fecha de la visita (monitoreo), el nombre del supervisor, sitio específico visitado y las condiciones en que se encuentra dicho sitio (reporte).

**16.** *Utilización de suelo rescatado para restitución de áreas afectadas.*

Conforme termine la cada una de las cuatro etapas operativa del proyecto, se deberá utilizar el suelo rescatado producto del despalme para estarcir en el área que se reforestará como medida de compensación en las 99.40 ha. para mejoramiento de la superficie a reforestar.

La medida de emergencia en caso de no ser suficiente la cantidad de suelo rescatado será necesario obtener el faltante de otro sitio sujeto a remoción de vegetación.

### VI.1.4 Fauna

Las medidas que se implementarán para la protección del componente de fauna son:

*Tabla VI. 5 Medidas para el componente Fauna.*

| | **1. Prevención y mitigación para la protección del factor ambiental: Fauna** | | | |
|---|---|---|---|---|
| **I[1]** | **Preparación, construcción** | | | |
| | ***Descripción de la medida[2]*** | ***Tiempo[3]*** | ***Recursos necesarios[4]*** | ***Grado de cumplimiento[5]*** |
| 36 | Recorridos de ahuyentamiento previo al despalme | 2 meses | Equipo especializado para manejo de fauna<br>Personal técnico calificado | Registro de incidencias |
| 37 | Rescate y liberación de fauna en áreas de construcción | 3 meses | Equipo especializado para manejo de fauna<br>Personal técnico calificado | # especies liberadas |

| | 1. Prevención y mitigación para la protección del factor ambiental: Fauna | | | |
|---|---|---|---|---|
| I[1] | Preparación, construcción | | | |
| | ***Descripción de la medida[2]*** | ***Tiempo[3]*** | ***Recursos necesarios[4]*** | ***Grado de cumplimiento[5]*** |
| 38 | Establecimiento de señales | Toda la vida útil del proyecto | Carteles alusivos a la protección ambiental. | # señales instaladas |
| 39 | Control del espejo de agua en celdas del Depósito | Operación del proyecto | Procedimiento de operación del Depósito de Jales y Supervisión | Superficie del espejo |

*1= Impacto al que va dirigida la acción* *2=Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación*

*3=Tiempo en el que se instrumentará o duración* *4= Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.*

*5= Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia*

**Descripción detallada de las medidas a aplicar para la fauna en esta línea estratégica.**

**17.** *Recorridos de ahuyentamiento antes del desmonte.*

Esta actividad corresponde a una medida de prevención, ya que se realizarán recorridos matutinos de al menos 30 minutos en las zonas donde se pretende llevar a cabo los trabajos de preparación y construcción.

El tiempo de ejecución es de 2 mes, mismo que corresponden a la etapa de preparación del sitio (en específico al desmonte) y 9 meses para la construcción. El responsable de esta actividad es el supervisor ambiental del Proyecto.

El grado de cumplimiento corresponde a un registro en el que se anotarán las incidencias relevantes, en caso de presentarse, durante los recorridos de ahuyentamiento.

**18.** *Rescate y liberación de fauna en áreas de construcción.*

Esta medida corresponde a una actividad de prevención, ya que es altamente factible proteger a los individuos presentes en el área del Proyecto para realizar su captura y posterior liberación. Esta actividad puede aplicarse sobre cualquier grupo de animales presentes en el sitio, sin embargo, está enfocada para aplicarse sobre los reptiles.

Se instrumentará esta actividad mientras duren los trabajos de preparación del sitio (desmonte en específico), es decir durante el primer mes del Proyecto. El supervisor ambiental del proyecto será el responsable de esta actividad.

Se requiere de la adquisición de equipo especializado de fauna como son: kit de manejo de reptiles, trampas Sherman, trampas Tomahawk, bolsas de manejo y cajas de traslado. Se considera una cuadrilla de 4 personas para todas las actividades de fauna (incluido el ahuyentamiento).

El grado de cumplimiento se verificará a través de cuantas capturas fueron realizadas, comparándolo contra las liberaciones realizadas, debiendo registrar los datos generales de cada uno de los individuos incluyendo las coordenadas de captura y liberación. Deberá registrarse también los datos de mortandad de individuos en el sitio.

En ese sentido, en el anexo VI. 3 se presenta el plano y el cuadro de coordenadas del polígono de liberación de fauna.

**19.** *Establecimiento de señales*

Se establecerán señales alusivas a la prohibición de cazar y la prohibición de capturar especies. Se colocarán al menos 5 señales de cada una de estas leyendas en los caminos de accesos y en la cercanía de la zona operativa.

**20.** *Control del espejo de agua en el Depósito de jales.*

El adecuado manejo y control operativo sobre el "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín", esto propiciará no sólo la estabilidad de la obra, sino que tendrá un efecto sinérgico que mitigará el impacto estimado sobre la distribución espacial y temporal de la avifauna de la zona, y es que sólo por la simple presencia de agua en el depósito de jales (estanque o espejo de agua entorno a la torre decantadora), algunas especies podrían acercarse al sitio. En este sentido, en el procedimiento de operación del depósito se deberán asentar las dimensiones adecuadas para que sea técnicamente más eficiente el sistema decantador (drenante), pero considerando reducir al máximo posible la superficie del espejo de agua, con la finalidad de que el Proyecto no represente un atractivo para las aves, y que sigan optando por bajar a los humedales cercanos, los cuales exhiben condiciones mucho más favorables para las aves, como una mayor disponibilidad de agua y vegetación. La cercanía del "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín" con los humedales existentes, representa de forma natural una mitigación al impacto Fa-1, pero aun así deberá considerarse el control permanente del espejo de agua como una medida preventiva y de mitigación.

La aplicación de esta medida se realizará durante los 20 años que dura la etapa operativa del Proyecto, y requerirá de una constante supervisión del área técnica y ambiental de la Promovente.

Los recursos para su aplicación consistirán en la actualización y/o adaptación del procedimiento denominado "Operación de los Depósitos de jales" de la Unidad Minera San Martín, en el cual se incluirán las condiciones propias del "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín" y los requerimientos técnicos particulares para su adecuada operación.

Se requiere personal para realizar esta labor de modificación al procedimiento y supervisores técnicos y ambientales que mantengan vigilancia permanente en el Proyecto.

El grado de cumplimiento se determinará conforme a la superficie del espejo de agua estimada en la supervisión contra la superficie determinada en el procedimiento de operación, por lo que los responsables del cumplimiento de la medida serán los supervisores, quienes deberán verificar que el espejo de agua en el depósito de jales sea igual o menor a la superficie determinada en el procedimiento.

### VI.1.5 Paisaje

Las medidas que se implementarán para la protección del componente de paisaje son:

*Tabla VI. 6 Medidas para el componente Paisaje.*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **1. Prevención y mitigación para la protección del factor ambiental: Paisaje** | | | |
| **I[1]** | **Construcción** | | | |
| | ***Descripción de la medida[2]*** | ***Tiempo[3]*** | ***Recursos necesarios[4]*** | ***Grado de cumplimiento[5]*** |
| 40 | Reubicación 10 ha | 24 meses | Contratación de una empresa especializada en reforestación | 11,000 especies de flora nativa reforestada |
| | **1. Prevención y mitigación para la protección del factor ambiental: Paisaje** | | | |
| **I[1]** | **Cierre y abandono** | | | |
| | ***Descripción de la medida[2]*** | ***Tiempo[3]*** | ***Recursos necesarios[4]*** | ***Grado de cumplimiento[5]*** |
| 41 | Estabilización física, química y biológica del sitio | Al finalizar la vida útil del proyecto | Al ser una medida muy distante en su tiempo de ejecución, no es sabido a ciencia cierta los recursos o herramientas necesarios. | Incorporación al plan de cierre |
| 42 | Reforestación como Compensación (99.40 ha) | Al finalizar la vida útil del proyecto | Contratación de una empresa especializada en reforestación | 109,640 especies de flora nativa reforestada |

*1= Impacto al que va dirigida la acción* *2=Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación*

*3=Tiempo en el que se instrumentará o duración* *4= Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.*

*5= Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia*

**Descripción detallada de las medidas a aplicar para la fauna en esta línea estratégica.**

**21.** *Reforestación una superficie de 99.40 hectáreas*

Se reforestará una superficie de 99.40 como medida de compensación de la infiltración de agua y obras de conservación de suelo.

En el Anexo VI.4 se presenta el Programa de Reforestación como medida de compensación de la pérdida de los servicios ambientales.

**22.** *Estabilización física, química y biológica del sitio*

El impacto sobre el componente paisaje generado por el Proyecto es considerado como un impacto residual, ya que no hay medidas que prevengan o mitiguen dicho impacto. No obstante, las actividades preliminares de cierre contemplan la estabilización física de los taludes, así como la estabilización química y biológica del sitio, considerando para ello la reforestación tanto del bordo iniciador como de las sobre elevaciones del depósito como de la superficie superior, con lo cual se espera compensar de forma general las modificaciones al entorno visual y paisajístico.

**23.** Se reubicarán las especies removidas susceptibles de sobrevivencia en una superficie de 10.0 ha.

En el Anexo VI. 5 se anexa el Programa de Rescate y Reubicación de vegetación.

### VI.1.6 Medio socioeconómico

Las medidas que se implementarán para la protección del componente del medio socioeconómico son:

*Tabla VI. 7 Medidas para el componente Medio socioeconómico.*

| | **1. Prevención y mitigación para la protección del factor ambiental: Medio socioeconómico** | | | |
|---|---|---|---|---|
| **I[1]** | **Operación** | | | |
| | **Descripción de la medida[2]** | **Tiempo[3]** | **Recursos necesarios[4]** | **Grado de cumplimiento[5]** |
| 43 | Cursos de capacitación para el desarrollo de las localidades aledañas. | Continuo durante la operación | 3 sesiones anuales. Personal calificado para impartición de cursos | Registro de las sesiones. Listas de asistencia |

*1= Impacto al que va dirigida la acción* *2=Descripción de la medida de prevención, mitigación y/o compensación*

*3=Tiempo en el que se instrumentará o duración* *4= Recursos necesarios: costo, equipos, obras, instrumentos, etc.*

*5= Supervisión y grado de cumplimiento, eficiencia y eficacia*

Descripción detallada de las medidas a aplicar para el medio socioeconómico en esta línea estratégica.

**24.** *Cursos de capacitación para el desarrollo de las localidades aledañas*

El impacto que generará el Proyecto sobre el factor vocación del suelo se considera como un impacto residual, dado que ningún tipo de medida podría reducir o mitigar la pérdida del uso potencial del suelo. Sin embargo, se pretende compensar ese impacto mediante la impartición de 3 sesiones de manera anual durante la etapa operativa, dirigidas a las localidades aledañas al mismo; esto con el fin de que al terminar la vida útil del proyecto las personas conozcan y obtengan las capacidades y herramientas para desarrollar actividades económicas con base en el nuevo uso de suelo predominante.

### Programa de medidas de mitigación de los impactos ambientales.

*Tabla VI. 8 Programa de medidas de mitigación de los impactos ambientales.*

| ID Medidas de mitigación | Duración | Plan estimado | | Años | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Inicio | Fin | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| Depósito de jales | 21 años | 2025 | 2046 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E. Preparación<br>1-7, 25-31, 36-39 | 1 año | 2025 | 2026 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E. Construcción<br>8-14, 32-33, 40 | 2 años | 2025 | 2027 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E. Operación y mantenimiento<br>15-20, 43 | 20 años | 2025 | 2045 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E. Cierre<br>21-24, 34, 35, 41-42 | 1 año | 2046 | 2046 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

### VI.1.8 Medidas generales de prevención, mitigación o compensación para los impactos secundarios identificados, por componente ambiental

Para la mayoría de los impactos secundarios identificados, se aplicarán las siguientes medidas, acomodadas por componente ambiental, con las cuales se pretende atenuar más sus efectos. Estas medidas podrán ser integradas dentro de los reglamentos, procedimientos y/o programas que la Unidad Minera San Martín elabore para la ejecución adecuada, eficiente y segura de las actividades del Proyecto "Nuevo Depósito de Jales de la Unidad Minera San Martín y obras asociadas" ", en cualquiera de sus etapas, de igual manera a través del Programa de Vigilancia ambiental se pretende la supervisión y cumplimiento de todas las medidas propuestas tanto para los impactos principales como los secundarios.

**Atmósfera**

- Se utilizarán letrinas móviles en proporción de una por cada 10 trabajadores.
- Para el tránsito de vehículos (camiones, equipo pesado y vehículos de servicio se implementaron métodos de control de velocidad (señalización, instrucciones y reductores de velocidad), campañas educativas para las personas vinculadas al proyecto.
- Se llevará a cabo una revisión periódica de equipos y maquinaria a fin de que estos se encuentren con niveles máximos de emisión certificados por el fabricante y en cumplimiento con la normatividad correspondiente a emisiones de contaminantes atmosféricos.
- Las excavaciones y acumulaciones de material deberán permanecer con una humedad adecuada a fin de evitar la suspensión de polvo. En las áreas donde se realicen excavaciones o movimientos de material se mantendrá constantemente húmedo para minimizar la emisión y dispersión de polvos.
- El diseño de las rutas de acarreo de material deberá contemplar las mínimas distancias factibles, con el propósito de reducir la generación de emisiones y consumo de combustible.
- Para mitigar el impacto ocasionado por el aumento de los niveles de ruido se realizarán las siguientes acciones:
    - Se programarán las actividades mineras que provoquen niveles altos de ruido en horarios que no perturben el trabajo de las personas en el área industrial y sitios adyacentes.
    - Se realizará mantenimiento preventivo a las maquinarias y equipos que son generadores de ruido.

**Geomorfología**

- Se evitará realizar cortes y excavaciones diferentes a las establecidas en el proyecto
- Deberán contemplarse estrategias para el suavizado y estabilización de taludes creados.
- Se deberá revisar e incorporar al plan de restitución y cierre las actividades para compensar y disminuir los impactos referentes a la modificación en la topografía del sitio.

**Hidrología superficial**

- Se deberán establecer puntos de monitoreo aguas arribas y aguas debajo del depósito de jales
- Se deberán utilizar letrinas móviles en proporción de una por cada 15 trabajadores. Dichas letrinas se instalarán durante la etapa de preparación y construcción.

**Agua subterránea**.

- Se reforestará una superficie de **99.40 ha**, en la cual se construirán **109,340 terrazas** individuales, para compensar la pérdida de infiltración de agua y retención de suelo que se tendrá por la construcción del Nuevo Depósito de Jales y Obras Asociadas. Dicha superficie se delimitará dentro del mismo SAR y en propiedad de la empresa Unidad Minera San Martín S.A. de C.V., ya que la superficie de las líneas de conducción de jales y agua recuperada serán subterráneas y la superficie se conservará en estado natural.

## Cálculo de la compensación del agua de infiltración

En el Anexo VI.6 Se presenta la hoja de cálculo de las Medidas de compensación de la infiltración y Balance hídrico.

*Tabla VI. 9 Cálculo de la compensación de agua (infiltración)*

| | | **Agua recuperada (m3)** |
|---|---|---|
| M1 | REUBICACIÓN | 3175.49 |
| M2 | REFORESTACIÓN | 31564.38 |
| M3 | TERRAZAS INDIVIDUALES | **13893.27** |
| | Total: | **48633.14** |

**Agua recuperada = 48,633.14 $m^3$ > Agua que se pierde = 7,931.97 $m^3$**

**Suelos**

- Se deberán utilizar letrinas móviles en proporción de una por cada 10 trabajadores. Dichas letrinas se instalarán durante la etapa de preparación y construcción.
- En las etapas iniciales del proyecto se deberá evitar las excavaciones y remociones de suelo innecesarias, ya que las mismas ocasionan daños al hábitat, y por ende a la fauna, incrementando los procesos erosivos, inestabilidad y escurrimiento del suelo.
- Se deberá monitorear que el apilamiento de suelo en los depósitos sea estable para evitar su erosión eólica e hídrica.
- Las áreas por las que se desplace la maquinaria deberán restringirse a los caminos internos y a los sitios predeterminados para el proyecto.
- La promovente y contratistas estarán al pendiente de la revisión y mantenimiento de maquinaria y vehículos, esta actividad se realizará en áreas destinadas y equipadas para su manutención y evitar lugares temporales como caminos y zonas de trabajo con el objeto de evitar la contaminación del suelo.

- La recarga de combustible deberá realizarse evitando derrames y en un lugar especialmente destinado para esta finalidad.
- Los vehículos de transporte de suelo deberán ser adecuados, con cubiertas perfectamente sujetas (lonas).

Cálculo de la compensación del suelo

En el Anexo VI.7 se presenta la hoja de cálculo de la pérdida y recuperación de suelo con las medidas de mitigación.

*Tabla VI. 10 Cálculo de la compensación de agua (infiltración).*

| **Medidas de mitigación para la recuperación de suelo** | | | |
|---|---|---|---|
| | **Descripción** | **Especificaciones** | **Suelo recuperado (toneladas)** |
| 1 | Reubicación de vegetación | 11,000 plantas en 10 ha | 198.14 |
| 2 | Reforestación como compensación (fuera del área de proyecto) | 109,340 plantas en 99.4 ha | 1,969.49 |
| 3 | Construcción de barrera de piedra | 7,000 m | 2,940 |
| 4 | Construcción de cordón vegetal | 56,640 m | 23,788.80 |
| | **Suelo recuperado = 28,896.43 toneladas** | | |
| Suelo recuperado =28,896.43 ton suelo que se pierde = 28,895.11 ton | | | |

**Fauna**

- Las áreas por las que se desplace la maquinaria deberán restringirse a los caminos internos y a los sitios predeterminados para el proyecto.
- Los desmontes deberán ser planeados de tal forma que se ofrezca la oportunidad de huida a las especies de fauna silvestre y que éstas no queden acorraladas por las actividades del proyecto.
- Realizar acciones de educación ambiental, a manera de crear conciencia de la necesidad de conocer, valorar y conservar la fauna silvestre.
- Los individuos de fauna capturados para su reubicación deberán de mantenerse en sitios adecuados y con agua en un lapso no mayor a 24 horas para su reubicación.
- La reubicación de las especies de fauna silvestre deberá de efectuarse en horarios adecuados (principalmente en las primeras horas de la mañana o por la tarde) y deberán realizarse en zonas que cuenten con las condiciones óptimas o similares al sitio donde se realizó la captura de cada individuo.
- No permitir el ingreso de fauna introducida al área de influencia del proyecto, como perros y gatos que pudieran depredar especies nativas, de igual manera restringir el acceso de que pueda competir o desplazar a la fauna silvestre.
- Se capacitará al personal del proyecto con respecto a la forma de actuar ante la presencia de fauna silvestre (venenosa, potencialmente agresiva etc.).
- El personal que labore en el sitio en cualquiera de las cuatro etapas del proyecto debe limitarse a recorrer los espacios por donde se desarrollen sus actividades.
- No se permitirá la caza de animales silvestres. Se establecerán sanciones en caso de incumplimiento.
- Se deberán hacer recorridos de supervisión continuos por los caminos internos, y llevar una bitácora para el monitoreo de fauna. Si estos se llegarán a presentar de manera recurrente, se deberán implementar medidas adicionales para el cruce seguro de la fauna aumentando señalización junto a reductores de velocidad.

**Paisaje**

- Favorecer la integración de la vegetación, depositando suelo orgánico y material vegetal en la superficie de las áreas cuya funcionalidad hayan llegado a su fin o en áreas potenciales para su restauración.
- Se tendrán que llevar a cabo actividades de restauración durante el proceso de operación del proyecto, el cual deberá realizarse en la medida de lo posible de manera paralela a las actividades mineras, con el fin de reducir los tiempos para la regeneración, adaptación y recuperación de las condiciones ambientales de estas áreas.

**Medio económico**

- Mantener la continua comunicación que tiene el área de Relaciones con la Comunidad con las localidades que han sido influenciadas por el desarrollo de la Unidad Minera San Martín, ello para identificar áreas de oportunidad, y en su caso, diseñar programas de capacitación complementarios a la comunidad sobre las áreas identificadas y sobre las actividades productivas de la zona.
- Ejecución de programas, apoyos y campañas (salud, educación, etc.) para los habitantes de las localidades cercanas, trabajadores y sus familias.

## VI.2 Programa de vigilancia ambiental.

En general, el impacto causado por el desarrollo del Proyecto “Nuevo Depósito de Jales de la Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas”, deberá ser integrable, asimilable y/o compatible con el entorno actual. Con grados de afectación bajos a moderados sin representar un impacto residual que implique colocar en riesgo al ecosistema local o regional.

Para el efecto de control, prevención y mitigación de posibles impactos ambientales, la acción de mayor importancia por parte de la promovente será el estricto control ambiental, vigilancia y seguimiento de las medidas establecidas, durante toda la vida útil del Proyecto.

Estas acciones se realizarán a través de diferentes instrumentos con el objetivo y meta primaria el cumplimiento de la normatividad y la aplicación de las políticas ambientales de la empresa minera, contiene los instrumentos necesarios para asegurar la integración del Proyecto a los procesos de supervisión y auditoria, además de la correcta aplicación de las medidas y asignación de responsabilidades al personal que deberá vigilar los aspectos ambientales durante el desarrollo del Proyecto (supervisores ambientales); quienes a su vez harán uso de herramientas como listas de verificación para el desarrollo de sus funciones.

En la línea de desarrollo de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se ha descrito que el Proyecto es considerado como una obra complementaria a la operación de la Unidad Minera San Martín.

Se ejecutarán los siguientes programas específicos como parte del Programa de Vigilancia Ambiental:

- Programa de protección, rescate y reubicación de fauna silvestre (en caso de que se encuentre en el sitio del proyecto).
- Programa de control integral de residuos.

- Programa de mantenimiento de equipos, maquinaria y vehículos de carga pesada y ligera.
- Programa de capacitación para el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación.
- Programa general de cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación.
- Programa para el cumplimiento de la NOM-141-SEMARNAT -2003.

## Actividades del Programa de Vigilancia Ambiental

*Tabla VI. 11 Cronograma de actividades del Programa de Vigilancia Ambiental*

| Avances programados | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Título: | | | | | Semana 1 | | | | | | | Semana 2 | | | | | | | Semana 3 | | | | | | | Semana 4 | | | | | | |
| No. | Clave | Nombre de tarea | Comienzo | Fin | D | L | M | M | J | V | S | D | L | M | M | J | V | S | D | L | M | M | J | V | S | D | L | M | M | J | V | S |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

## Programa de protección, rescate y reubicación de fauna silvestre (en caso de que se encuentre en el sitio del proyecto.

*Tabla VI. 12 Cronograma de actividades del rescate y reubicación de la fauna localizada en el sitio.*

| CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROGRAMA DE REUBICACIÓN Y RESCATE DE FAUNA. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Meses** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **12** | **13** | **14** | **15** | **16** | **17** | **18** | **19** | **20** | **21** | **22** | **23** | **24** |
| Selección de sitio de reubicación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Adquisición de material | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elaboración de programa de actividad diaria | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recorridos de ahuyentamiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rescate de fauna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Reubicación de fauna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Recorridos de rescate y reubicación en la etapa de construcción | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Análisis de resultados. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elaboración de reportes. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**VI.3 Seguimiento y control (monitoreo).**

Se establecerá un Programa de Vigilancia Ambiental para el seguimiento de la calidad de los diferentes factores ambientales que podrían ser afectados durante la ejecución del Proyecto, así como los sistemas de control y medidas de estos parámetros. Como parte del programa, las principales acciones que desempeñarán los supervisores son las siguientes:

- Recorridos continuos por todos los frentes de trabajo con relación al Proyecto, empleando listas de verificación para la inspección y vigilancia de las condiciones ambientales y de trabajo adecuadas.
- Informar y hacer cumplir la política ambiental y las reglas generales de seguridad y medio ambiente, a todo el personal involucrado.
- Llevar estricto control de actividades y/o medidas establecidas para la prevención, mitigación y control de impactos al medio ambiente, descritas en el capítulo anterior.
- Evaluar la necesidad de proponer cambios en las medidas de prevención y mitigación.
- Verificar las condiciones de seguridad e higiene laboral de los frentes de trabajo y de todo el personal con el fin de prevenir accidentes.
- Levantar reportes y atención a incidentes.
- Verificar que en el área del Proyecto no haya generación, manejo ni almacenamiento de residuos de ningún tipo, y que los que sean generados en otros sitios, como en los talleres de mantenimiento, reciban un adecuado manejo conforme a los procedimientos específicos
- Verificar que la maquinaria y equipos asignados al Proyecto operen siempre en buenas condiciones, y en caso contrario, exigir al personal a cargo la interrupción de la operación y su traslado inmediato a los talleres correspondientes para su mantenimiento.
- Efectuar control correctivo en caso de detectar desviaciones en algún equipo, implicando paro de actividad, inspección y arreglo/ajustes.
- Coordinar la aplicación buenas prácticas operativas para el mejoramiento del desempeño ambiental del proyecto.
- Verificar la correcta vinculación de los lineamientos presentes en la NOM-141-SEMARNAT-2010.

Como evidencia de la implementación del programa y cumplimiento de sus objetivos, se elaborarán reportes en los que quede demostrado el cumplimiento de las medidas descritas en este capítulo más las que sean indicadas por la autoridad en el correspondiente resolutivo, a través de la descripción de las acciones de seguimiento continuo y de fotografías con fecha y georreferencia que muestren los cambios progresivos en las condiciones de los Polígonos del Proyecto.

Asimismo, se deberá llevar una bitácora de operación en la que se registren los avances del Proyecto, incluyendo información sobre las fechas en las que se ejecutan actividades que conciernen al Proyecto; las horas de trabajo acumuladas durante los periodos de operación; la maquinaria, el número de camiones de volteo y el personal empleado; observaciones generales del sitio; y demás aspectos técnicos operativos del Proyecto. La información concentrada en la bitácora de operación deberá ser integrada en los informes anuales de cumplimiento a las medidas establecidas y a los términos y condicionantes que sean impuestos al Proyecto.

A continuación, se muestran las fichas técnicas que se utilizarán para dar seguimiento a la ejecución de cada una de las medidas de mitigación propuestas.

Programa de protección, rescate y reubicación de fauna silvestre (en caso de que se encuentre en el sitio del proyecto).

*Tabla VI. 13 Formato de ahuyentamiento de fauna.*

| | **Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Clave:** | | | | | | |
| | **Titulo:** | | | | | | |
| **Fecha** | **Se registra captura** | | **No. De Individuos** | **Espécimen** | | **Coordenadas del recorrido** | |
| | **Si** | **No** | | **Nombre común** | **Nombre científico** | **Inicio (x, y)** | **Final (x, y)** |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

*Tabla VI. 14 Formato de trampeo de fauna.*

| | **Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Clave:** | | | | | | | |
| | **Titulo:** | | | | | | | |
| Códigos para trampas: SH.- Sherman, TH.-Tomahawk, FT.- Fototrampa, TV.- Trampa Casera, CM.-Captura manual | | | | | | | | |
| **Fecha** | **Trampa** | **Se registra captura** | | **No. De Fotos** | **Espécimen** | | **Ubicación de trampa (UTM Datum WGRS84)** | |
| | | **Si** | **No** | | **Nombre común** | **Nombre científico** | **Inicio (x, y)** | **Final (x, y)** |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

*Tabla VI. 15 Formato de personal responsable del monitoreo, ahuyentamiento y rescate.*

| No. | PROGRAMA DE MANEJO Y VIGILANCIA AMBIENTAL | | |
|---|---|---|---|
| | Clave: | | |
| | Título: | | |
| | Nombre | Profesión | Grado de experiencia en el tema |
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |

*Tabla VI. 16 Formato de fechas para los muestreos por anualidad.*

| Años | Fecha | PROGRAMA DE MANEJO Y VIGILANCIA AMBIENTAL | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Clave: | | | |
| | | Título: | | | |
| | | Estaciones del año | | | |
| | | Primavera | Verano | Otoño | Invierno |
| **1** | | | | | |
| **2** | | | | | |
| **3** | | | | | |
| **4** | | | | | |
| **5** | | | | | |
| **6** | | | | | |
| **7** | | | | | |
| **8** | | | | | |
| **9** | | | | | |
| **10** | | | | | |

*Tabla VI. 17 Formato de captura y liberación de fauna.*

| | PROGRAMA DE MANEJO Y VIGILANCIA AMBIENTAL | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **Clave** | **Titulo** | **Fecha** | **Elaboro** |
| | | | | |
| **Registro de Captura de Fauna** | | | | |
| **Fecha** | | **Especie Capturada** | | |
| **Descripción del individuo** | | | **Fotografía** | |
| | | | | |
| **Condiciones de Salud** | | | | |
| | | | | |
| **Datos de Captura** | | | | |
| **Hora** | | **Sitio o coordenadas** | | |
| | | **X** | **Y** | |
| | | | | |
| **Tipo de Trampa** | | **Actividades que se desarrollaba al momento de la captura** | | |
| | | | | |
| **Tipo de carnada** | | | | |
| | | | | |
| **Tipo de contenedor para su manejo** | | | | |
| | | | | |
| **Datos de liberación** | | | | |
| **Hora** | | **Sitio o coordenadas** | | |
| | | **X** | **Y** | |
| | | | | |
| **Estatus NOM-059-SEMARNAT-2019** | | | | |
| **Comentarios** | | | | |
| | | | | |
| **Nombre y firma del responsable de captura** | | | | |

**Control de resultados esperados.**

Los indicadores para obtener resultados esperados se muestran en la Tabla VI.16.

*Tabla VI. 18 Indicadores de éxito para alcanzar los resultados esperados de la protección de la fauna.*

| Indicador | Valor esperado | Acciones requeridas |
|---|---|---|
| Número de individuos desplazados por ahuyentamiento por kilómetro lineal. | Mínimo 50 individuos de todos los grupos de vertebrados por kilómetro lineal son ahuyentados. | Si no se logra el mínimo requerido se aumentará el número de personal dedicado a la actividad y se utilizará otro instrumento que genere mayor ruido. |
| Efectividad porcentual de los sistemas de trampero reflejado en el número de individuos rescatados por kilómetro lineal. | Los sistemas de trampeo utilizados durante el rescate tienen una efectividad mínima del 20%.<br><br>Se rescatan al menos 15 individuos de las diferentes | Si los sistemas de trampeo no alcanzan la efectividad mínima, se aumentará el número de trampas y se cambiará de cebo.<br>Si el rescate no alcanza el número de individuos a rescatar aumentará la cantidad de horas dedicadas a tal actividad. |

| Indicador | Valor esperado | Acciones requeridas |
|---|---|---|
| | especies de vertebrados por kilómetro lineal. | |
| Reubicación de individuos porcentual y mortalidad máxima esperada. | Se reubican más del 90% de los individuos rescatados. Menos del 5% de mortalidad de individuos capturados durante los procesos de mantenimiento y reubicación. | De no alcanzarse el mínimo requerido de individuos reubicados, se buscará zonas de reubicación más cercanas y adecuadas. Si existe una mortalidad mayor al 5%, se reacondicionará el lugar de mantenimiento de los ejemplares capturados, todos los individuos se pondrán en contenedores desde las primeras horas de captura y por ningún motivo se mantendrán más de 24 horas en cautiverio. Además, se encontrará a un veterinario especialista en fauna silvestre para el cuidado de los ejemplares en mantenimiento. |

**Programa de control integral de residuos**

Cabe aclarar que, para el caso de los Residuos Peligrosos, ninguno se generará durante la ejecución del proyecto "Nuevo Depósito de Jales de la Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas" y los mantenimientos preventivos de la maquinaria y vehículos ligeros se realizarán fuera del proyecto en talleres específicos.

En la Tabla VI.17 se muestra la bitácora para el control de entradas y salidas de Residuos de Manejo Especial.

*Tabla VI. 19 Bitácora de entradas y salidas de Residuos de Manejo Especial.*

| ID | NOMBRE DEL RESIDUO | CANTIDAD GENERADA | UNIDAD (kg) | ÁREA DE GENERACIÓN | FECHA DE INGRESO | FASE DE MANEJO | NOMBRE O DENOMINACIÓN SOCIAL Y AUTORIZACIÓN | FECHA DE SALIDA | NOMBRE DEL ENCARGADO DEL ALMÁCEN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | Madera | | kg | | | Acopio temporal a empresa recicladora | Unidad Minera San Martín | | |
| 02 | Cartón | | kg | | | Acopio temporal a empresa recicladora | Unidad Minera San Martín | | |
| 03 | Plástico | | kg | | | Acopio temporal a empresa recicladora | Unidad Minera San Martín | | |
| 04 | Vidrio | | kg | | | Acopio temporal a empresa recicladora | Unidad Minera San Martín | | |
| 05 | Aluminio | | kg | | | Acopio temporal a empresa recicladora | Unidad Minera San Martín | | |

*Tabla VI. 20 Bitácora de Residuos Sólidos Urbanos a generar.*

| Nombre del residuo | Etapa | Proceso que lo generó | Cantidad o volumen producido | Disposición temporal | Destino | Características |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Basura doméstica | Preparación de sitio y Operación y mantenimiento | Alimentos | 100 kg/mes | Contenedor | Disposición final | Orgánicos, domésticos y sanitarios sólidos |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

*Tabla VI. 21 Bitácora de generación y disposición de Residuos Sólidos Urbanos.*

| ID | NOMBRE DEL RESIDUO | CANTIDAD GENERADA | UNIDAD (NÚMERO DE CONTENEDOR A DISPOSICIÓN) | AREA DE GENERACIÓN | FECHA DE DISPOSICIÓN | FASE DE MANEJO | NOMBRE O DENOMINACIÓN SOCIAL Y AUTORIZACIÓN | FECHA DE RECOLECCIÓN | NOMBRE Y FIRMA DEL ENCARGADO DE RECOLECCIÓN | EMPRESA QUE REALIZA RECOLECCIÓN Y/O RECIBE RESIDUOS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | Residuos Sólidos Urbanos | | | | | Recolección RSU en sitio de generación | Unidad Minera San Martín | | | |
| | Residuos Sólidos Urbanos | | | | | Recolección RSU en sitio de generación | Unidad Minera San Martín | | | |
| | Residuos Sólidos Urbanos | | | | | Recolección RSU en sitio de generación | Unidad Minera San Martín | | | |
| | Residuos Sólidos Urbanos | | | | | Recolección RSU en sitio de generación | Unidad Minera San Martín | | | |
| | Residuos Sólidos Urbanos | | | | | Recolección RSU en sitio de generación | Unidad Minera San Martín | | | |
| | Residuos Sólidos Urbanos | | | | | Recolección RSU en sitio de generación | Unidad Minera San Martín | | | |
| | Residuos Sólidos Urbanos | | | | | Recolección RSU en sitio de generación | Unidad Minera San Martín | | | |

Así mismo, se menciona que la Unidad Minera San Martín cuenta con su Procedimiento del Plan de Manejo Integral de residuos no peligrosos (residuos sólidos urbanos y de manejo especial).

**Control de resultados esperados.**

Los indicadores para obtener resultados esperados se muestran en la Tabla VI.20.

*Tabla VI. 22 Indicadores de éxito para alcanzar los resultados esperados de la gestión integral de residuos generados.*

| Indicador | Valor esperado | Acciones requeridas |
|---|---|---|
| La cantidad mensual de residuos peligrosos que se entregarán a la empresa que los confinará | Total de residuos peligrosos generados que se utilizan para la operación del proyecto | Si no se logra el mínimo requerido se aumentará el número de contenedores |
| La cantidad mensual de residuos de manejo especial que se entregarán a la empresa recicladora | Totalidad de residuos de manejo especial generados durante la construcción y operación del proyecto. | Si no se logra el mínimo requerido se aumentará el número de contenedores |
| La cantidad mensual de residuos urbanos que se llevarán al Relleno Sanitario de la Unidad Minera San Martín S.A. de C.V. | Totalidad de residuos urbanos generados en las distintas etapas del proyecto | Si no se logra el mínimo requerido se aumentará el número de contenedores |
| Número de cursos de capacitación para el cumplimiento de las medidas de mitigación | Capacitación al personal sobre el manejo de los residuos peligrosos, sobre el acopio de los residuos de manejo especial y sobre la separación de los residuos urbanos. | Si no se logra el manejo adecuado de los residuos peligrosos, el acopio correcto de los residuos de manejo especial y de los residuos urbanos, se incrementará el contenido y número de cursos impartidos en este tema. |

**Programa de mantenimiento de equipos, maquinaria y vehículos de carga pesada y ligera**

*Tabla VI. 23 Formato de mantenimiento de vehículos ligeros*

| **Empresa** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Vehículo/ Maquinaria** | | | **Marca/Modelo** | | |
| **Control** | **Fecha** | **Hora** | **Descripción de mantenimiento realizado o tipo de servicio** | **Comentarios** | **Firma** |
| 001 | | | | | |
| 002 | | | | | |
| 003 | | | | | |
| 004 | | | | | |
| 005 | | | | | |
| 006 | | | | | |
| 007 | | | | | |
| 008 | | | | | |
| 009 | | | | | |
| 0010 | | | | | |

*Tabla VI. 24 Formato de verificación de kit de contención de derrames.*

| **Revisión mensual del KIT de Derrame** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Corresponde al mes de:** | | | | | |
| **Equipo** | **Tipo de equipo** | **Contratista** | **Fecha de revisión** | **¿Cuenta con el KIT?** | **Comentarios** |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| **Coordinador del PMA** | | | | | |
| **Nombre** | | | **Firma** | | |

La Unidad Minera San Martín S.A. de C.V. cuenta con su Procedimiento Check List de sustancias químicas peligrosas.

**Control de resultados esperados**

Los indicadores para obtener resultados esperados se muestran en la Tabla VI.23.

*Tabla VI. 25 Indicadores de éxito para alcanzar los resultados esperados del Programa de mantenimiento de los equipos, maquinaria y vehículos de carga pesada y ligera.*

| **Indicador** | **Valor esperado** | **Acciones requeridas** |
|---|---|---|
| Número de servicios de mantenimiento realizados a los vehículos de carga pesada y ligera. | Un servicio de mantenimiento realizado a los vehículos por cada 10,000 km de recorridos. | Si no se logra el mínimo requerido se aumentará el personal para el taller de mantenimiento. |
| Número de servicios de mantenimiento realizados a los equipos y maquinaria pesada | Un servicio de mantenimiento realizado a cada equipo o maquinaria por cada 200 horas de trabajo. | Si no se logra el mínimo requerido se aumentará el personal para el taller de mantenimiento. |

| | | |
|---|---|---|
| durante todas las etapas del proyecto. | | |
| Número de constancia de verificación de los vehículos de transporte de carga pesada y ligera. | Mínimo de emisiones a la atmósfera por el transporte de vehículos. | Si no se logra el mínimo de emisiones a la atmósfera se reemplazarán los equipos de transporte. |

**Programa de capacitación para el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación.**

*Tabla VI. 26 Formato de la lista de asistencia a cursos de capacitación del Programa de Mantenimiento y Vigilancia Ambiental.*

| **Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Listado de Asistencia** | | | | | |
| **Curso/ Reunión:** | | **Fecha:** | | | |
| **Duración:** | | **Expositor:** | | | |
| **No.** | **Nombre** | **No. Empresa** | **Equipo o Puesto** | **Departamento** | **Firma** |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| 6 | | | | | |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| 10 | | | | | |

**Programa general de cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación.**

Medidas de mitigación para evitar las emisiones a la atmósfera.

*Tabla VI. 27 Formato de riego de las áreas del proyecto.*

| **No. de riego** | **PROGRAMA DE MANEJO Y VIGILANCIA AMBIENTAL** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Clave:** | | | | |
| | **Título:** | | | | |
| | **Fecha** | **Horario** | **Etapa del proyecto** | **Áreas regadas** | |
| | | | | **Caminos** | **Áreas de trabajo** |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |

**Control de resultados esperados**

Los indicadores para obtener resultados esperados se muestran en la Tabla VI.26:

*Tabla VI. 28 Indicadores de éxito para alcanzar los resultados esperados del Programa de Capacitación al personal.*

| **Indicador** | **Valor esperado** | **Acciones requeridas** |
|---|---|---|
| Número de pláticas de inducción | Se imparten mínimo tres pláticas de inducción al personal de la obra y | Si no se logra el mínimo requerido de impartición de curso y asistente del menos del 80% del personal de la obra a los cursos, se realizará una campaña de |

| Indicador | Valor esperado | Acciones requeridas |
|---|---|---|
| ambiental y cumplimiento de las medidas de mitigación; y porcentaje del personal asistente. | cumplimiento de las medidas de mitigación. Mínimo el 80% del personal de la obra asistente a los cursos de inducción ambiental. | difusión a través de repartición de trípticos informativos, colocación de mamparas con información referente al reglamento de la obra y cumplimiento de las medidas de mitigación (los objetivos del rescate de la fauna sobre el mantenimiento de la maquinaria y en los baños secos). |

**Programa de cumplimiento de la NOM-141-SEMARNAT-2003.**

Monitoreo de la estabilización de taludes.

**Control de resultados esperados**

Los indicadores para obtener resultados esperados se muestran en la Tabla VI.27.

*Tabla VI. 29 Indicadores de éxito para alcanzar los resultados esperados de la estabilización de taludes.*

| Indicador | Valor esperado | Acciones requeridas |
|---|---|---|
| Número de piezómetros abiertos y piezómetros de cuerda para medir los niveles freáticos y presión de poros, dentro del bordo. | Se instalarán mínimo 2 piezómetros abiertos y 4 piezómetros de cuerda vibrante. | Si no se tiene clara la medición de los niveles freáticos, se checará la instalación de lo piezómetros. |
| Número de prismas o bloques de concreto, para medición de desplazamientos, como testigos de movimiento. | Se instalarán mínimo 3 prismas o bloques de concreto, para medición de desplazamientos. | Si no se tiene clara la medición de los desplazamientos, se checarán y registrará periódicamente el número de bloques de concreto o prismas. |
| Número de inclinómetros que se instalarán y registrarán para detectar el número de movimientos en la estructura que se deben a los sismos. | Se instalará mínimo un clinómetro en las 2 secciones críticas de instrumentación para la medición de potenciales movimientos transversales dentro del bordo. | Si no se tiene clara la medición de los movimientos transversales dentro del bordo, se checarán y registrará periódicamente el número de inclinómetros. |

**Monitoreo perimetral de partículas**

Se realizarán muestreos perimetrales de partículas periódicamente en las inmediaciones del depósito de jales.

## VI.4 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas.

Por diversas causas, durante la realización de las obras y actividades del proyecto pueden producirse daños graves al ambiente y sus ecosistemas, especialmente en zonas de alta vulnerabilidad ambiental, por lo que se deberá presentar a la Secretaría una fianza o un seguro (Artículo 51 del Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental) respecto del cumplimiento de las disposiciones de mitigación establecidas en el Programa de Vigilancia ambiental.

Ciertos procedimientos jurídico - administrativos (por ejemplo, un recurso de revisión con la solicitud de suspensión) requiere que la autoridad pueda conocer los importes parciales de la

inversión prevista (gastos pre-operativos, etc.) con la finalidad de establecer de manera más congruente las fianzas de garantía.

Para tal efecto deberá proporcionar la información sobre la estimación de costos de cada una de las obras y actividades que ocurran durante la fase de preparación, construcción, operación y cierre del proyecto.

Para el proyecto "Nuevo Depósito de Jales de la Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas" se considera un estimado de US$ **XXXXXXXX** (Ciento noventa millones de dólares 00/100), para la ejecución tal como se desglosa de forma general en la Tabla VI.28.

*Tabla VI. 30 Presupuesto para el proyecto.*

| Concepto | Presupuesto (US$) |
|---|---|
| Etapa de Construcción de Bordo Iniciador (2554 msnm) | **XXXXXXXX** |
| Etapa de Primera Sobre elevación (2560 msnm) | **XXXXXXXX** |
| Etapa de Segunda Sobre elevación (2566 msnm) | **XXXXXXXX** |
| Etapa de Tercera Sobre elevación (2570 msnm) | **XXXXXXXX** |
| Etapa de Cuarta Sobre elevación (2580 msnm) | **XXXXXXXX** |
| *Preparación del sitio y Construcción* | **XXXXXXXX** |
| *Operación y mantenimiento (Durante las 5 etapas operativas)* | **XXXXXXXX** |
| *Cierre y Abandono* | **XXXXXXXX** |
| **Inversión final** | **US$ XXXXXXXX** |

Adicionalmente por la aplicación de las medidas manifestadas en el Capítulo VI de esta MIA, propuestas para la prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales identificados a través del proceso de evaluación realizado, se estima una inversión adicional de aproximadamente de $ **XXXXXXXX** MXN.

El costo total de las medidas de prevención y mitigación asciende a **$ XXXXXXXX** (Un millón novecientos mil dólares.).

*Tabla VI. 31 Inversión del proyecto por etapa.*

| Etapa del proyecto | Preparación del sitio | Construcción | Operación y mantenimiento | Cierre y abandono | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| **Inversión** | **XXXXXXXX** | | **XXXXXXXX** | **XXXXXXXX** | **XXXXXXXX** |
| **Medidas de prevención,** | **XXXXXXXX** | | **XXXXXXXX** | **XXXXXXXX** | **XXXXXXXX** |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **mitigación y compensación** | | | | |
| | | | | **XXXXXXXX** |

Siendo el costo total de del proyecto de $ **XXXXXXXX** (**XXXXXXXXXXXXXXXX XX XXXX XXXXX XXXXXXX** 00/100 m.n.)

# CAPÍTULO VII.

PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

SIN TEXTO

## ÍNDICE

CAPITULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS ..... 1
VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto ..... 1
Escenario 1. Sistema Ambiental Regional sin el desarrollo del Proyecto ..... 1
VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto ..... 4
Escenario 2: Sistema Ambiental Regional (SAR) con el Desarrollo del Proyecto4
VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección. ..... 7
Escenario 3: Desarrollo del Proyecto con Medidas de Mitigación..... 7
VII.4 Pronóstico ambiental..... 10

SIN TEXTO

# CAPITULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Se realiza un análisis para visualizar los posibles escenarios futuros del Sistema Ambiental Regional bajo estudio, considerando en primer término el escenario sin proyecto, seguido de otro escenario con proyecto y finalmente, uno que incluya al proyecto con sus medidas de mitigación.

## VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

### Escenario 1. Sistema Ambiental Regional sin el desarrollo del Proyecto

El Sistema Ambiental Regional (SAR), ubicado en la localidad de San Martín, Sombrerete, Zacatecas, es un área con características geográficas y ambientales específicas que definirían su evolución y condiciones si el proyecto del "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín" no se llevara a cabo.

### Atmósfera

El clima predominante en el SAR es templado subhúmedo con lluvias en verano [C(w0)]. Sin el proyecto, las condiciones atmosféricas seguirían regidas por este patrón climático. La región experimentaría pocas consecuencias bajo el riesgo de ciclones tropicales y sequías, una muy baja incidencia de tornados. La intensidad del viento se mantendría en un rango de 8.43 km/h en enero y 14.13 km/h en octubre. En ausencia de nuevas construcciones e industriales del depósito, no habría emisiones atmosféricas adicionales relacionadas con la construcción o la operación de la presa de jales, sin embargo, existiría la dispersión eólica de jales secos de las presas que actualmente se operan las cuales son las presas 5-7 y presa 6.

### Geomorfología

El SAR se caracteriza principalmente por sierra alta (98,29%) y valles con lomerío (1,71%). Las elevaciones varían entre los 2,418 y 3,107 metros sobre el nivel del mar, y las pendientes van desde planas hasta fuertemente escarpadas, con un predominio de terrenos suaves a moderados (5,1% a 30%). Sin el proyecto, la geomorfología natural de la zona permanecería inalterada por actividades de gran escala como excavaciones o la construcción de grandes estructuras. No se detectarían fallas o fracturas dentro del SAR, siendo la más cercana a 32,81 km, por lo que la estabilidad geológica a nivel de fracturas no se vería comprometida por intervenciones humanas, por lo tanto el terreno natural propuesto para el proyecto no tendría ninguna alteración.

### Hidrología Superficial

El SAR forma parte de la Región Hidrológica Presidio-San Pedro (RH11), con corrientes de agua intermitentes como el Arroyo La Marta y el Arroyo Carretas, y cuerpos de agua también intermitentes. En el escenario sin proyecto, el régimen hidrológico superficial se mantendría inalterado, dependiendo únicamente de las precipitaciones pluviales y el afloramiento

subterráneo. No habría desviaciones de cursos de agua ni acumulación artificial de agua. Sin embargo, la alta vulnerabilidad a inundaciones seguiría siendo una característica natural de la zona, aunque sin el riesgo adicional que podría implicar el manejo de jales o la infraestructura de las presas 5-7 y presa 6.

### Hidrología Subterránea

El subsuelo del SAR presenta unidades geohidrológicas con material consolidado de baja posibilidad de agua y material no consolidado con alto rendimiento (>40 lps). El área se asienta sobre los **acuíferos Hidalgo, Sabinas y Vicente Guerrero-Poanas**. En particular, los acuíferos **Sabinas y Vicente Guerrero-Poanas ya se encuentran sobreexplotados**. Sin el proyecto, la presión sobre estos acuíferos provendría únicamente de los usos actuales. sin la demanda adicional de agua para el proceso minero o la recuperación de agua del depósito de jales. La sobreexplotación persistiría, pero no se tendría ninguna alteración que afecte la calidad y cantidad del agua subterránea.

### Suelo

Geológicamente, el SAR está compuesto por Caliza-Lutita, Conglomerado Granito y Riolita-Toba ácida. Sin la intervención del proyecto, los suelos del área no serán removidos o expuestos a actividades de construcción a gran escala. La capa vegetal y las características edafológicas se mantendrían de forma natural, sujetas únicamente a procesos erosivos naturales y a las prácticas de uso de suelo existentes (posiblemente agrícolas o ganaderas a pequeña escala, o conservación).

### Flora

La vegetación natural del SAR se caracteriza por un predominio significativo de la vegetación forestal, destacando el Bosque de Encino-Pino como el tipo de vegetación más extendida, ocupando el 46.88% de la superficie total. Le sigue en importancia la Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de encino, que representa un 25.64 Las actividades agrícolas también son relevantes, con la Agricultura de temporal anual a cubrir el 11.71%

### Fauna

Las poblaciones de fauna silvestre en el SAR Durante el muestreo en el Sistema Ambiental Regional, se registraron un total de **63** especies con un total de **665** ejemplares; de 3 grupos de faunísticos (Aves, Mamíferos y Herpetofauna). El grupo de aves fue el mejor representado, con un total de **43** especies repartidas 23 familias y 9 órdenes; mientas que para el grupo de mamíferos se registró un total de **12** especies pertenecientes a 8 familias y 4 órdenes, por último, para el grupo de herpetofauna se registraron **8** especies pertenecientes a 5 familias y 2 órdenes.

**Paisaje**

El paisaje actual del SAR, corresponde a una calidad alta y se puede deber a que la cobertura vegetal se encuentra conservada. Las zonas que están clasificadas con Calidad media y baja son áreas en las cuales existe una intervención humana por lo que generaron una transformación en la calidad paisajística. La mayor parte del área se identifica con una fragilidad menor y esto sugiere a que contiene una estabilidad alta, ya que la cobertura vegetal suele actuar como estabilizador del suelo. La zona del proyecto se pretende realizar en el área con una fragilidad baja y media al igual que la zona de influencia directa con respecto al SAR.

**Cambio Climático**

El escenario sin proyecto implicaría que el SAR continuaría experimentando los efectos del cambio climático a nivel regional y global. La vulnerabilidad de la zona a fenómenos como nevadas y vientos intensos, y la baja vulnerabilidad a ciclones y sequías, seguirían siendo las mismas, sin alteraciones inducidas por la actividad minera en cuestión.

**Infraestructura**

En este escenario, no se construirían nuevas estaciones de bombeo de jales, sistemas de recuperación de agua, o la rehabilitación de caminos a gran escala con fines mineros. La infraestructura vial existente permanecería sujeta a su mantenimiento habitual, sin el desgaste adicional del tránsito de vehículos pesados asociados a la construcción o la operación del depósito de jales.

**Medio Socioeconómico**

La dinámica socioeconómica de San Martín y Sombrerete se mantendría inalterada por la ausencia del proyecto. No habría nuevas oportunidades de empleo o de desarrollo económico directamente vinculadas a la construcción y operación del depósito de jales. Las actividades económicas actuales continuarían siendo las principales fuentes de subsistencia, sin el impacto positivo que un proyecto de esta magnitud podría generar se traduciría en términos de migración, demanda de servicios o cambios en la economía local.

En resumen, el escenario sin proyecto representa la continuación de las condiciones ambientales y socioeconómicas actuales, con los procesos naturales y las actividades humanas existentes definiendo la evolución del Sistema Ambiental Regional. No obstante, esto también significa que la Unidad Minera San Martín seguiría enfrentando la limitación de espacio para el manejo de jales, lo que eventualmente podría llevar a una interrupción de sus operaciones.

## VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto

### Escenario 2: Sistema Ambiental Regional (SAR) con el Desarrollo del Proyecto

El desarrollo del "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas" implica cambios significativos en el Sistema Ambiental Regional (SAR) en San Martín, Sombrerete, Zacatecas. Este escenario contempla las interacciones y modificaciones que el proyecto minero introducirá en los diversos componentes ambientales y socioeconómicos.

### Atmósfera

Con el proyecto, la calidad del aire en el SAR se verá afectada por las actividades de construcción y operación. Se generarán emisiones de polvo debido al movimiento de tierras, excavaciones, tránsito de maquinaria pesada y manejo de materiales. Las fuentes fijas, la operación de equipos y vehículos diésel para el bombeo de jales y agua, así como el transporte de materiales, contribuira a un aumento de emisiones vehiculares y de combustión.

### Geomorfología

El proyecto alterará significativamente la geomorfología del sitio. La construcción del depósito de jales, que incluye un bordo iniciador, vaso de almacenamiento y bordo posterior, implica la excavación y remoción de grandes volúmenes de tierra. Se creará un dentellón y se utilizarán materiales obtenidos de la propia excavación para la construcción de los bordos. Estas actividades cambiarán el perfil topográfico del área de 170.62 hectáreas, formando una estructura artificial de gran tamaño (con un bordo iniciador de 49.6 m de altura y sucesivas sobre elevaciones de 6 m). Aunque el diseño considera la estabilidad del terreno y se basa en la normativa, la intervención es una modificación permanente del relieve natural.

### Hidrología Superficial

La hidrología superficial se verá directamente impactada. El proyecto incluye un sistema de recuperación de agua que captará el agua acumulada en el vaso del depósito para recircularla al proceso minero. Esto implica un manejo activo del agua superficial dentro y alrededor de la presa de jales, afectando el flujo natural de arroyos intermitentes como el Arroyo La Marta y el Arroyo Carretas en las proximidades del depósito. Aunque busca minimizar el consumo de agua cruda, la presencia de una gran masa de agua y jales en el vaso cambiará los patrones de escorrentía, a pesar de las medidas de seguridad y diseño para contener una tormenta de diseño de 10,000 años. La vulnerabilidad a inundaciones existente en el SAR podría verse amplificada por la nueva infraestructura si no se gestiona adecuadamente el drenaje alrededor de la presa.

**Hidrología Subterránea**

El impacto sobre la hidrología subterránea es crítico, especialmente porque los acuíferos Sabinas y Vicente Guerrero-Poanas ya están sobreexplotados. Ya que el proyecto no contempla una extracción adicional directa de estos acuíferos para su operación. Así mismo, el almacenamiento de 15.94 millones de m³ de jales y agua no implica un riesgo potencial de filtraciones hacia los mantos acuíferos debido al control y la recuperación de posibles filtraciones, aunado a la caracterización de los jales como no generadores de drenaje ácido reduce el riesgo de contaminación ácida.

**Suelo**

El suelo en las 170.62 hectáreas destinadas al depósito sufrirá una transformación completa. Se realizará despalme y desmonte para remover la capa vegetal y el suelo orgánico, que será almacenado. Esta remoción altera la estructura, composición y fertilidad natural del suelo en el área de ocupación directa del proyecto. Aunque se recuperará parte del suelo para posibles usos futuro, la superficie ocupada estará sellada o cubierta por los jales, eliminando su función ecológica y productiva original.

**Flora**

El desarrollo del proyecto implicará una pérdida directa de cobertura vegetal en las 170.62 hectáreas ocupadas. Se realizará desmonte y despalme, removiendo especies vegetales. Aunque se contempla el rescate y reubicación de especies bajo estatus de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010), y se evitará el uso de herbicidas, la fragmentación de hábitats y la alteración de la dinámica natural de la flora en la zona de impacto directo son inevitables.

**Fauna**

La fauna silvestre en el área del proyecto experimentará desplazamiento y pérdida de hábitat. Las actividades de construcción (ruido, maquinaria, presencia humana) provocarán el ahuyentamiento de especies. Aunque se implementarán medidas de rescate y reubicación, la capacidad de carga del hábitat remanente podría verse afectada. Las rutas de migración o dispersión de algunas especies podrían ser interrumpidas por la nueva infraestructura.

**Paisaje**

El paisaje del SAR se modificará con la construcción del depósito de jales. Una estructura artificial de gran escala, con bordos que alcanzan alturas considerables y sobre elevaciones programadas. Esto generará un impacto visual significativo, alterando la percepción estética y la composición escénica del área. La presencia de la presa de jales se convertirá en un elemento dominante en el horizonte.

**Cambio Climático**

El proyecto contribuirá al cambio climático a través de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la quema de combustibles fósiles por la maquinaria de construcción y los equipos de bombeo. Estas emisiones se sumarán a las ya existentes en la atmósfera.

**Infraestructura**

El proyecto generará una nueva infraestructura, incluyendo:

- El depósito de jales (bordos, vaso).
- Un sistema de rebombeo de jales con bombas centrífugas y 4.6 km de tuberías.
- Un sistema de recuperación de agua con bombas, piletas de sedimentación y 4.65 km de tuberías.
- Una subestación eléctrica y líneas de transmisión para alimentar los equipos.
- La rehabilitación de caminos de acceso existentes para soportar el tráfico pesado.

**Medio Socioeconómico**

El desarrollo del proyecto traerá cambios significativos al medio socioeconómico local:

- Generación de empleo: Durante la fase de construcción y operación, se crearán puestos de trabajo directos e indirectos, lo que podría atraer mano de obra a la localidad de San Martín y al municipio de Sombrerete.
- Actividad económica: Se impulsará la economía local a través de la demanda de bienes y servicios relacionados con el proyecto.
- Presión sobre servicios: El posible aumento de población y actividad económica podría generar una mayor demanda sobre los servicios básicos (vivienda, salud, educación, etc.) en la localidad de San Martín y sus alrededores.
- Percepción social: La comunidad podría experimentar cambios en la calidad de vida relacionados.
- Seguridad operativa: El mantenimiento de la seguridad durante el almacenamiento de jales es una prioridad del proyecto, lo que impactará positivamente en la percepción de riesgo por parte de la comunidad.
- Uso del agua: La recuperación y retorno de agua al proceso minero minimiza el consumo de agua cruda, lo cual es un factor positivo en una región donde algunos acuíferos ya están sobreexplotados, aunque la demanda minera total sigue siendo un factor para considerar en la gestión hídrica regional.

En síntesis, el escenario con proyecto implica una transformación activa y planificada del SAR, pasando de un estado natural o de usos menores a uno con una infraestructura minera dominante. Esta intervención busca resolver una necesidad operativa de la empresa, pero conlleva cambios significativos en todos los componentes ambientales, así como impactos, positivos tanto como negativos. El éxito de este escenario dependerá en gran medida de la implementación efectiva de las medidas de mitigación y la supervisión continua para asegurar el cumplimiento de los objetivos de diseño y seguridad.

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

### Escenario 3: Desarrollo del Proyecto con Medidas de Mitigación

El siguiente escenario describe cómo se vería el Sistema Ambiental Regional (SAR) en San Martín, Sombrerete, Zacatecas, con la implementación del proyecto "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas" junto con todas las medidas de mitigación propuestas. Este enfoque busca equilibrar el desarrollo minero con la protección ambiental y social, minimizando los impactos negativos y promoviendo la recuperación.

### Atmósfera

Con las medidas de mitigación, la calidad del aire experimentará una afectación significativamente reducida. Con el humedecimiento constante de caminos, la limitación de velocidad a 20 km/h de los vehículos de carga pesada y ligera, y el cubrimiento de las cargas en los vehículos de transporte de materiales, serán importantes para controlar las emisiones de partículas de polvo. El mantenimiento periódico de la maquinaria y el monitoreo de la calidad del aire por emisiones (NOx, SOx, COx) y material particulado (PST, PM-10) buscarán asegurar que los vehículos operen de manera más eficiente y con menos contaminantes. La limitación del área expuesta del suelo y la revegetación rápida también reducirán la erosión eólica. Se espera que estas acciones disminuyan las molestias por polvo para las personas que transiten por caminos cercanos y contribuyan a un mejor cumplimiento de las normativas de calidad del aire.

### Geomorfología

Aunque la construcción del depósito de jales implicará una alteración geomorfológica significativa, las medidas de mitigación buscan que esta sea lo más controlada y estable posible. La minimización del área afectada y la optimización de las dimensiones de las estructuras limitarán la extensión de la modificación. El diseño de taludes estables y suavizados, junto con la estabilización y revegetación del depósito de jales, reducirán la erosión y el riesgo de deslizamientos, buscando una integración más armónica con el paisaje a largo plazo. La excavación por secciones y el manejo adecuado del material extraído, incluido el movimiento del suelo superficial, ayudarán a mantener la integridad del terreno fuera de las zonas directamente intervenidas y a facilitar futuras rehabilitaciones.

**Hidrología Superficial**

El proyecto, con la aplicación de las medidas de mitigación, busca un manejo eficiente y seguro del agua superficial. El sistema de canalización y desvío de agua pluvial en determinante para recuperar la captación y dirección hacia los arroyos cercanos, manteniendo la capacidad de captación de agua superficial en la zona.

**Hidrología Subterránea**

El depósito de jales será recubierto en su base con una membrana de geotextil que protegerá y evitará la contaminación de los mantos acuíferos, por fuga infiltración de jales. Además se llevará a cabo un Programa de monitoreo periódico aguas arriba y aguas abajo, para poder detectar oportunamente cualquier contaminación al agua subterránea.

**Suelo**

Las obras de conservación de suelo propuestas aseguran la recuperación del suelo perdido por la ejecución del proyecto, prácticamente en su totalidad como son: rescate y reubicación de las especies susceptibles de sobrevivencia; reforestación como medida de compensación de la pérdida de servicios ambientales así como del sitio al final de la vida útil del proyecto; construcción de terrazas individuales; construcción de barrera de piedra y cordón de ramas. La limitación del área expuesta, el riego en zonas de trabajo y la protección de pilas de material excavado reducirán significativamente la erosión hídrica y eólica. La separación y acopio adecuado del suelo vegetal asegura la disponibilidad de material fértil para la revegetación con especies nativas, lo que es importante para la recuperación de la estructura y funcionalidad del suelo en las áreas rehabilitadas.

**Flora**

Las medidas de mitigación buscan minimizar la pérdida de flora y promover su recuperación. La minimización de áreas afectadas y la delimitación precisa de zonas de trabajo son prioritarias para evitar la remoción innecesaria de vegetación. El rescate y reubicación de especies protegidas, de interés ecológico y susceptibles de ser reubicadas, junto con la revegetación con especies nativas y la reforestación como medida de compensación, son acciones clave para restaurar la cubierta vegetal y recuperar la biodiversidad. El aprovechamiento de material vegetal proveniente del desmonte también contribuye a la restauración. La capacitación del personal sobre la identificación y conservación de especies protegidas, junto con el monitoreo continuo de la recuperación de la vegetación, asegura la efectividad de estas medidas.

**Fauna**

Las medidas para la fauna están diseñadas para proteger a los individuos y sus hábitats. La delimitación estricta de áreas de trabajo y la señalización de hábitats sensibles son esenciales para evitar perturbaciones. Los planes de rescate y reubicación de fauna, supervisados por especialistas, buscan salvaguardar a los individuos durante la fase de construcción. La rehabilitación de hábitats (reforestación con especies nativas y restauración de fuentes de alimento) y la implementación de planes de revegetación crearán nuevas oportunidades para la conservación de la fauna. La capacitación del personal y el monitoreo continuo de la fauna serán cruciales para adaptar las acciones y asegurar la efectividad y éxito de la conservación de la biodiversidad a largo plazo.

**Paisaje**

La mitigación de impactos en el paisaje mediante la minimización de áreas desmontadas, la revegetación de zonas intervenidas con especies nativas y la planificación organizada del sitio de trabajo (incluyendo el manejo de escombros y almacenamiento) son fundamentales. La realización de reforestación con densidades adecuadas a las condiciones actuales permite restablecer la naturalidad del ecosistema circundante, suavizando los contrastes visuales y mejorando la armonía estética del paisaje minero con el entorno montañoso de Sombrerete.

**Cambio Climático**

Aunque el proyecto implica inherentemente emisiones asociadas a la preparación del sitio y construcción, el control de las emisiones de contaminantes a la atmósfera contribuye a evitar la generación de contaminantes de efecto de invernadero al cambio climático. Al minimizar las emisiones de polvo y mantener el equipo en buen estado, se reduce la huella ambiental. Además, la revegetación y rehabilitación de áreas ayudan a la captura de carbono y a la resiliencia del ecosistema local frente a las variaciones climáticas.

**Infraestructura**

El proyecto, con medidas de mitigación, se caracteriza por la creación de infraestructura funcional y bien mantenida. Esto incluye el depósito de jales diseñado bajo estrictos estándares (NOM-141-SEMARNAT-2003) y resistir eventos extremos (tormenta de diseño de 10,000 años) es una medida de seguridad para la región y aceptación social. Sistemas eficientes de bombeo de jales y recuperación de agua, y caminos de acceso rehabilitados. La planificación detallada y el cumplimiento normativo aseguran que esta infraestructura sea segura y opere eficazmente, reduciendo el riesgo de fallas que puedan generar impactos ambientales o socioeconómicos adversos.

**Medio Socioeconómico**

El desarrollo del proyecto con medidas de mitigación busca generar beneficios socioeconómicos para la región. La creación de empleo durante todas las etapas del proyecto es un beneficio directo para la población cercana. Los programas de compensación ambiental y la inversión en proyectos comunitarios buscan equilibrar las alteraciones en el uso del suelo o en el entorno. La elaboración de un plan de cierre y rehabilitación detallado asegura que, al finalizar la operación, el sitio será estabilizado y restaurado, minimizando impactos a largo plazo en las comunidades aledañas. La capacitación del personal en aspectos ambientales y de seguridad también fomenta una cultura de responsabilidad, lo que puede tener efectos positivos en la relación entre el proyecto y la comunidad.

En resumen, el escenario del proyecto con medidas de mitigación representa un proyecto minero que, si bien introduce una gran infraestructura, está respaldado por un marco integral de medidas de mitigación y gestión ambiental. El éxito de este escenario depende de la implementación rigurosa y efectiva de todas las acciones planificadas, el monitoreo continuo de sus resultados y la capacidad de adaptación a cualquier situación imprevista para garantizar que los beneficios de la operación minera se logren con el menor impacto posible en el entorno natural y social a nivel local y regional.

## VII.4 Pronóstico ambiental

Realizamos una evaluación integral del proyecto a partir del análisis de los tres escenarios presentados, lo que nos permite ofrecer el Pronóstico del Sistema Ambiental de la Región en estudio para el "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas".

El "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín", si bien representará un impacto residual a la geomorfología que directa o indirectamente afecta también a los componentes de suelo, flora y paisaje, es una alteración localizada de las curvas de nivel actuales. Aunque inevitable, esta alteración se puede estabilizar para que no represente un riesgo al equilibrio regional del ecosistema, especialmente en materia de control y prevención de la erosión. Se pretende suavizar los taludes generados por el Proyecto y asegurar una estabilidad del terreno para evitar posibles procesos erosivos a largo plazo. Tal condición está proyectada como parte de los objetivos para la etapa de cierre y abandono del Proyecto, que se centran en alcanzar un equilibrio físico, químico y biológico en las áreas afectadas.

Se estima una pérdida directa de suelo (desmonte), e indirecta por procesos erosivos detonada por las propias obras del proyecto, tanto en las etapas de preparación como durante la construcción, aunque sólo de manera moderada. Si bien el grado de erosión no se visualiza como intenso, la relevancia del recurso para el entorno natural incrementa la importancia a este impacto, aunque llega a considerarse como un impacto **moderado**.

Como se ha analizado a lo largo de este estudio con base en la información del Proyecto y del entorno, si bien los principales impactos que potencialmente podría generar el desarrollo del "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas" alterarán en grado

moderado las condiciones ambientales actuales en el sitio, desde la emisión de polvos fugitivos hasta la continuidad paisajística, pasando por afectaciones a la topografía y al suelo, ninguno de estos impactos son de carácter significativo en cuanto a que provoquen alteraciones en los ecosistemas y sobre los recursos naturales, de manera que se obstaculice la existencia y desarrollo de seres vivos en el Área de Influencia (AI) o en el Sistema Ambiental Regional (SAR); así como tampoco romperán con la continuidad de los procesos naturales.

La apropiada y oportuna ejecución de las medidas de control, prevención y mitigación, pero sobre todo la continua y eficiente supervisión y vigilancia, serán tareas vitales para cumplir con los objetivos esenciales del Proyecto, respetando la integridad funcional y la capacidad de carga del ecosistema, y a su vez favoreciendo indirectamente la continuidad del desarrollo y beneficios socioeconómicos que genera actualmente la empresa promovente; logrando con ello la sustentabilidad del proyecto "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín".

Aun cuando la evaluación de impactos no ha identificado afectaciones posibles al componente hidrológico dadas las características de las obras y su diseño conforme a la normatividad correspondiente, se seguirán todos los lineamientos para la preparación, construcción, operación, cierre operativo y monitoreo del Depósito de Jales establecidos en la NOM-141-SEMARNAT-2003, entre los que se incluyen muestreos para caracterización de los jales, mediciones en los instrumentos del sistema de monitoreo para identificar desviaciones a la operación normal, etc.

Del análisis integral de los tres escenarios, se presenta el Pronóstico del Sistema Ambiental de la Región en estudio, concluyendo que:

- Dado que el diseño del depósito considera los criterios de la NOM-141-SEMARNAT-2003 y los estudios previos del sitio, a partir de los cuales se desarrolló la ingeniería de detalle para garantizar la estabilidad de los bordos, no se debe esperar una falla estructural del depósito, para evitar que esto suceda, se establecerá un control topográfico especializado permanente durante la construcción de la obra. Por lo tanto, el Proyecto propuesto no representa un riesgo a la salud y bienestar humano.
- El Proyecto no afectará significativamente la calidad de ningún cuerpo de agua subterráneos ni superficiales, conforme al diseño del "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas", el cual se apega en su totalidad a los lineamientos de la NOM-141-SEMARNAT-2003.
- El Proyecto contempla actividades y obras de prevención, mitigación y restitución de los impactos identificados a los diferentes componentes ambientales.
- El Proyecto implica la ejecución de obras de restauración, rehabilitación y de estabilización al final de su vida útil (etapa de abandono), que deberán ser consideradas en el Plan de Cierre.
- El pronóstico ambiental para el área de estudio hacia la etapa de cierre operativo del Proyecto indica que el entorno no será sustancialmente afectado por su ejecución, siempre que se ejecute según las consideraciones de diseño.

Con base en lo anterior, el proyecto "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas" no representa un factor de desequilibrio ecológico ni ocasionará situaciones de contingencia ambiental que representen un riesgo a la salud y bienestar humano, ni causará una inestabilidad en la funcionalidad del ecosistema.

Finalmente, podemos señalar que con la aplicación de las medidas de mitigación que se proponen, se podrá restablecer en la medida de lo posible la capacidad que tiene el Sistema Ambiental Regional de brindar los servicios ambientales que actualmente se tienen, y en cambio se podrán obtener los beneficios correspondientes al desarrollo minero del estado de Zacatecas y al desarrollo socioeconómico de la región con la generación de empleos. Por lo que podemos considerarlo como un **proyecto ambientalmente factible**.

# CAPÍTULO VIII.

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

**ÍNDICE**

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL ..... 2
VIII.1 Presentación de la información. ..... 2
VIII.1.1 Cartografía (Planos). ..... 2
VIII.1.2 Fotografías ..... 3
VIII.1.3 Videos ..... 3
VIII.2 Otros anexos ..... 3
VIII.2.1 Memorias ..... 3
VIII.2.2 Anexos ..... 4
VIII.2.3 Cartografía (Mapas) ..... 5
VIII.2.4 Glosario ..... 6
VIII.2.5 Bibliografía ..... 8

# 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.

Respecto al Art. 13 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), se entregan tres ejemplares de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional (MIA-Regional), de los cuales uno es impreso y dos ejemplares se presentan en medio digital; uno de los ejemplares en medio digital será utilizado para consulta pública y se le ha eliminado la información confidencial. Todo el estudio es presentado en formato Word y en idioma español.

### VIII.1.1 Cartografía (Planos).

Para la ubicación, superficie y aspectos técnicos del Sistema Ambiental Regional, Área de Influencia y Área del Proyecto para la construcción y operación del Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Martín y Obras Asociadas, se presentan los siguientes planos georreferenciados.

**Capítulo I**

No fue necesaria la integración de planos en este capítulo.

**Capítulo II**

- Anexo II.1 coordenadas de las obras
  - AREAS Y OBRAS NDJ Y OBRAS ASOCIADAS SAN MARTIN (CAPII-PL-01)
  - POLÍGONO ENVOLVENTE (CAPII-PL-02)

**Capítulo III**

No fue necesaria la integración de planos en este capítulo.

**Capítulo IV**

- Anexo IV.3 Coordenadas Trampeo Huellas y Fototrampeo.
  - TRAMPEO Y FOTOTRAMPEO (CAPVI-PL-01)
  - TRAMPEO Y FOTOTRAMPEO (CAPVI-PL-01.1)
  - HUELLAS Y EXCREMENTOS (CAPVI-PL-02)
  - HUELLAS Y EXCREMENTOS (CAPVI-PL-02.1)

**Capítulo V**

No fue necesaria la integración de planos en este capítulo.

**Capítulo VI**

- Anexo VI.1 Polígonos de medidas de mitigación.
  - POLÍGONO DEL ÁREA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN (PL-COM01)
  - POLÍGONO DEL ÁREA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN (PL-COM01)
- Anexo VI.2 Polígono de reforestación como compensación.

  - POLÍGONO DE REFORESTACIÓN COMO COMPENSACIÓN (PL-COM03)
- Anexo VI.3 Polígono de liberación de fauna.
  - POLÍGONO DE LIBERACIÓN DE FAUNA SILVESTRE (PL-LIB01)

**Capítulo VII**

No fue necesaria la integración de planos en este capítulo.

**VIII.1.2 Fotografías**

Se integra un anexo fotográfico en el que se indica el número de fotografía y se describen brevemente los aspectos a resaltar.

**VIII.1.3 Videos**

No fue necesaria la integración de videos en el presente documento.

**VIII.2 Otros anexos**

**VIII.2.1 Memorias**

**Capítulo I**

No fue necesaria la integración de memorias de cálculo en este capítulo

**Capítulo II**

No fue necesaria la integración de memorias de cálculo en este capítulo

**Capítulo III**

No fue necesaria la integración de memorias de cálculo en este capítulo

**Capítulo IV**

- Anexo IV.2 Memorias de cálculo por tipo de vegetación.
  - Memoria de cálculo BPQ.
  - Memoria de cálculo BQP.
  - Memoria de cálculo VsaBQ.
  - Memoria de cálculo VsaPN.
- Anexo IV.5 Esfuerzo de muestreo fauna SAR.
- Anexo IV.6 Índices de diversidad y composición alfa beta y gama SAR.
- Anexo IV.8 Servicios Ambientales afectados por el proyecto (Biomasa y carbono almacenado)

**Capítulo V**

- Anexo V.1 Matriz de impactos.

**Capítulo VI**

- Anexo VI.1 Medidas de Compensación de infiltración y balance hídrico.
- Anexo VI.2 Memoria de cálculo de Pérdida de suelo

**Capítulo VII**

No fue necesaria la integración de memorias de cálculo en este capítulo.

### VIII.2.2 Anexos

Se presenta también la lista de anexos mencionados en los Capítulos.

**Capítulo I**

- Anexo I.1 Programa de trabajo.
- Anexo I.2 Acta Constitutiva.
- Anexo I.3 Constancia de Situación Fiscal Industrial Minera México S.A. de C.V.
- Anexo I.4 Poder legal.
- Anexo I.5 INE Apoderado Legal
- Anexo I.6 Constancia de Situación Fiscal Servicios de Consultoría Certificada S.C.
- Anexo I.7 Cédula Profesional LFPO

**Capítulo II**

- Anexo II.1 coordenadas de las obras.
- Anexo II.2 Caracterización de los jales.
- Anexo II.3 Programa de trabajo.

**Capítulo III**

- Anexo III.1 Informe de ensayo de Jales 2024.
- Anexo III.2 Plan de Manejo RMin San Martín 2023.
- Anexo III.3 Autorización VHSN.
- Anexo III.4 Autorización HBC.
- Anexo III.5 Autorización DEFESA.
- Anexo III.6 Actualización Registro RPs USM.
- Anexo III.7 Autorización Transportes MEDAM.
- Anexo III.8 Autorización Acopio MEDAM.
- Anexo III.9 Impacto Social-Desarrollo Comunitario USM.

**Capítulo IV**

- Anexo IV.1 Composición florística en el SAR.
- Anexo IV.2 Memorias de cálculo por tipo de vegetación.
- Anexo IV.3 Coordenadas Trampeo Huellas y Fototrampeo.
- Anexo IV.4 Especies migratorias de aves registradas dentro del SAR.
- Anexo IV.5 Esfuerzo de muestreo fauna SAR.
- Anexo IV.6 Índices de diversidad y composición alfa beta y gama SAR.
- Anexo IV.7 Diagnóstico ambiental.

**Capítulo V**

- Anexo V.1 Matriz de impactos.

**Capítulo VI**

- Anexo VI.1 Medidas de Compensación de infiltración y balance hídrico.
- Anexo VI.2 Memoria de cálculo de Pérdida de suelo.

**VIII.2.3 Cartografía (Mapas)**

**Capítulo I**

- Figura I. 1. Ubicación del proyecto a nivel estatal.
- Figura I. 2. Ubicación del proyecto a nivel municipal.
- Figura I. 3. Carreteras para el acceso al proyecto.

**Capítulo II**

- Figura II. 1. Obras del proyecto.
- Figura II. 2. Caminos de acceso del proyecto.

**Capítulo III**

- Figura III. 1. UAB a la que pertenece el proyecto.
- Figura III. 2. Ubicación del proyecto respecto a la ANP federal.
- Figura III. 3. Ubicación del proyecto respecto a la ANP estatal.
- Figura III. 4. Ubicación del proyecto respecto a las AICA.
- Figura III. 5. Ubicación del proyecto respecto a las RTP.
- Figura III. 6. Ubicación del proyecto respecto a la RHP.

**Capítulo IV**

- Figura IV. 1. Delimitación del Sistema Ambiental Regional.
- Figura IV. 2. Clima en el SAR.
- Figura IV. 3. Riesgo por presencia de ciclones tropicales en el SAR.
- Figura IV. 4. Índice de vulnerabilidad por sequía en el SAR.
- Figura IV. 5. Número de tornados por estado.
- Figura IV. 6. Riesgo por nevadas en el SAR.
- Figura IV. 7. Zonificación eólica en el SAR.
- Figura IV. 8. Sistema de topoformas en el SAR.
- Figura IV. 9. Modelo digital de elevaciones para el SAR.
- Figura IV. 10. Pendientes en el SAR.
- Figura IV. 11. Fallas y fracturas cercanas al SAR.
- Figura IV. 12. Zona de regionalización sísmica correspondiente al SAR.
- Figura IV. 13. Regiones potenciales de deslizamiento cercanas al SAR.
- Figura IV. 14. Susceptibilidad a inestabilidad de laderas en el SAR.
- Figura IV. 15. Índice de vulnerabilidad de inundación en el SAR.
- Figura IV. 16. Ubicación del SAR respecto a los volcanes identificados.
- Figura IV. 17. Geología presente en el SAR.
- Figura IV. 18. Edafología presente en el SAR.
- Figura IV. 19. Erosión de suelo presente en el SAR.
- Figura IV. 20. Hidrografía del SAR.

- Figura IV. 21. Red hidrográfica presente en el SAR.
- Figura IV. 22. Unidad geohidrológica presente en el SAR.
- Figura IV. 23. Acuíferos a los que pertenece el SAR.
- Figura IV. 26. Tipos de uso de suelo y vegetación en el SAR.
- Figura IV. 27. Puntos de muestreo realizados por tipos de uso de suelo y vegetación en el SAR.
- Figura IV. 28. Localidades dentro del SAR.
- Figura IV. 29. Delimitación del Área de Influencia Directa e Indirecta.
- Figura IV. 32. Análisis retrospectivo respecto a la geomorfología del SAR.
- Figura IV. 33. Análisis retrospectivo respecto de la red hidrográfica del SAR.
- Figura IV. 34. Comparativa del NDVI para el SAR.
- Figura IV. 35. Análisis retrospectivo respecto de vegetación en el SAR.
- Figura IV. 36. Análisis retrospectivo del uso de suelo en el SAR.
- Figura IV. 39. Visibilidad del proyecto con respecto al área de influencia y el SAR.
- Figura IV. 40. Fragilidad del SAR.
- Figura IV. 41. Vulnerabilidad del paisaje en el SAR.

**Capítulo V**

No fue necesaria la integración de MAPAS en este capítulo.

**Capítulo VI**

No fue necesaria la integración de MAPAS en este capítulo.

**Capítulo VII**

No fue necesaria la integración de MAPAS en este capítulo.

### VIII.2.4 Glosario

Para la Manifestación de Impacto Ambiental Regional se consideran las definiciones contenidas tanto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, como en su Reglamento en Materia de Evaluación Impacto Ambiental; algunas de las cuales fueron utilizadas en este estudio y se citan a continuación:

**Ambiente:** El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados

**Cambio de uso de suelo:** Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.

**Escenario modificado:** características de los componentes ambientales que resultan de adicionar los efectos de los impactos generados por el Proyecto, al estado actual que presentan, y habiendo aplicado las medidas preventivas y de mitigación apropiadas.

**Emisión:** Liberación al ambiente de toda sustancia, en cualquiera de sus estados físicos, o cualquier tipo de energía, proveniente de una fuente.

**Equilibrio ecológico:** La relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

**Fauna silvestre:** Las especies animales que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores que se encuentran bajo control del hombre, así como los animales domésticos que por abandono se tornen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y apropiación.

**Flora silvestre:** Las especies vegetales, así como los hongos, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo las poblaciones o especímenes de estas especies que se encuentran bajo control del hombre.

**Impacto ambiental:** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

**Impacto ambiental acumulativo:** El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

**Impacto ambiental residual:** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

**Impacto ambiental sinérgico:** Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

**Impacto potencial:** Capacidad del efecto producido por una obra o actividad específica para modificar directa o indirectamente uno o más componentes ambientales con respecto a su línea base

**Impactos principales:** Impactos identificados en el proceso de evaluación mediante la metodología elegida cuya importancia, expresada en términos de los atributos o parámetros de referencia del impacto (criterios de calificación numérica) y con base en los indicadores ambientales respectivos, destacan sobre el resto de los impactos generados por una obra o actividad específica, sin llegar a ser considerados como impactos significativos o relevantes.

**Impactos secundarios:** Impactos identificados en el proceso de evaluación mediante la metodología elegida, cuya importancia es menor a la de los impactos principales.

**Impactos significativos o relevantes:** Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales

**Manifestación del impacto ambiental:** El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.

**Medidas de mitigación:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un Proyecto en cualquiera de sus etapas.

**Medidas de prevención:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

**Prevención:** El conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente.

**Protección:** El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro.

### VIII.2.5 Bibliografía

Altamirano Álvarez, T. N. (2017). Diversidad alfa y recambio de mamíferos en San José Deguedo, municipio de Soyaniquilpan de Juárez, Estado de México. Redalyc, 28, 19-34.

Ayuntamiento de Sombrerete. (2016). Programa de Desarrollo Urbanos del Centro de población de Sombrerete 2016 - 2040. Obtenido de http://www.sombrerete.gob.mx/contenidos/2017-06/1496413179.pdf

Ayuntamiento de Sombrerete. (2021). Plan Municipal de Desarrollo de Sombrerete, Zacatecas 2021 - 2024. Obtenido de http://www.sombrerete.gob.mx/contenidos/2024-01/1705680642.pdf

Balderas-Valdivia, C. J.-O.-S. (2009). Contribución a la historia natural de Crotalus molossus. Laboratorio de Biodiversidad, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, Universidad Nacional Autónoma de México, 363-369.

BOLFOR, Mostacedo, B., & Fredericksen, T. S. (2000). Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia.

Caballero. (2016). El relieve en curvas de nivel. Obtenido de UNAM: https://usuarios.geofisica.unam.mx/cecilia/cursos/Relieve&Topog.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2014a). Reglamento de la LGPGIR. Obtenido de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2014b). Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Obtenido de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2020). Reglamento de la LGDFS. Obtenido de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGDFS_091220.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2021a). Ley General de Vida Silvestre. Obtenido de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2021b). Ley General de Vida Silvestre. Obtenido de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_200521.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2023a). Ley de Aguas Nacionales. Obtenido de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAN.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2023b). Ley de Minería. Obtenido de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LMin.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2023c). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. Obtenido de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2024a). Ley General de Cambio Climático. Obtenido de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2024b). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Obtenido de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2024c). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Obtenido de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2024d). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Obtenido de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf

CAMIMEX. (2024). Situación de la minería en México en 2023. CDMX: CAMIEX.

Caughley, G. (1997). Análisis de poblaciones de vertebrados. Londres: John Wiley and Sons.

CENAPRED. (2020). Identificación de peligro sísmico a nivel municipal que permita contar con información básica para el desarrollo posterior de atlas municipales en todo el país. Obtenido de https://www1.cenapred.unam.mx/DIR_INVESTIGACION/2021/1er_Trimestre/FRACCION_XLI/RS/210420_Informe_RS_CaracteristicasCFE2015.pdf

CENAPRED. (s.f.). Susceptibilidad por inestabilidad de laderas. Obtenido de http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/inestabilidad-laderas.html

CITES. (s.f.). Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Obtenido de https://cites.org/esp/disc/what.php

Colwell, R. (2013). Statistical Estimation of Species Richness and shared Species from samples.

Colwell, R. K., & Coddington, J. A. (1994). Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences, 101-118.

CONABIO. (2000). Regiones terrestres prioritarias de México. Obtenido de http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html

CONABIO. (2015a). Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves. Obtenido de https://avesmx.conabio.gob.mx/AICA.html

CONABIO. (2015b). Regiones Hidrológicas Prioritarias. Obtenido de http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/hidrologicas.html

CONAGUA. (2024). Disponibilidad de acuíferos. Obtenido de https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Disponibilidad_Acuiferos.html

CONANP. (2024). Numeralia ANP. Obtenido de https://simec.conanp.gob.mx/numeralia.php

CONANP. (s.f.). Sierra de Órganos. Obtenido de https://descubreanp.conanp.gob.mx/es/conanp/ANP?suri=154

Domínguez-Godoy M.A., H. R.-M.-P. (2020). Living on the edge: Lower thermal quality but greater survival probability at a high-altitude mountain for the mesquite lizard (Sceloporus grammicus). Elsevier.

Escobar, C., & Duque, G. (2017). Erosión y movimientos de masa. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia: https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/57334/erosionymovimientosenmasa.pdf

FAO. (s.f.a). El suelo, diferencias entre su aspecto físico y químico. Obtenido de https://www.fao.org/4/ah645s/AH645S04.htm

FAO. (s.f.b). ¿Qué es la topografía?. Obtenido de https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6707s/x6707s01.htm

FMCN, CONAFOR, USAID y USFS. (2018). Manual para trazar la Unidad de Muestreo en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas. México: BIOCOMUNI.

Gobierno de España. (s.f.). ¿Qué es la sequía?. Obtenido de Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Deomográfico: https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/observatorio-nacional-de-la-sequia/que-es-la-sequia.html

Gobierno de México. (2021a). Agenda 21. Obtenido de https://www.gob.mx/semarnat/educacionambiental/documentos/agenda-21-264034

Gobierno de México. (2021b). Acuerdo de Escazú. Obtenido de https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/el-acuerdo-de-escazu

Gobierno de México. (2025). Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/966672/pnd-completo-2025-2030.pdf

Gobierno de Zacatecas. (2022). Plan Estatal de Desarrollo 2022 - 2027. Obtenido de https://see.zacatecas.gob.mx/assets/doc/ped/PED_2022-2027.pdf

IMPLAN. (2020). Atlas de Riesgos Bahía de Banderas. Obtenido de Instituto Municipal de Planeación de Bahía de Banderas: https://rmgir.proyectomesoamerica.org/AtlasMunPDF/2020/18020_BAH%C3%8DA_DE_BANDERAS_2020.PDF

INEGI. (2011a). Diccionario de datos de Erosión de suelo. Obtenido de https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/publicaciones/diccionario/dicc_erosion/dicc_erosion.pdf

INEGI. (2011b). Guía para la interpretación cartográfica Edafología. Obtenido de https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825231606.pdf

INEGI. (s.f.a). Fisiografía. Obtenido de https://www.inegi.org.mx/temas/fisiografia/#:~:text=Sistema%20de%20Topoformas.,patrones%20estructurales%20y%2Fo%20degradativos.

INEGI. (s.f.b). Glosario de términos. Obtenido de https://cuentame.inegi.org.mx/glosario/c.aspx?tema=G

Krebs, C. J. (1999). Ecological Methodology. Paises Bajos: Benjamin/Cummings.

Lamas, G., Robbins, R. K., & Harvey, D. J. (1991). A Preliminary Survey of the Butterfly Fauna of Pakitza, Parque Nacional del Manu, Peru, with an Estimate of its Species Richness. Publicaciones del Museo de Historia Natural Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 40:1-19.

Magurran, A. E. (2013). Measuring Biological Diversity. Blackwell Publishing.

Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza: GORFI, S.A.

Murie, O. y. (2005). Field Guide to Animal Tracks. Houghton Mifflin Harcourt.

Naciones Unidas. (s.f.). Convenio sobre la Diversidad Biológica. Obtenido de https://www.un.org/es/observances/biodiversity-day/convention

NOAA. (2013). Ciclones tropicales. Obtenido de https://www.weather.gov/media/owlie/ciclones_tropicales11.pdf

Organización de las Naciones Unidas. (2005). Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, 16 de junio de 1972. Obtenido de http://www.ordenjuridico.gob.mx/TratInt/Derechos%20Humanos/INST%2005.pdf

Periódico Oficial del Gobierno de Zacatecas. (2025). Periódico Oficial del Gobierno de Zacatecas. Obtenido de https://sombrerete.gob.mx/contenidos/2025-03/1741892307.pdf

Price, A. H. (1980). Crotalus molossus. Obtenido de Redtox: https://redtoxdev.nmn.mx/especies/crotalus-molossus

Ramírez-Bautista, A. C.-M.-Q. (2006). Inventarios herpetofaunísticos de México: Avances en el conocimiento de su biodiversidad. Sociedad Herpetológica Mexicana.

Sada, A., & Phillips, R. y. (1984). Nombres en castellano para las aves mexicanas. Publicación de Divulgación No. 17. México: Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos.

Sánchez. (s.f.). ¿Qué son las inundaciones? Obtenido de Floodup: http://www.floodup.ub.edu/inundaciones/

Sánchez, J. M. (2012). Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. México: Impresora Apolo.

Saúl Ugalde-Lezama, J. I.-H.-V.-C.-M. (2008). Distribución vertical de aves en un bosque templado con diferentes niveles de perturbación. Scielo.

Saviola, A. J. (2017). Fenotipos de veneno de la serpiente de cascabel de roca (Crotalus lepidus) y la serpiente de cascabel de nariz acanalada (Crotalus willardi) de México y Estados Unidos. Toxicon, 138, 119-129.

Secretaría de Gobernación. (2012). Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5267334&fecha=07/09/2012#gsc.tab=0

Secretaría de Gobernación. (2019). Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019#gsc.tab=0

SECTUR. (2015). Estudio Estratégico de Viabilidad del Segmento de Turismo Cinegético en México. México: Asociación Nacional de Ganaderos.

SEMARNAT. (1995). NOM-080-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. Obtenido de http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo68960.pdf

SEMARNAT. (2004). NOM-141-SEMARNAT-2003, Que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=661988&fecha=13/09/2004#gsc.tab=0

SEMARNAT. (2005). NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/1055/SEMARNA/SEMARNA.htm

SEMARNAT. (2015). 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. Obtenido de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5396063&fecha=10/06/2015#gsc.tab=0

SEMARNAT. (2016). Carta Mundial de la Naturaleza. Obtenido de https://www.gob.mx/semarnat/articulos/carta-mundial-de-la-

naturaleza#:~:text=Carta%20Mundial%20de%20la%20Naturaleza,Naturales%20%7C%20Gobierno%20%7C%20gob.mx

SEMARNAT. (2018). NOM-045-SEMARNAT-2017, Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5515481&fecha=08/03/2018#gsc.tab=0

SEMARNAT. (2019). MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, ex. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5578808&fecha=14/11/2019#gsc.tab=0

SEMARNAT. (2020). Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5596232&fecha=07/07/2020#gsc.tab=0

SEMARNAT. (2021). Declaración de Río sobre Medio Ambiente. Obtenido de https://www.gob.mx/semarnat/educacionambiental/documentos/declaracion-de-rio-sobre-medio-ambiente

SGM. (2015). ¿Qué es la geología?. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/157537/Que-es-la-Geologia.pdf

SSN. (s.f.). ¿Qué es un sismo? Obtenido de http://www.ssn.unam.mx/divulgacion/preguntas/

Sunny, A. G.-F. (2017). Potential distribution of the endemic imbricate alligator lizard (Barisia imbricata imbricata) in highlands of central Mexico. Amphibia-Reptilia, 225-231.

UNAM. (2017). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. Obtenido de Instituto de Geografía.

VILLARREAL H., M. Á. (2006). MANUAL DE MÉTODOS PARA EL DESARROLLO DE INVENTARIOS DE BIODIVERSIDAD. Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

# ANEXO FOTOGRÁFICO



1. Vista de personal realizando el marcaje de unidades muestrales.




2. Vista de marcaje con estacas de unidades muestrales.



3. Vista de personal realizando identificación de estrato arbustivo.



4. Vista de personal realizando identificación de estrato herbáceo.



5. Vista de paisaje representativo de las unidades muestrales.



6. Vista de *Sceloporus grammicus* sujeta a protección especial (Pr)



7. Vista de *Phrynosoma orbiculare* en estatus de amenazada (A)



8. Vista de *Junco phaeonotus.*



*9.* Vista de *Pipilo maculatus.*



10. Vista de *Cathartes aura.*



11. Vista de *Aphelocoma wollweberi.*



12. Vista de *Spizella passerina.*




13. Vista de colocación de Fototrampa.




14. Vista de colocación de Fototrampa.



15. Vista de captura de *Peromyscus difficilis*.



16. Vista de colocación de trampa Tomahawk.



17. Vista de restos óseas de *Pecari tajacu*.




18. Vista de huellas de *Canis latrans*.



19. Vista de huellas de *Pecari tajacu*.



20. Vista de excremento de *Sylvilagus floridanus*.



21. Vista de excremento de *Pecari tajacu*.



22. Vista de excremento de *Urocyon cinereoargenteus*.



23. Vista de excremento de *Odocoileus virginianus*.




24. Vista de *Urocyon cinereoargenteus*.




25. Vista de Lynx rufus.




26. Vista de *Canis latrans*.




27. Vista de *Lepus californicus*.




28. Vista de *Pecari tajacu*.




29. Vista de *Procyon lotor*.




30. Vista de *Pecari tajacu*.




31. Vista de *Canis latrans*.




32. Vista de *Sylvilagus audubonii*.

Febrero-2022

# NDJ-San Martín

Dirección de Recursos Hídricos



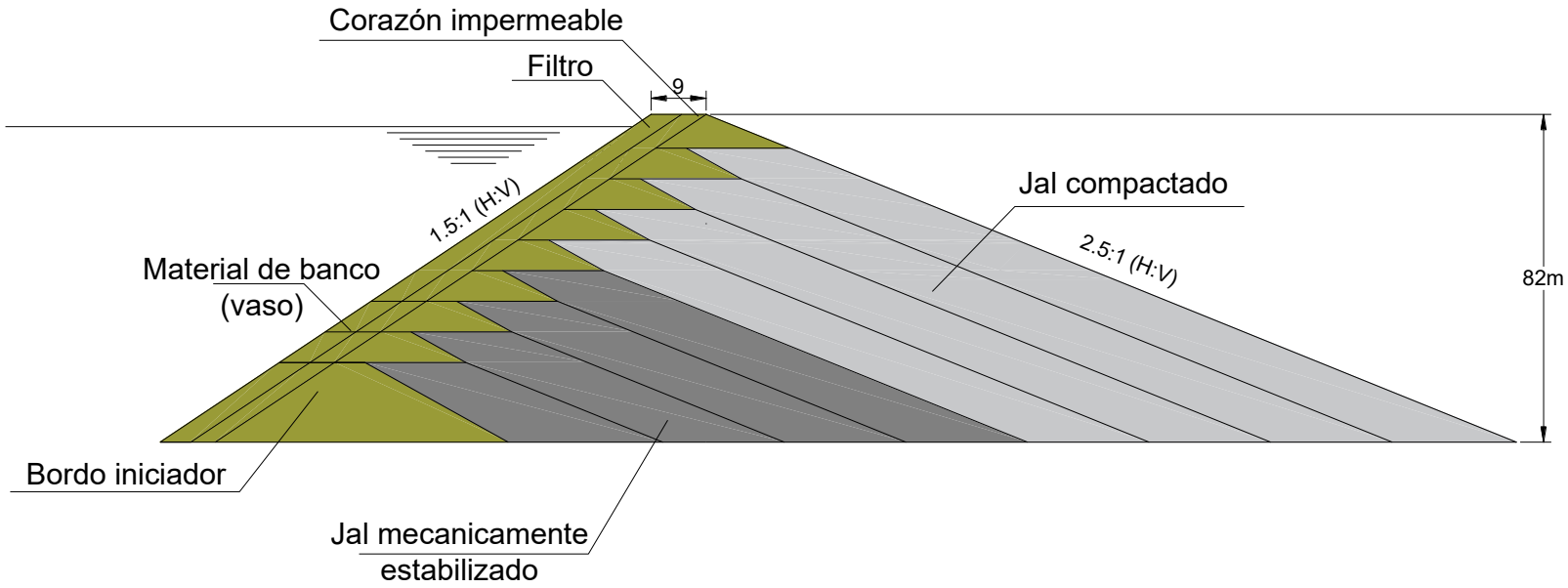
GrupoMéxico
MINERÍA

# Nuevo Depósito de Jales, San Martín

Dirección de Recursos Hídricos

Actualmente se desarrolla la ingeniería a detalle del proyecto del Nuevo Depósito de Jales San Martín (NDJ_SM), de manera preliminar se tiene lo siguiente:

- Proceso constructivo mediante le método aguas abajo con jales mecánicamente estabilizados.
- Se considera realizarse en 4 etapas de sobre elevación:
  - Etapa-I: 2554 msnm
  - Etapa-II: 2560 msnm
  - Etapa-III: 2570 msnm
  - Etapa-IV: 2580 msnm
- Volumen de almacenamiento (acumulado) :
  - Etapa-I = 3,418,264 $m^3$ ≈ 3.41 años
  - Etapa-II = 5,544,830 $m^3$ ≈ 5.54 años
  - Etapa-III = 10,188,377 $m^3$ ≈ 10.20 años
  - Etapa-IV = 15,955,956 $m^3$ ≈ 15.95 años
- El volumen de bordo de cada etapa corresponde a:
  - Etapa-I = 1,850,043 $m^3$ ≈ 1.72 años
  - Etapa-II = 1,140,707 $m^3$ ≈ 1.06 años
  - Etapa-III = 1,617,731 $m^3$ ≈ 1.51 años
  - Etapa-IV = 2,484,574 $m^3$ ≈ 2.31 años

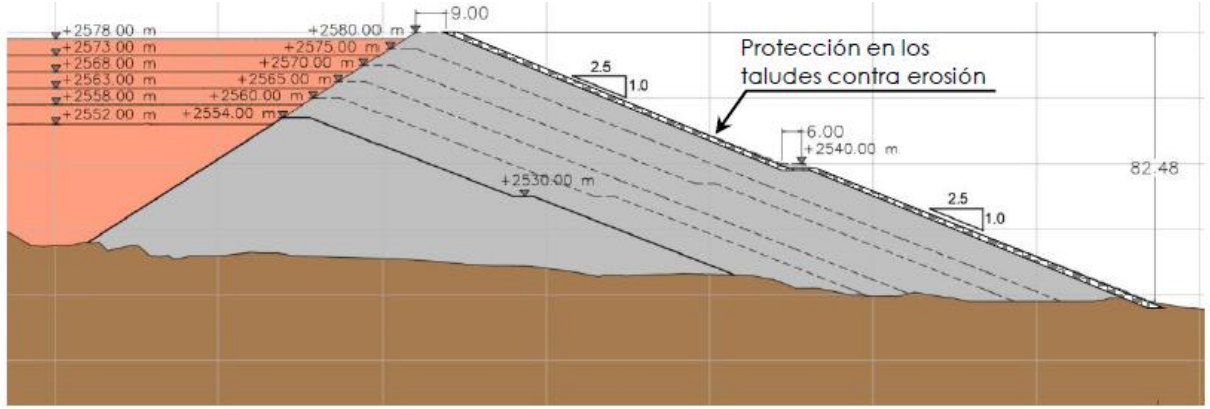


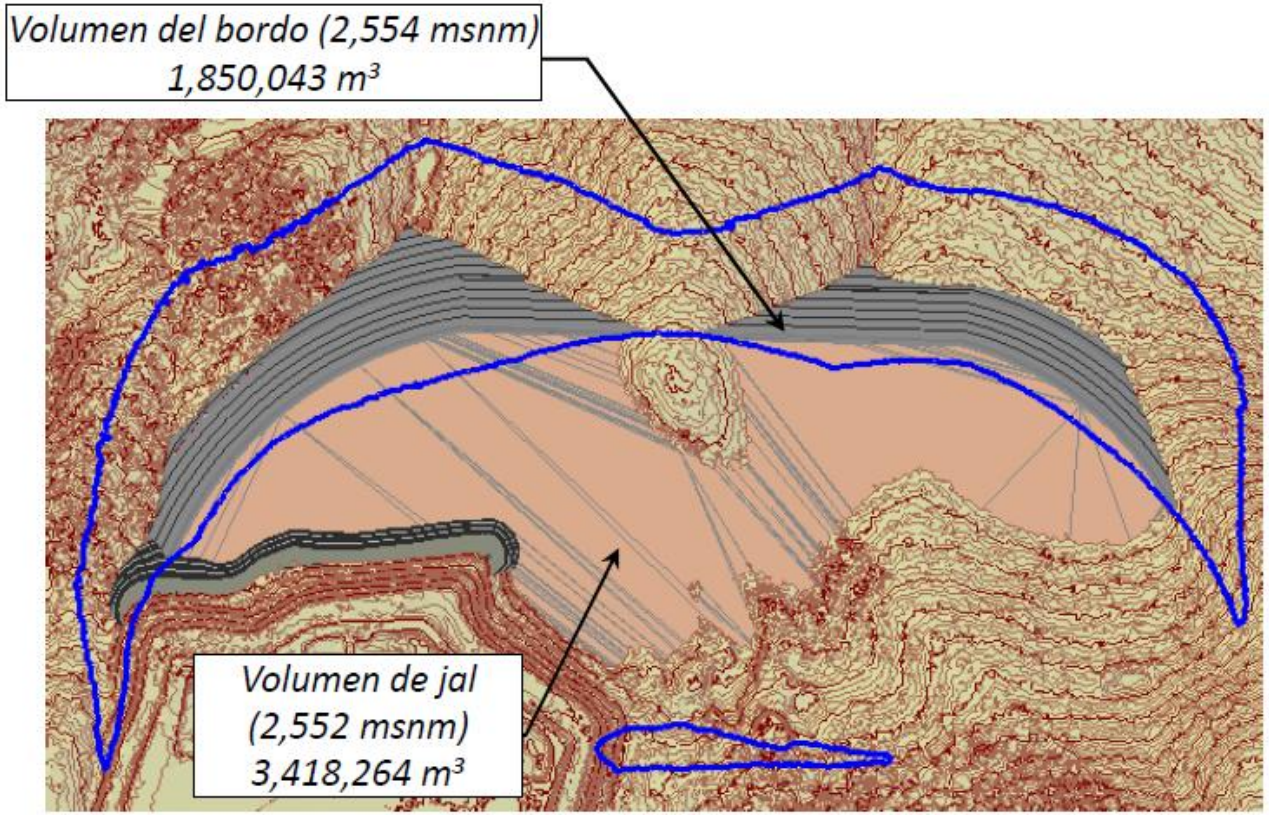

- Total de tiempo de vida del depósito:
  - Etapa-I ≈ 3.41+1.72 años = 4.64 años
  - Etapa-II ≈ 5.54+1.06 años = 6.30 años
  - Etapa-III ≈ 10.20+1.51 años = 11.27 años
  - Etapa-IV ≈ 15.95+2.31 años = 18.26 años

# Nuevo Depósito de Jales, San Martín

Dirección de Recursos Hídricos

ETAPA-I:



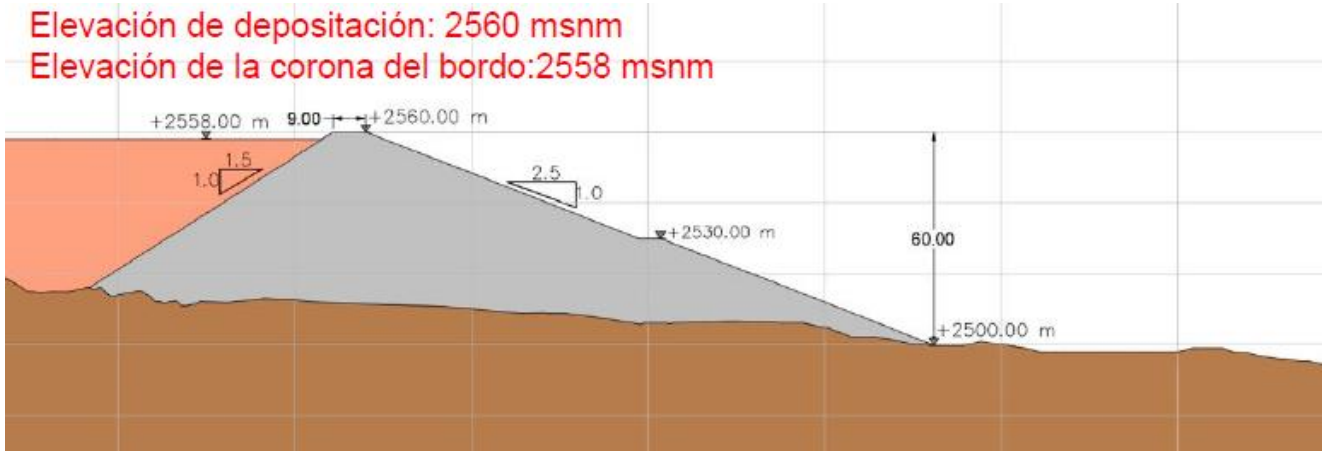




- Total de tiempo de vida del depósito:
  - <u>Etapa-I ≈ 3.41+1.72 años = 4.64 años</u>
  - Etapa-II ≈ 5.54+1.06 años = 6.30 años
  - Etapa-III ≈ 10.20+1.51 años = 11.27 años
  - Etapa-IV ≈ 15.95+2.31 años = 18.26 años

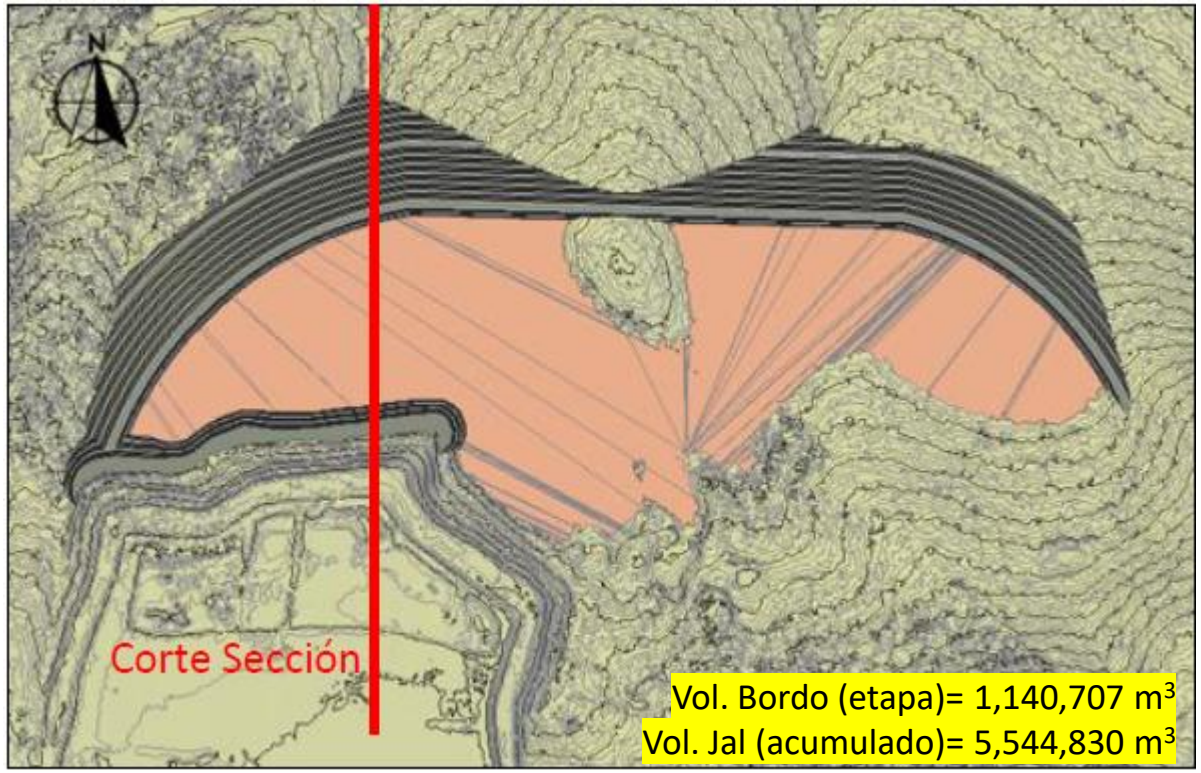
# Nuevo Depósito de Jales, San Martín

Dirección de Recursos Hídricos

ETAPA-II:



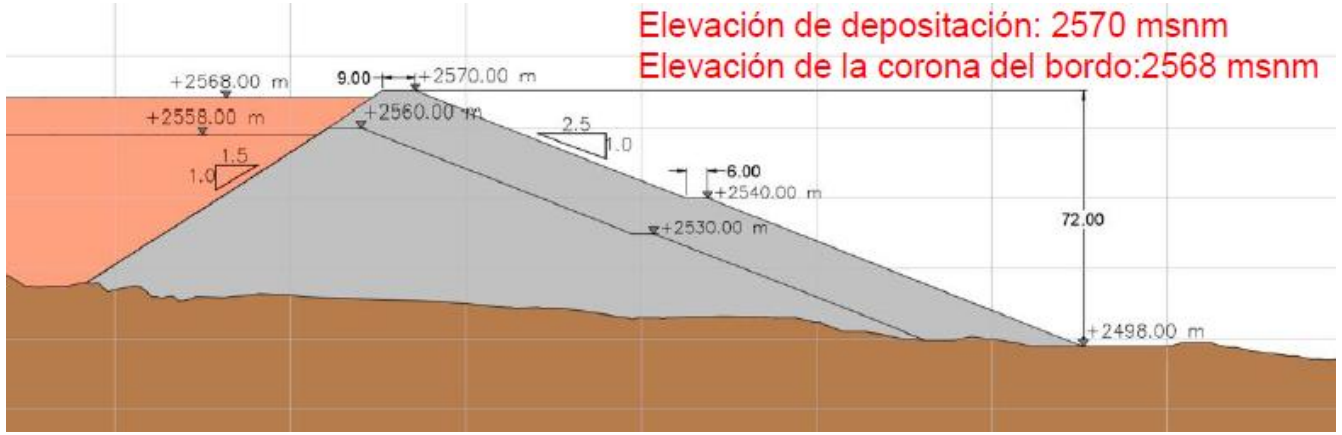

- Total de tiempo de vida del depósito:
  - Etapa-I ≈ 3.41+1.72 años = 4.64 años
  - **Etapa-II ≈ 5.54+1.06 años = 6.30 años**
  - Etapa-III ≈ 10.20+1.51 años = 11.27 años
  - Etapa-IV ≈ 15.95+2.31 años = 18.26 años



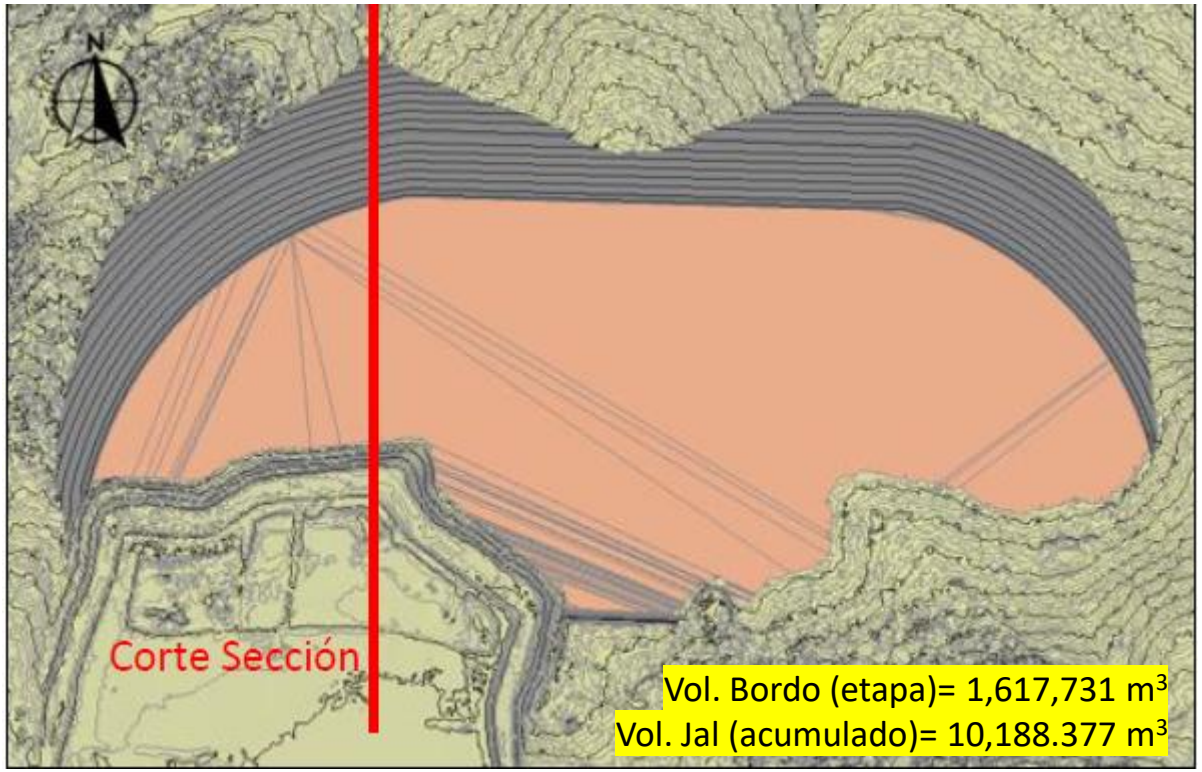
# Nuevo Depósito de Jales, San Martín

Dirección de Recursos Hídricos

ETAPA-III:



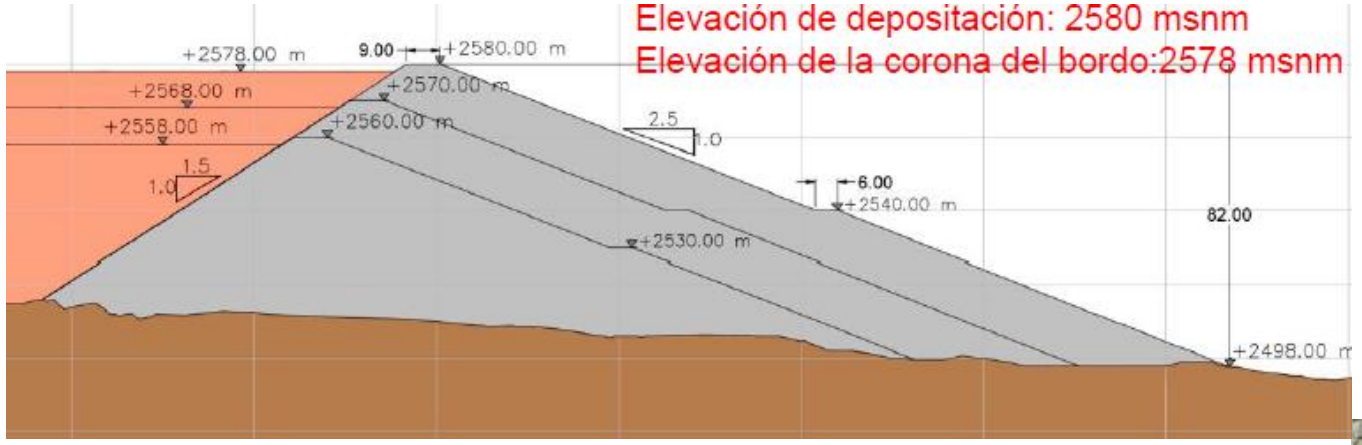

- Total de tiempo de vida del depósito:
  - Etapa-I ≈ 3.41+1.72 años = 4.64 años
  - Etapa-II ≈ 5.54+1.06 años = 6.30 años
  - **Etapa-III ≈ 10.20+1.51 años = 11.27 años**
  - Etapa-IV ≈ 15.95+2.31 años = 18.26 años



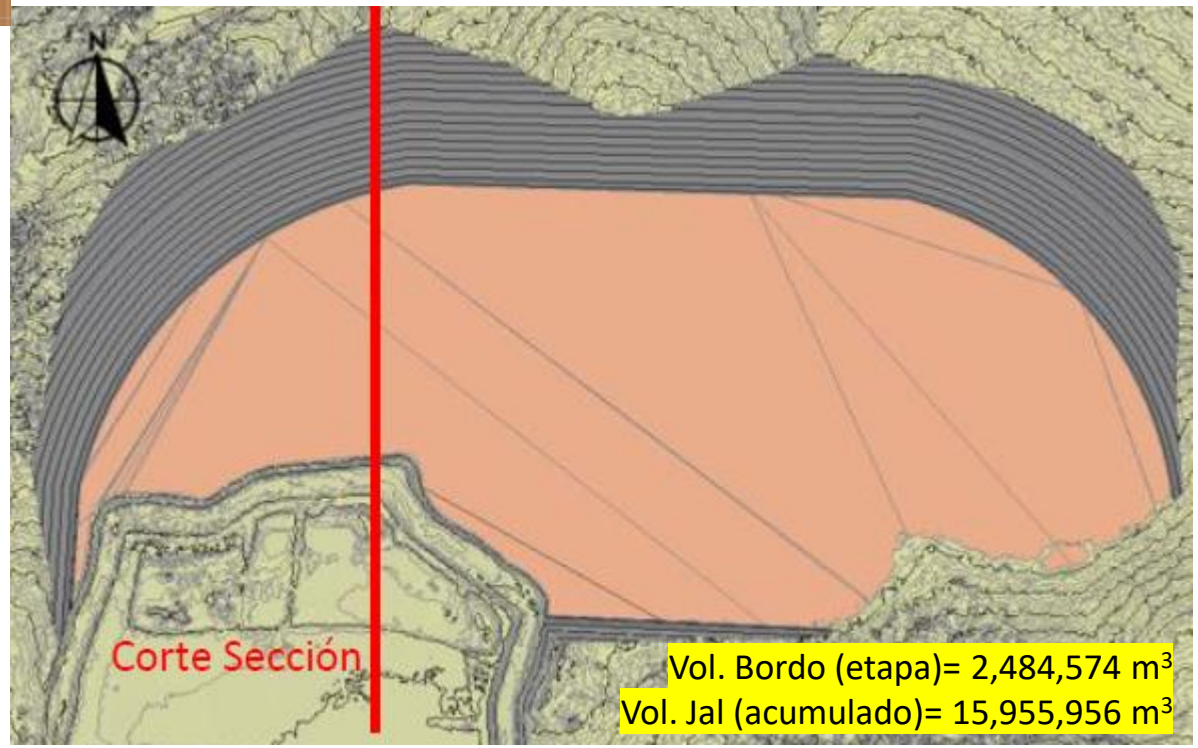
# Nuevo Depósito de Jales, San Martín

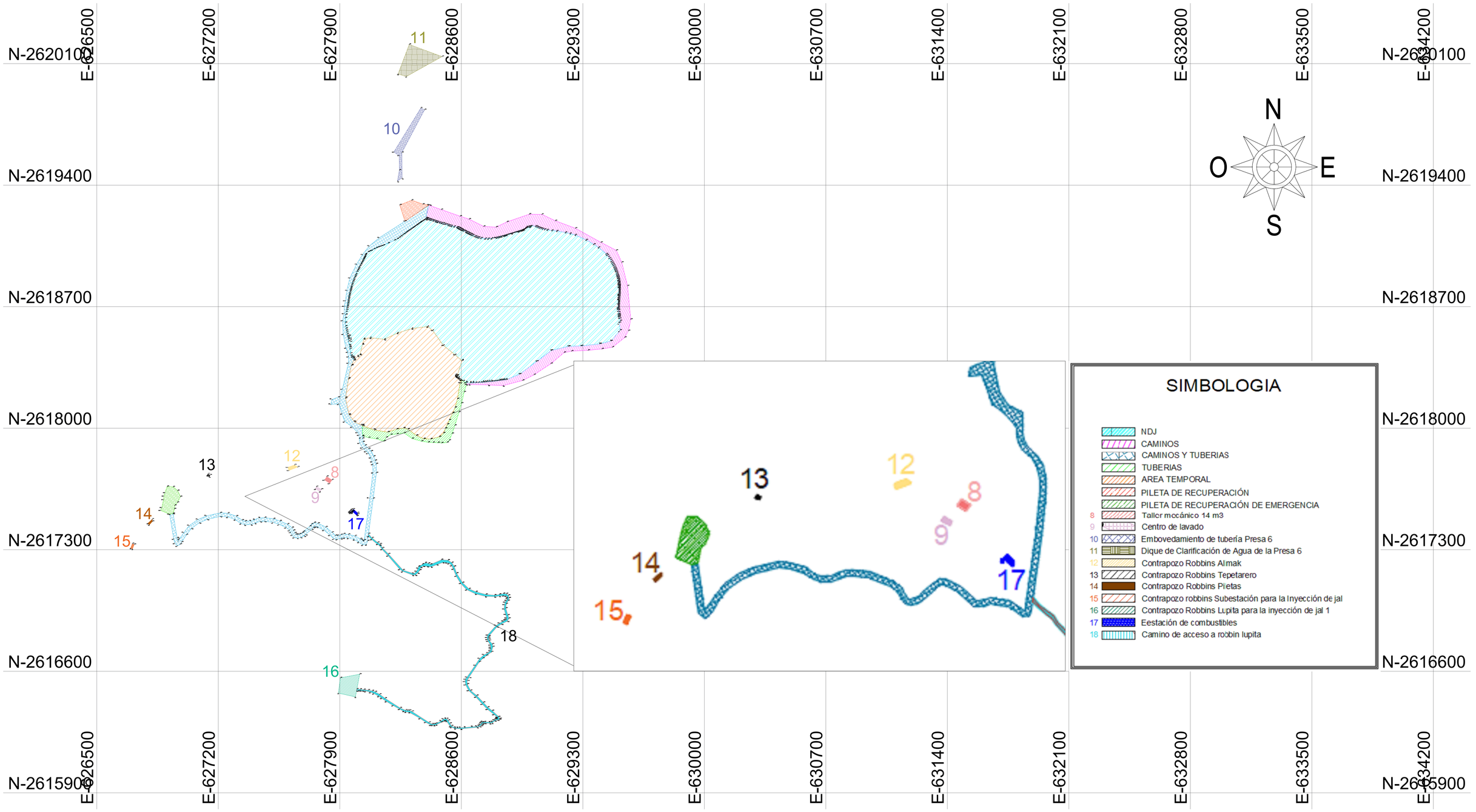
Dirección de Recursos Hídricos

ETAPA-IV:




- Total de tiempo de vida del depósito:
  - Etapa-I ≈ 3.41+1.72 años = 4.64 años
  - Etapa-II ≈ 5.54+1.06 años = 6.30 años
  - Etapa-III ≈ 10.20+1.51 años = 11.27 años
  - **Etapa-IV ≈ 15.95+2.31 años = 18.26 años**






ESCALA GRÁFICA

0 100 200 500 1,000

METROS
DATUM: WGS84

Industria Minera México, S.A. de C.V.

GrupoMéxico MINERÍA

Manifiesto de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA–R)

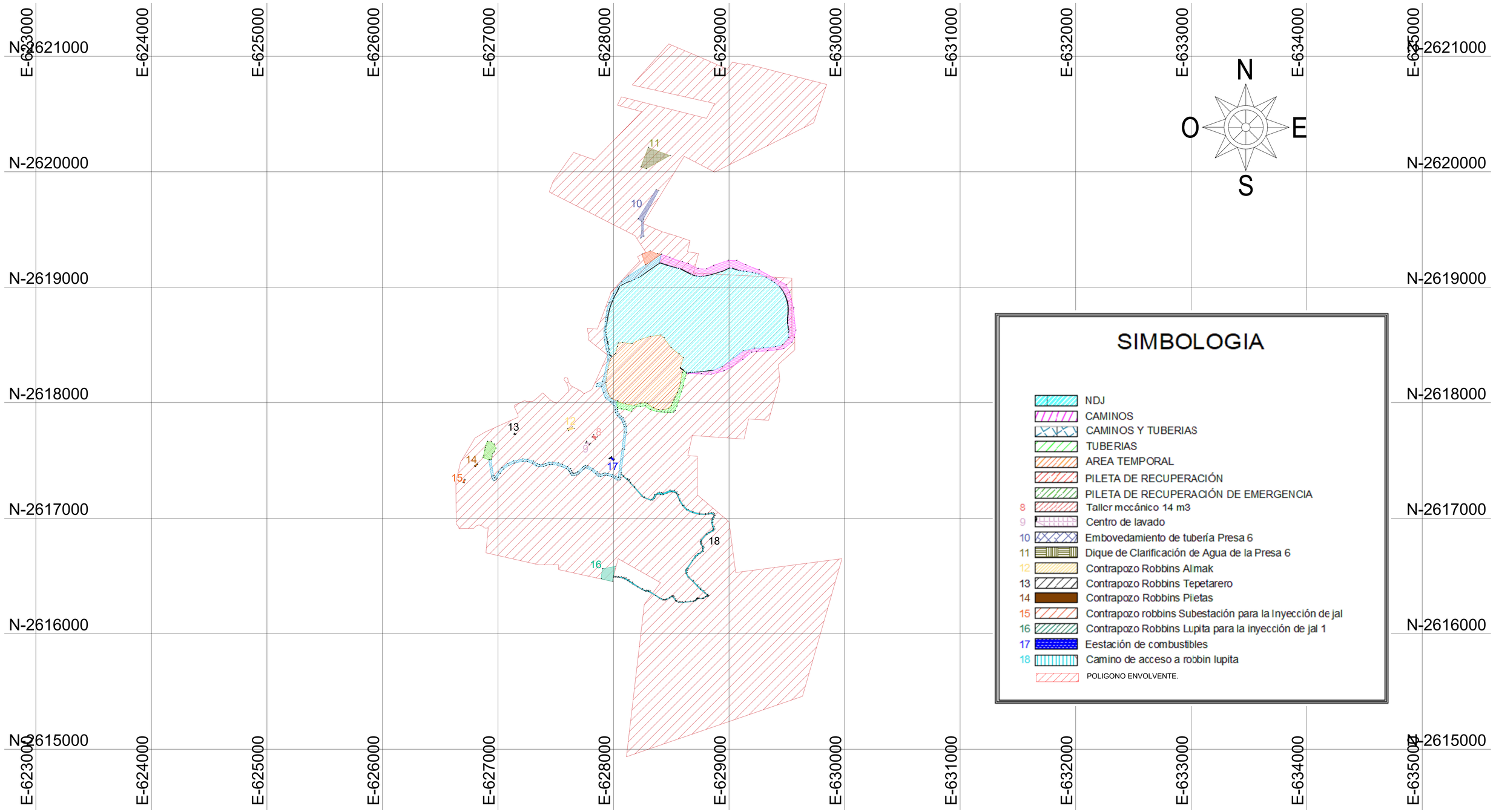
Proyecto: "Nuevo Depósito de Jales
Unidad Minera San Marín y Obras Asociadas".

PLANO: Poligonos MIA.

ESCALA: 1:10,000

[redacted]

CLAVE: CAPII-PL-01




ESCALA GRÁFICA

0 150 300 750 1,500

METROS
DATUM: WGS84

Industria Minera México, S.A. de C.V.

GrupoMéxico MINERÍA

Manifiesto de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA–R)

Proyecto: "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Marín y Obras Asociadas".

PLANO: Poligono Envolvente.

ESCALA: 1:15,000

[redacted]

CLAVE: CAPII-PL-02

| ESTRATO ARBÓREO | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ID** | **Orden** | **Familia** | **Nombre científico** | **CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010** | **CITES** | **UICN** | **Total de individuos** | **Endemismo (Distribución NOM-059)** |
| 1 | Fagales | Fagaceae | *Quercus potosina* | - | - | LC | 14 | - |
| 2 | | | *Quercus rugosa* | - | - | LC | 108 | - |
| 3 | | | *Quercus grisea* | - | - | LC | 3 | - |
| 4 | Pinales | Pinaceae | *Pinus cembroides* | - | - | LC | 245 | Endémica |
| 5 | Ericales | Ericaceae | *Arbutus xalapensis* | - | - | LC | 4 | - |
| 6 | Lamiales | Scrophulariaceae | *Buddleja cordata* | - | - | LC | 4 | - |
| 7 | Cupressales | Cupressaceae | *Juniperus deppeana* | - | - | LC | 2934 | - |
| 8 | Malpighiales | Salicaceae | *Populus tremuloides* | - | - | LC | 1 | - |
| 9 | Rosales | Rosaceae | *Prunus serotina* | - | - | LC | 1 | - |
| **ESTRATO ARBUSTIVO** | | | | | | | | |
| **ID** | **Orden** | **Familia** | **Nombre científico** | **CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010** | **CITES** | **UICN** | **Total de individuos** | **Endemismo (Distribución NOM-059)** |
| 1 | Asterales | Asteraceae | *Ageratina petiolaris* | - | - | - | 205 | - |
| 2 | | | *Ageratina scorodonioides* | - | - | - | 195 | - |
| 3 | | | *Baccharis salicifolia* | - | - | - | 110 | - |
| 4 | | | *Brickellia laciniata* | - | - | - | 163 | - |
| 5 | | | *Brickellia secundiflora* | - | - | - | 17 | - |
| 6 | | | *Brickellia veronicifolia* | - | - | - | 408 | - |
| 7 | | | *Stevia lucida* | - | - | - | 66 | - |
| 8 | | | *Tetradymia glabrata* | - | - | - | 619 | - |
| 9 | | | *Zaluzania augusta* | - | - | - | 8 | - |
| 10 | | | *Brickellia spinulosa* | - | - | - | 3 | - |
| 11 | | | *Artemisia ludoviciana* | - | - | - | 26 | - |
| 12 | | | *Gymnosperma glutinosum* | - | - | - | 226 | - |
| 13 | | | *Pseudognaphalium canescens* | - | - | - | 101 | - |
| 14 | | | *Dalea bicolor* | - | - | - | 2 | - |
| 15 | | | *Pseudognaphalium canescens* | - | - | - | 34 | - |
| 16 | | | *Verbesina serrata* | - | - | - | 28 | - |
| 17 | | | *Forestiera phillyreoides* | - | - | - | 10 | - |
| 18 | Lamiales | Oleraceae | *Forestiera durangensis* | - | - | - | 26 | - |
| 19 | | | *Forestiera phillyreoides* | - | - | - | 19 | - |
| 20 | | Scrophulariaceae | *Buddleja scordioides* | - | - | - | 1 | - |
| 21 | | Lamiaceae | *Stevia lucida* | - | - | - | 37 | - |
| 22 | | | *Salvia microphylla* | - | - | LC | 30 | - |
| 23 | Garryales | Garryaceae | *Garrya ovata* | - | - | LC | 6 | - |
| 24 | Fabales | Fabaceae | *Mimosa aculeaticarpa* | - | - | LC | 39 | - |
| 25 | | | *Mimosa biuncifera* | - | - | LC | 120 | - |
| 26 | | | *Lonicera pilosa* | - | - | LC | 22 | - |
| 27 | Fagales | Fagaceae | *Quercus striatula* | - | - | - | 1827 | - |
| 28 | Rosales | Rosaceae | *Purshia mexicana* | - | - | LC | 1315 | - |
| 29 | | | *Prunus serotina* | - | - | - | 5 | - |
| 30 | Sapindales | Anacardiceae | *Rhus virens* | - | - | - | 9 | - |
| 31 | | | *Rhus trilobata* | - | - | - | 691 | - |
| 32 | Ericales | Ericaceae | *Arctostaphylos pungens* | - | - | LC | 262 | - |
| 33 | Gentianales | Rubiaceae | *Bouvardia ternifolia* | - | - | - | 76 | - |
| 34 | Dipsacales | Caprifoliaceae | *Mimosa aculeaticarpa* | - | - | - | 73 | - |
| **ESTRATO CACTÁCEO** | | | | | | | | |
| **ID** | **Orden** | **Familia** | **Nombre científico** | **CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010** | **CITES** | **UICN** | **Total de individuos** | **Endemismo (Distribución NOM-059)** |
| 1 | Caryophyllales | Cactaceae | *Opuntia streptacantha* | - | - | LC | 3 | - |
| 2 | | | *Opuntia robusta* | - | Apendice II | LC | 11 | - |
| 3 | | | *Opuntia engelmanii* | - | Apendice II | LC | 10 | - |
| 4 | | | *Mammillaria petterssonii* | - | Apendice II | LC | 2 | - |
| 5 | | | *Mammillaria heyderi* | - | Apendice II | LC | 5 | - |
| 6 | | | *Mammillaria longiflora* | A | Apendice II | LC | 1 | Endémica |
| 7 | Asparagales | Asparagaceae | *Yucca filifera* | - | - | LC | 12 | - |
| 8 | | | *Dasylirion wheeleri* | - | - | LC | 1 | - |
| 9 | | | *Agave parryi* | - | - | LC | 62 | - |

| ESTRATO HERBÁCEO | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ID** | **Orden** | **Familia** | **Nombre científico** | **CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010** | **CITES** | **UICN** | **Total de individuos** | **Endemismo (Distribución NOM-059)** |
| 1 | Apiales | Apiaceae | *Hydrocotyle ranunculoides* | - | - | - | 31 | - |
| 2 | Asparagales | Asphodelaceae | *Asphodelus fistulosus* | - | - | - | 118 | - |
| 3 | | Asparagaceae | *Echeveria mucronata* | - | - | - | 16 | - |
| 4 | | | *Mecardonia procumbens* | - | - | - | 11 | - |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | | | *Prochnyanthes mexicana* | - | - | - | 17 | - |
| 6 | Asterales | Asteraceae | *Ageratina petiolaris* | - | - | - | 389 | - |
| 7 | | | *Alchemilla procumbens* | - | - | - | 248 | - |
| 8 | | | *Artemisia ludoviciana* | - | - | - | 28 | - |
| 9 | | | *Baccharis salicifolia* | - | - | - | 150 | - |
| 10 | | | *Berlandiera lyrata* | - | - | - | 6 | - |
| 11 | | | *Bidens bipinnata* | - | - | - | 1 | - |
| 12 | | | *Brickellia secundiflora* | - | - | - | 1 | - |
| 13 | | | *Brickellia veronicifolia* | - | - | - | 12 | - |
| 14 | | | *Cosmos parviflorus* | - | - | - | 8 | - |
| 15 | | | *Cyperus seslerioides* | - | - | LC | 72 | - |
| 16 | | | *Echeandia flavescens* | - | - | - | 210 | - |
| 17 | | | *Eragrostis pectinacea* | - | - | - | 4 | - |
| 18 | | | *Grindelia inuloides* | - | - | - | 42 | - |
| 19 | | | *Gymnosperma glutinosum* | - | - | - | 102 | - |
| 20 | | | *Heterosperma pinnatum* | - | - | - | 22 | - |
| 21 | | | *Oxalis hernandezii* | - | - | - | 1843 | - |
| 22 | | | *Parthenium bipinnatifidum* | - | - | - | 1263 | - |
| 23 | | | *Psacalium peltatum* | - | - | - | 1 | - |
| 24 | | | *Psacalium sinuatum* | - | - | - | 42 | - |
| 25 | | | *Sanvitalia procumbens* | - | - | - | 40 | - |
| 26 | | | *Stevia lucida* | - | - | - | 197 | - |
| 27 | | | *Stevia serrata* | - | - | - | 52 | - |
| 28 | | | *Tagetes filifolia* | - | - | - | 2563 | - |
| 29 | Brassicales | Brassicaceae | *Brassica rapa* | - | - | - | 38 | - |
| 30 | Caryophyllales | Convolvulaceae | *Dysphania ambrosioides* | - | - | - | 30 | - |
| 31 | | Amaranthaceae | *Dyssodia papposa* | - | - | - | 14 | - |
| 32 | | | *Gomphrena serrata* | - | - | - | 527 | - |
| 33 | | | *Suaeda nigra* | - | - | - | 103 | - |
| 34 | | Polygonaceae | *Rumex acetosella* | - | - | - | 3 | - |
| 35 | Commelinales | Commelinaceae | *Tradescantia crassifolia* | - | - | - | 25 | - |
| 36 | Fabales | Fabaceae | *Astragalus diphacus* | - | - | - | 7 | - |
| 37 | | | *Hoffmannseggia glauca* | - | - | - | 21 | - |
| 38 | | | *Lysiloma divaricatum* | - | - | - | 2 | - |
| 39 | | | *Phaseolus maculatus* | - | - | - | 135 | - |
| 40 | | | *Trifolium amabile* | - | - | - | 142 | - |
| 41 | Gentianales | Rubiaceae | *Arracacia pringlei* | - | - | - | 113 | - |
| 42 | | | *Galium aparine* | - | - | - | 3 | - |
| 43 | | | *Galium mexicanum* | - | - | - | 29 | - |
| 44 | Geraniales | Geraniaceae | *Ageratina gracilis* | - | - | - | 11 | - |
| 45 | | | *Erodium cicutarium* | - | - | - | 99 | - |
| 46 | | | *Geranium richardsonii* | - | - | - | 17 | - |
| 47 | Lamiales | Orobanchaceae | *Castilleja tenuiflora* | - | - | - | 14 | - |
| 48 | | Plantaginaceae | *Lippia umbellata* | - | - | - | 41 | - |
| 49 | | Lamiaceae | *Teucrium cubense* | - | - | - | 96 | - |
| 50 | | | *Acalypha phleoides* | - | - | - | 9 | - |
| 51 | | | *Piqueria trinervia* | - | - | - | 2 | - |
| 52 | | | *Salvia nana* | - | - | - | 43 | - |
| 53 | | | *Salvia tiliifolia* | - | - | - | 222 | - |
| 54 | | Scrophulariaceae | *Tagetes lunulata* | - | - | - | 14 | - |
| 55 | | Verbenaceae | *Aloysia wrightii* | - | - | - | 9 | - |
| 56 | | | *Verbena canescens* | - | - | - | 3 | - |
| 57 | Malpighiales | Euphorbiaceae | *Euphorbia graminea* | - | - | - | 125 | - |
| 58 | | | *Euphorbia indivisa* | - | - | - | 310 | - |
| 59 | | | *Gaga chaerophylla* | - | Apéndice II | - | 18 | - |
| 60 | Malvales | Malvaceae | *Malva parviflora* | - | - | - | 118 | - |
| 61 | | | *Sphaeralcea angustifolia* | - | - | - | 7 | - |
| 62 | Oxalidales | Oxalidaceae | *Atriplex canescens* | - | - | - | 19 | - |
| 63 | | | *Muhlenbergia emersleyi* | - | - | - | 116 | - |
| 64 | | | *Muhlenbergia repens* | - | - | - | 1319 | - |
| 65 | | | *Myriopteris myriophylla* | - | - | - | 63 | - |
| 66 | | | *Oxalis corniculata* | - | - | - | 366 | - |
| 67 | | | *Oxalis decaphylla* | - | - | - | 192 | - |
| 68 | | | *Rhus trilobata* | - | - | - | 1 | - |
| 69 | Poales | Poaceae | *Aristida adscensionis* | - | - | - | 1 | - |
| 70 | | | *Bouteloua gracilis* | - | - | - | 11 | - |
| 71 | | | *Dahlia pinnata* | - | - | - | 2 | - |
| 72 | | | *Eragrostis curvula* | - | - | - | 90 | - |
| 73 | | | *Eragrostis intermedia* | - | - | - | 120 | - |
| 74 | | | *Erioneuron avenaceum* | - | - | - | 10 | - |
| 75 | | | *Melampodium sericeum* | - | - | - | 29 | - |
| 76 | | | *Piptochaetium fimbriatum* | - | - | - | 465 | - |
| 77 | | | *Sporobolus indicus* | - | - | - | 34 | - |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 78 | | | *Trachypogon spicatus* | - | - | - | 913 | - |
| 79 | | | *Tripogandra purpurascens* | - | - | - | 1 | - |
| 80 | Polypodiales | Pteridaceae | *Argyrochosma incana* | - | - | - | 281 | - |
| 81 | | | *Cheilanthes mexicana* | - | - | - | 146 | - |
| 82 | | | *Gaga kaulfussii* | - | - | - | 205 | - |
| 83 | | | *Milla biflora* | - | - | - | 2 | - |
| 84 | | | *Oxalis latifolia* | - | - | - | 187 | - |
| 85 | | | *Pellaea ternifolia* | - | - | - | 46 | - |
| 86 | Sapindales | Anacardiaceae | *Toxicodendron radicans* | - | - | - | 424 | - |
| 87 | Saxifragales | Crassulaceae | *Eleusine multiflora* | - | - | - | 803 | - |
| 88 | Solanales | Convolvulaceae | *Dichondra argentea* | - | - | - | 2543 | - |
| 89 | | | *Evolvulus alsinoides* | - | - | - | 29 | - |
| 90 | | | *Hieracium crepidispermum* | - | - | - | 4 | - |
| 91 | | | *Ipomoea capillacea* | - | - | - | 229 | - |
| 92 | | | *Ipomoea pubescens* | - | - | - | 27 | - |
| 93 | | Solanaceae | *Physalis leptophylla* | - | - | - | 10 | - |
| 94 | | | *Purshia mexicana* | - | - | LC | 1 | - |
| 95 | Vitales | Vitaceae | *Vitis tiliifolia* | - | - | - | 33 | - |

| **Resumen de especies en SAR** | |
|---|---|
| **Estrato** | **Individuos muestreados en 4.1 ha** |
| **Arbóreo** | 3,314 |
| **Arbustivo** | 6,779 |
| **Suculento** | 107 |
| **Herbáceo** | 18,561 |
| **Total** | **28,761** |

| CUADRO DE DATOS TRAMPEO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| NO | Clave Unidad de Muestreo | Trampa sherman (s) o | Latitud (N) | Longitud (W) |
| 1 | SP-04 | S-01 | 628158 | 2618777 |
| 2 | SP-04 | S-02 | 628157 | 2618773 |
| 3 | SP-04 | S-03 | 628163 | 2618765 |
| 4 | SP-04 | S-04 | 628166 | 2618757 |
| 5 | SP-04 | S-05 | 628166 | 2618754 |
| 6 | SP-04 | S-06 | 628166 | 2618747 |
| 7 | SP-04 | S-07 | 628145 | 2618749 |
| 8 | SP-04 | S-08 | 628140 | 2618750 |
| 9 | SP-04 | S-09 | 628134 | 2618754 |
| 10 | SP-04 | S-10 | 628135 | 2618764 |
| 11 | SP-04 | S-11 | 628137 | 2618770 |
| 12 | SP-04 | S-12 | 628141 | 261877 |
| 13 | SP-04 | T-01 | 628163 | 2618770 |
| 14 | SP-05 | S-01 | 627975 | 2618814 |
| 15 | SP-05 | S-02 | 627977 | 2618815 |
| 16 | SP-05 | S-03 | 627985 | 2618812 |
| 17 | SP-05 | S-04 | 627990 | 2618813 |
| 18 | SP-05 | S-05 | 627991 | 2618819 |
| 19 | SP-05 | S-06 | 627989 | 2618823 |
| 20 | SP-05 | S-07 | 627984 | 261881 |
| 21 | SP-05 | S-08 | 627974 | 2618814 |
| 22 | SP-05 | S-09 | 627975 | 2618819 |
| 23 | SP-05 | S-10 | 627976 | 2618828 |
| 24 | SP-05 | S-11 | 627978 | 2618828 |
| 25 | SP-05 | S-12 | 627974 | 2618814 |
| 26 | SP-05 | T-01 | 627973 | 2618827 |
| 27 | SP-02 | S-01 | 629527 | 2618574 |
| 28 | SP-02 | S-02 | 629520 | 2618577 |
| 29 | SP-02 | S-03 | 629526 | 2618583 |
| 30 | SP-02 | S-04 | 629530 | 2618584 |
| 31 | SP-02 | S-05 | 629527 | 2618577 |
| 32 | SP-02 | S-06 | 629521 | 2618574 |
| 33 | SP-01 | S-07 | 629270 | 2618458 |
| 34 | SP-01 | S-08 | 629268 | 2618437 |
| 35 | SP-01 | S-09 | 629266 | 2618440 |
| 36 | SP-01 | S-10 | 629259 | 2618443 |
| 37 | SP-01 | S-11 | 629259 | 2618457 |
| 38 | SP-01 | T-01 | 629265 | 2618464 |
| 39 | SP-01 | S-12 | 629265 | 2618461 |
| 40 | SP-10 | S-01 | 629117 | 2619082 |
| 41 | SP-10 | S-02 | 629120 | 2619074 |
| 42 | SP-10 | S-03 | 629112 | 2619077 |
| 43 | SP-10 | S-04 | 629113 | 2619083 |
| 44 | SP-09 | S-05 | 629047 | 2619153 |
| 45 | SP-09 | S-06 | 629054 | 2619158 |
| 46 | SP-09 | S-07 | 629049 | 2619162 |
| 47 | SP-09 | S-08 | 629042 | 2619157 |
| 48 | SP-09 | S-09 | 629043 | 2619166 |
| | | | | |
| 49 | CH-01 | S-01 | 626255 | 2617363 |
| 50 | CH-01 | S-02 | 626256 | 2617373 |
| 51 | CH-01 | S-03 | 626263 | 2617384 |
| 52 | CH-01 | S-04 | 626270 | 2617385 |
| 53 | CH-01 | S-05 | 626280 | 2617372 |
| 54 | CH-01 | S-06 | 626284 | 2617380 |
| 55 | CH-01 | S-07 | 626290 | 2617371 |
| 56 | CH-01 | S-08 | 626266 | 2617354 |
| 57 | CH-01 | T-01 | 626272 | 2617361 |
| 58 | SP- | S-09 | 627325 | 2617442 |
| 59 | SP-11 | S-10 | 627333 | 2617444 |
| 60 | SP-11 | S-11 | 627319 | 2617458 |
| 61 | SP-11 | T-02 | 627339 | 2617478 |
| 62 | SP-11 | S-12 | 627305 | 2617484 |
| 63 | SP-11 | S-13 | 627306 | 2617486 |
| 64 | SP-11 | S-14 | 627327 | 2617484 |
| 65 | SP-11 | S-15 | 627325 | 2617485 |
| 66 | SP-11 | S-16 | 627324 | 2617480 |

| CUADRO DE DATOS FOTOTRAMPEO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| NO | Clave Unidad de Muestreo | ID Fototrampa | Latitud (N) | Longitud (W) |
| 1 | SP-02 | FT-01 | 629523 | 2618580 |
| 2 | SP-02 | FT-02 | 629530 | 2618585 |
| 3 | SP-03 | FT-03 | 629264 | 2618601 |
| 4 | SP-03 | FT-04 | 629248 | 2618575 |
| 5 | SP-03 | FT-04 | 629248 | 2618575 |
| 6 | SP-03 | FT-04 | 629248 | 2618575 |
| 7 | SP-03 | FT-04 | 629248 | 2618575 |
| 8 | SP-10 | FT-01 | 629123 | 2619077 |
| 9 | SP-09 | FT-02 | 629047 | 2619164 |
| 10 | SP-08 | FT-03 | 628808 | 2618850 |
| 11 | SP-07 | FT-01 | 628059 | 2618754 |
| 12 | CH- LAG | FT-01 | 626145 | 2618239 |
| 13 | CH- LAG | FT-02 | 626098 | 2618240 |
| 14 | CH- LAG | FT-03 | 626151 | 2618255 |
| 15 | SP-CAU | FT-04 | 628544 | 2617750 |
| 16 | | | | |
| 17 | CH-15 | FT-01 | 626277 | 2617368 |
| 18 | CH-15 | FT-01 | 626277 | 2617368 |
| 19 | CH-15 | FT-02 | 626285 | 2617383 |
| 20 | | | | |
| 21 | CH-15 | FT-03 | 626273 | 2617352 |
| 22 | CH-24 | FT-04 | 627405 | 2617208 |
| 23 | CH-24 | FT-05 | 627278 | 2617208 |
| 24 | SP-11 | FT-06 | 627313 | 2617487 |
| 25 | SP-11 | FT-07 | 627338 | 2617476 |
| 26 | SP-16 | FT-08 | 628848 | 2618683 |
| 27 | SP-16 | FT-09 | 628846 | 2618668 |
| 28 | SP-16 | FT-10 | 628857 | 2618685 |

| CUADRO DE DATOS HUELLAS Y EXCREMENTOS | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| NO | Huella (H), Excrement | Latitud (N) | Longitud (W) | Altitud (msnm) | NO | Huella (H), Excremento | Latitud (N) | Longitud (W) | Altitud (msnm) |
| 1 | E | 629208 | 2618528 | 2572 | 68 | **E** | **625904** | **2617043** | **2697** |
| 2 | E | 629213 | 2618521 | 2572 | 69 | E | 638287 | 2614134 | 2612 |
| 3 | E | 629217 | 2618520 | 2572 | 70 | E | 625956 | 2618397 | 2650 |
| 4 | E | 629229 | 2618527 | 2572 | 71 | **E** | **625908** | **2618401** | **2650** |
| 5 | E | 629231 | 2618531 | 2572 | 72 | E | 625875 | 2618410 | 2650 |
| 6 | H | 629244 | 2618540 | 2572 | 73 | E | 625989 | 2618432 | 2655 |
| 7 | **E** | **629264** | **2618532** | **2572** | 74 | E | 626048 | 2618371 | 2647 |
| 8 | **E** | **629276** | **2618532** | **2572** | 75 | **E** | **626045** | **2618340** | **2645** |
| 9 | **E** | **629290** | **2618535** | **2572** | 76 | **R** | **628545** | **2617751** | **2613** |
| 10 | E | 629304 | 2618537 | 2572 | 77 | **H** | **628544** | **2617754** | **2613** |
| 11 | **E** | **629313** | **2618537** | **2572** | 78 | **E** | **628534** | **2619241** | **2506** |
| 12 | H | 629356 | 2618520 | 2576 | 79 | **E** | **628620** | **2619285** | **2503** |
| 13 | E | 629383 | 2618521 | 256 | 80 | **E** | **628508** | **2617769** | **2617** |
| 14 | E | 629571 | 2618592 | 2580 | 81 | E | 628546 | 2617736 | 2646 |
| 15 | E | 629614 | 2618587 | 2578 | 82 | E | 626222 | 2618041 | 2660 |
| 16 | E | 629605 | 2618519 | 2582 | 83 | E | 626062 | 2618144 | 2647 |
| 17 | E | 629471 | 2618420 | 2592 | 84 | E | 626180 | 2618273 | 2631 |
| 18 | **E** | **629530** | **2618580** | **2579** | 85 | E | 628809 | 2617817 | 2653 |
| 19 | **E** | **629248** | **2618613** | **2557** | 86 | **E** | **628806** | **2617818** | **2653** |
| 20 | **E** | **629248** | **2618619** | **2557** | 87 | E | 626143 | 2618340 | 2635 |
| 21 | **E** | **628134** | **2618754** | **2535** | 88 | **H** | **626148** | **2618328** | **2633** |
| 22 | **H** | **628169** | **2618741** | **2538** | 89 | **E** | 626132 | 2618226 | 2645 |
| 23 | **H** | **628169** | **2618740** | **2538** | 90 | **E** | 626136 | 2618217 | 2643 |
| 24 | E | 628182 | 2618829 | 2533 | 91 | **E** | 626141 | 2618163 | 2659 |
| 25 | **E** | **628182** | **2618829** | **2533** | 92 | E | 626062 | 2618123 | 2656 |
| 26 | **E** | **628199** | **2618831** | **2533** | 93 | E | 626145 | 2618107 | 2652 |
| 27 | **H** | **628234** | **2618835** | **2533** | 94 | E | 626162 | 2618077 | 2659 |
| 28 | E | 628240 | 2618750 | 2540 | 95 | **E** | 626173 | 2618060 | 2657 |
| 29 | **E** | **628143** | **2618755** | **2539** | 96 | E | 626177 | 2618056 | 2657 |
| 30 | **E** | **628143** | **2618751** | **2534** | 97 | **E** | 626179 | 2618051 | 2657 |
| 31 | **E** | **628145** | **2618749** | **2536** | 98 | **E** | 626154 | 2618038 | 2656 |
| 32 | **E** | **628139** | **2618767** | **2536** | 99 | **E** | 625985 | 2618310 | 2652 |
| 33 | **H** | **628165** | **2618779** | **2538** | 100 | E | 625887 | 2618319 | 2672 |
| 34 | **E** | **627978** | **2618828** | **2533** | 101 | **E** | 625894 | 2618342 | 2670 |
| 35 | **E** | **627978** | **2618828** | **2533** | 102 | **E** | 626077 | 2618348 | 2646 |
| 36 | **E** | **627976** | **2618815** | **2532** | 103 | **E** | 625998 | 2618287 | 2655 |
| 37 | **E** | **628200** | **2619098** | **2513** | 104 | **E** | 626009 | 2618296 | 2656 |
| 38 | E | 628804 | 2618849 | 2557 | 105 | **E** | 626206 | 2617307 | 2636 |
| 39 | E | **628800** | **2618866** | **2552** | 106 | **E** | 626112 | 2617323 | 2646 |
| 40 | H | 628743 | 2618785 | 2548 | 107 | **E** | 626111 | 2617320 | 2646 |
| 41 | **H** | **628838** | **2618629** | **2556** | 108 | **E** | 626098 | 2617318 | 2651 |
| 42 | **H** | **628830** | **2618633** | **2555** | 109 | E | 626047 | 2617252 | 2658 |
| 43 | E | 628803 | 2618840 | 2557 | 110 | **E** | **626033** | **2617311** | **2665** |
| 44 | E | 628811 | 2618897 | 2556 | 111 | **E** | **626030** | **2617318** | **2665** |
| 45 | **E** | **628176** | **2619082** | **2509** | 112 | **E** | **626036** | **2617350** | **2665** |
| 46 | **R** | **628185** | **2619091** | **2512** | 113 | E | 625999 | 2617432 | 2662 |
| 47 | **E** | **628189** | **2619093** | **2511** | 114 | **E** | **625985** | **2617387** | **2670** |
| 48 | **E** | **628199** | **2619039** | **2512** | 115 | E | 625863 | 2617292 | 2696 |
| 49 | E | 628224 | 2619029 | 2512 | 116 | **E** | **625854** | **2617251** | **2697** |
| 50 | **E** | **627996** | **2618832** | **2524** | 117 | **E** | **266090** | **2617306** | **2662** |
| 51 | **E** | **628189** | **2619093** | **2511** | 118 | **E** | **626105** | **2617317** | **2650** |
| 52 | **E** | **628006** | **2618816** | **2524** | 119 | **E** | **626122** | **2617328** | **2647** |
| 53 | **E** | **627987** | **2618812** | **2524** | 120 | E | 625876 | 2617370 | 2688 |
| 54 | **H** | **628058** | **2618748** | **2526** | 121 | E | 625820 | 2617416 | 2688 |
| 55 | **E** | **628046** | **2618755** | **2527** | 122 | E | 625769 | 2617396 | 2701 |
| 56 | **H** | **628064** | **2618784** | **2527** | 123 | **E** | **625779** | **2617376** | **2703** |
| 57 | E | 628757 | 2618771 | 2550 | 124 | **E** | **625781** | **2617374** | **2702** |
| 58 | **R** | **628951** | **2619045** | **2523** | 125 | **E** | **625857** | **2617308** | **2704** |
| 59 | **E** | **628951** | **2619045** | **2523** | 126 | **E** | **625882** | **2617209** | **2702** |
| 60 | E | | | | 127 | **E** | **625906** | **2617170** | **2698** |
| 61 | E | | | | 128 | **H** | **626618** | **2617357** | **2617** |
| 62 | E | | | | 129 | **E** | **626610** | **2617357** | **2619** |
| 63 | E | | | | 130 | **E** | **626596** | **2617325** | **2623** |
| 64 | E | | | | 131 | E | 626503 | 2617329 | 2635 |
| 65 | **E** | **626057** | **2616906** | **2723** | 132 | **E** | **626516** | **2617341** | **2632** |
| 66 | **E** | **626074** | **2616927** | **2718** | 133 | **E** | **626622** | **2617442** | **2609** |
| 67 | **E** | **626028** | **2616984** | **2693** | 134 | **E** | **627209** | **2617236** | **2726** |

| CUADRO DE DATOS HUELLAS Y EXCREMENTOS | | | | |
|---|---|---|---|---|
| NO | Huella (H), Excremento | Latitud (N) | Longitud (W) | Altitud (msnm) |
| 135 | **E** | **627214** | **2617199** | **2726** |
| 136 | **E** | **627294** | **2617212** | **2745** |
| 137 | **E** | **627382** | **2617251** | **2739** |
| 138 | **E** | **627394** | **2617257** | **2738** |
| 139 | **E** | **627390** | **2617253** | **2740** |
| 140 | **E** | **627388** | **2617252** | **2741** |
| 141 | **E** | **627387** | **2617255** | **2741** |
| 142 | **E** | **627379** | **2617254** | **2738** |
| 143 | **E** | **627362** | **2617254** | **2737** |
| 144 | **E** | **627364** | **2617255** | **2737** |
| 145 | **E** | **627368** | **2617259** | **2737** |
| 146 | **E** | **627371** | **2617264** | **2733** |
| 147 | **H** | **627251** | **2617512** | **2666** |
| 148 | **H** | **627250** | **2617511** | **2662** |
| 149 | **E** | **627250** | **2617513** | **2662** |
| 150 | **H** | **627246** | **2617511** | **2664** |
| 151 | **H** | **627246** | **2617510** | **2664** |
| 152 | **H** | **627224** | **2617503** | **2662** |
| 153 | **E** | **627212** | **2617198** | **2725** |
| 154 | **E** | **627331** | **2617199** | **2754** |
| 155 | **E** | **627314** | **2617484** | **2668** |
| 156 | **H** | 627315 | 2617452 | 2660 |
| 157 | **H** | 627321 | 2617458 | 2660 |
| 158 | **H** | 627331 | 2617451 | 2660 |
| 159 | **E** | 627352 | 2617441 | 2660 |
| 160 | **E** | 627352 | 2617441 | 2660 |
| 161 | **E** | 627352 | 2617441 | 2660 |
| 162 | **E** | 627354 | 2617444 | 2660 |
| 163 | **E** | 627357 | 2617434 | 2660 |
| 164 | R | 628081 | 2618787 | 2548 |
| 165 | **E** | 628087 | 2618792 | 2549 |
| 166 | **H** | 628860 | 2618644 | 2547 |
| 167 | **E** | 628823 | 2618704 | 2549 |
| 168 | **E** | 628789 | 2618774 | 2554 |
| 169 | **E** | 628814 | 2618818 | 2553 |
| 170 | **E** | 627369 | 2617468 | 2653 |
| 171 | **E** | 627362 | 2617475 | 2649 |
| 172 | **E** | 628154 | 2619017 | 2528 |
| 173 | **E** | 628154 | 2619017 | 2528 |
| 174 | **E** | 628156 | 2619024 | 2528 |
| 175 | **E** | 628153 | 2619025 | 2525 |
| 176 | **E** | 628155 | 2619017 | 2528 |
| 177 | **E** | 628155 | 2619017 | 2528 |
| 178 | **H** | 628063 | 2618832 | 2540 |
| 179 | **H** | 628057 | 2618832 | 2540 |
| 180 | R | 628056 | 2618831 | 2540 |
| 181 | **E** | 628129 | 2618994 | 2525 |
| 182 | **E** | 628129 | 2618994 | 2525 |
| 183 | **E** | 628879 | 2618712 | 2546 |
| 184 | **E** | 629155 | 2618706 | 2549 |
| 185 | **E** | 629160 | 2618706 | 2552 |
| 186 | **E** | 629161 | 2618706 | 2551 |
| 187 | **E** | 629163 | 2618707 | 2549 |
| 188 | **E** | 629161 | 2618707 | 2549 |
| 189 | **E** | 629069 | 2618726 | 2552 |
| 190 | **E** | 629053 | 2618733 | 2552 |
| 191 | **E** | 628799 | 2618719 | 2548 |
| 192 | **E** | 628817 | 2618704 | 2548 |
| 193 | **E** | 629019 | 2618786 | 2548 |
| 194 | **H** | 628746 | 2618721 | 2543 |

624 000 E | 624 500 E | 625 000 E | 625 500 E | 626 000 E | 626 500 E | 627 000 E | 627 499 E | 627 999 E | 628 500 E | 629 000 E | 629 500 E | 630 000 E | 630 500 E | 631 000 E | 631 499 E | 631 999 E

2 627 500 N | 2 627 000 N | 2 626 500 N | 2 626 000 N | 2 625 500 N | 2 625 000 N | 2 624 500 N | 2 624 000 N | 2 623 500 N | 2 623 000 N | 2 622 500 N | 2 622 000 N | 2 621 500 N | 2 621 000 N | 2 620 500 N | 2 620 000 N | 2 619 500 N | 2 619 000 N | 2 618 500 N | 2 618 000 N | 2 617 500 N | 2 617 000 N | 2 616 500 N | 2 616 000 N

N

O E

S

ROB EL TEPETATERO

ROB ALIMAK

ROB PILETAS

ROB SUB ELECTRICA

ROB LUPITA

# SIMBOLOGÍA

- CUENCA HIDROGRÁFICA
- CAMINOS
- NDJ
- PILETAS DE AGUA RECUPERADA
- ROBIN
- PILETA DE EMERGENCIA
- ÁREA TEMPORAL
- HUELLAS Y EXCREMENTOS

ESCALA GRÁFICA

0 158 316 790 1580

METROS DATUM: WGS84

GrupoMéxico MINERÍA

Ambiental Modalidad
IA–R)

ósito de Jales
Obras Asociadas".

PLANO: Huellas y Excrementos

ESCALA: 1:15,800

[redacted]

[redacted]

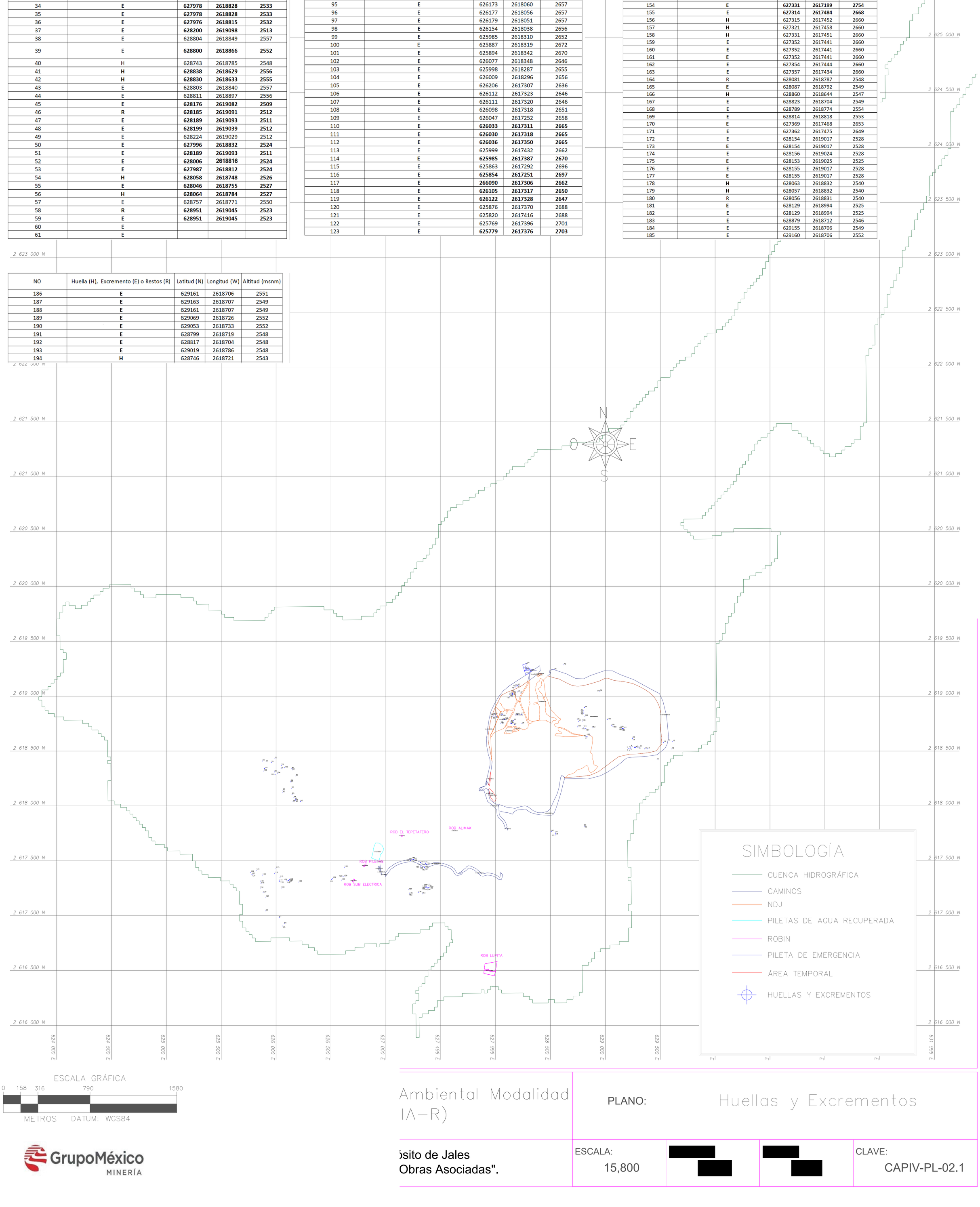
CLAVE: CAPIV-PL-02

| NO | Huella (H), Excremento (E) o Restos (R) | Latitud (N) | Longitud (W) | Altitud (msnm) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | E | 629208 | 2618528 | 2572 |
| 2 | E | 629213 | 2618521 | 2572 |
| 3 | E | 629217 | 2618520 | 2572 |
| 4 | E | 629229 | 2618527 | 2572 |
| 5 | E | 629231 | 2618531 | 2572 |
| 6 | H | 629244 | 2618540 | 2572 |
| 7 | **E** | **629264** | **2618532** | **2572** |
| 8 | **E** | **629276** | **2618532** | **2572** |
| 9 | **E** | **629290** | **2618535** | **2572** |
| 10 | E | 629304 | 2618537 | 2572 |
| 11 | **E** | **629313** | **2618537** | **2572** |
| 12 | H | 629356 | 2618520 | 2576 |
| 13 | E | 629383 | 2618521 | 256 |
| 14 | E | 629571 | 2618592 | 2580 |
| 15 | E | 629614 | 2618587 | 2578 |
| 16 | E | 629605 | 2618519 | 2582 |
| 17 | E | 629471 | 2618420 | 2592 |
| 18 | **E** | **629530** | **2618580** | **2579** |
| 19 | **E** | **629248** | **2618613** | **2557** |
| 20 | **E** | **629248** | **2618619** | **2557** |
| 21 | **E** | **628134** | **2618754** | **2535** |
| 22 | **H** | **628169** | **2618741** | **2538** |
| 23 | **H** | **628169** | **2618740** | **2538** |
| 24 | E | 628182 | 2618829 | 2533 |
| 25 | **E** | **628182** | **2618829** | **2533** |
| 26 | **E** | **628199** | **2618831** | **2533** |
| 27 | **H** | **628234** | **2618835** | **2533** |
| 28 | E | 628240 | 2618750 | 2540 |
| 29 | **E** | **628143** | **2618755** | **2539** |
| 30 | **E** | **628143** | **2618751** | **2534** |
| 31 | **E** | **628145** | **2618749** | **2536** |
| 32 | **E** | **628139** | **2618767** | **2536** |
| 33 | **H** | **628165** | **2618779** | **2538** |
| 34 | **E** | **627978** | **2618828** | **2533** |
| 35 | **E** | **627978** | **2618828** | **2533** |
| 36 | **E** | **627976** | **2618815** | **2532** |
| 37 | **E** | **628200** | **2619098** | **2513** |
| 38 | E | 628804 | 2618849 | 2557 |
| 39 | E | **628800** | **2618866** | **2552** |
| 40 | H | 628743 | 2618785 | 2548 |
| 41 | **H** | **628838** | **2618629** | **2556** |
| 42 | **H** | **628830** | **2618633** | **2555** |
| 43 | E | 628803 | 2618840 | 2557 |
| 44 | E | 628811 | 2618897 | 2556 |
| 45 | **E** | **628176** | **2619082** | **2509** |
| 46 | **R** | **628185** | **2619091** | **2512** |
| 47 | **E** | **628189** | **2619093** | **2511** |
| 48 | **E** | **628199** | **2619039** | **2512** |
| 49 | E | 628224 | 2619029 | 2512 |
| 50 | **E** | **627996** | **2618832** | **2524** |
| 51 | **E** | **628189** | **2619093** | **2511** |
| 52 | **E** | **628006** | **2618816** | **2524** |
| 53 | **E** | **627987** | **2618812** | **2524** |
| 54 | **H** | **628058** | **2618748** | **2526** |
| 55 | **E** | **628046** | **2618755** | **2527** |
| 56 | **H** | **628064** | **2618784** | **2527** |
| 57 | E | 628757 | 2618771 | 2550 |
| 58 | **R** | **628951** | **2619045** | **2523** |
| 59 | **E** | **628951** | **2619045** | **2523** |
| 60 | E | | | |
| 61 | E | | | |

| NO | Huella (H), Excremento (E) o Restos (R) | Latitud (N) | Longitud (W) | Altitud (msnm) |
|---|---|---|---|---|
| 62 | E | | | |
| 63 | E | | | |
| 64 | E | | | |
| 65 | **E** | **626057** | **2616906** | **2723** |
| 66 | **E** | **626074** | **2616927** | **2718** |
| 67 | **E** | **626028** | **2616984** | **2693** |
| 68 | **E** | **625904** | **2617043** | **2697** |
| 69 | E | 638287 | 2614134 | 2612 |
| 70 | E | 625956 | 2618397 | 2650 |
| 71 | **E** | **625908** | **2618401** | **2650** |
| 72 | E | 625875 | 2618410 | 2650 |
| 73 | E | 625989 | 2618432 | 2655 |
| 74 | E | 626048 | 2618371 | 2647 |
| 75 | **E** | **626045** | **2618340** | **2645** |
| 76 | **R** | **628545** | **2617751** | **2613** |
| 77 | **H** | **628544** | **2617754** | **2613** |
| 78 | **E** | **628534** | **2619241** | **2506** |
| 79 | **E** | **628620** | **2619285** | **2503** |
| 80 | **E** | **628508** | **2617769** | **2617** |
| 81 | E | 628546 | 2617736 | 2646 |
| 82 | E | 626222 | 2618041 | 2660 |
| 83 | E | 626062 | 2618144 | 2647 |
| 84 | E | 626180 | 2618273 | 2631 |
| 85 | E | 628809 | 2617817 | 2653 |
| 86 | **E** | **628806** | **2617818** | **2653** |
| 87 | E | 626143 | 2618340 | 2635 |
| 88 | **H** | **626148** | **2618328** | **2633** |
| 89 | **E** | 626132 | 2618226 | 2645 |
| 90 | **E** | 626136 | 2618217 | 2643 |
| 91 | **E** | 626141 | 2618163 | 2659 |
| 92 | E | 626062 | 2618123 | 2656 |
| 93 | E | 626145 | 2618107 | 2652 |
| 94 | E | 626162 | 2618077 | 2659 |
| 95 | **E** | 626173 | 2618060 | 2657 |
| 96 | E | 626177 | 2618056 | 2657 |
| 97 | **E** | 626179 | 2618051 | 2657 |
| 98 | **E** | 626154 | 2618038 | 2656 |
| 99 | **E** | 625985 | 2618310 | 2652 |
| 100 | E | 625887 | 2618319 | 2672 |
| 101 | **E** | 625894 | 2618342 | 2670 |
| 102 | **E** | 626077 | 2618348 | 2646 |
| 103 | **E** | 625998 | 2618287 | 2655 |
| 104 | **E** | 626009 | 2618296 | 2656 |
| 105 | **E** | 626206 | 2617307 | 2636 |
| 106 | **E** | 626112 | 2617323 | 2646 |
| 107 | **E** | 626111 | 2617320 | 2646 |
| 108 | **E** | 626098 | 2617318 | 2651 |
| 109 | E | 626047 | 2617252 | 2658 |
| 110 | **E** | **626033** | **2617311** | **2665** |
| 111 | **E** | **626030** | **2617318** | **2665** |
| 112 | **E** | **626036** | **2617350** | **2665** |
| 113 | E | 625999 | 2617432 | 2662 |
| 114 | **E** | **625985** | **2617387** | **2670** |
| 115 | E | 625863 | 2617292 | 2696 |
| 116 | **E** | **625854** | **2617251** | **2697** |
| 117 | **E** | **266090** | **2617306** | **2662** |
| 118 | **E** | **626105** | **2617317** | **2650** |
| 119 | **E** | **626122** | **2617328** | **2647** |
| 120 | E | 625876 | 2617370 | 2688 |
| 121 | E | 625820 | 2617416 | 2688 |
| 122 | E | 625769 | 2617396 | 2701 |
| 123 | **E** | **625779** | **2617376** | **2703** |

| NO | Huella (H), Excremento (E) o Restos (R) | Latitud (N) | Longitud (W) | Altitud (msnm) |
|---|---|---|---|---|
| 124 | **E** | **625781** | **2617374** | **2702** |
| 125 | E | 625857 | 2617308 | 2704 |
| 126 | E | 625882 | 2617209 | 2702 |
| 127 | E | 625906 | 2617170 | 2698 |
| 128 | **H** | **626618** | **2617357** | **2617** |
| 129 | **E** | **626610** | **2617357** | **2619** |
| 130 | **E** | **626596** | **2617325** | **2623** |
| 131 | E | 626503 | 2617329 | 2635 |
| 132 | **E** | **626516** | **2617341** | **2632** |
| 133 | **E** | **626622** | **2617442** | **2609** |
| 134 | **E** | **627209** | **2617236** | **2726** |
| 135 | **E** | **627214** | **2617199** | **2726** |
| 136 | **E** | **627294** | **2617212** | **2745** |
| 137 | **E** | **627382** | **2617251** | **2739** |
| 138 | **E** | **627394** | **2617257** | **2738** |
| 139 | **E** | **627390** | **2617253** | **2740** |
| 140 | **E** | **627388** | **2617252** | **2741** |
| 141 | **E** | **627387** | **2617255** | **2741** |
| 142 | **E** | **627379** | **2617254** | **2738** |
| 143 | **E** | **627362** | **2617254** | **2737** |
| 144 | **E** | **627364** | **2617255** | **2737** |
| 145 | **E** | **627368** | **2617259** | **2737** |
| 146 | **E** | **627371** | **2617264** | **2733** |
| 147 | **H** | **627251** | **2617512** | **2666** |
| 148 | **H** | **627250** | **2617511** | **2662** |
| 149 | **E** | **627250** | **2617513** | **2662** |
| 150 | **H** | **627246** | **2617511** | **2664** |
| 151 | **H** | **627246** | **2617510** | **2664** |
| 152 | **H** | **627224** | **2617503** | **2662** |
| 153 | **E** | **627212** | **2617198** | **2725** |
| 154 | **E** | **627331** | **2617199** | **2754** |
| 155 | **E** | **627314** | **2617484** | **2668** |
| 156 | **H** | 627315 | 2617452 | 2660 |
| 157 | **H** | 627321 | 2617458 | 2660 |
| 158 | **H** | 627331 | 2617451 | 2660 |
| 159 | **E** | 627352 | 2617441 | 2660 |
| 160 | **E** | 627352 | 2617441 | 2660 |
| 161 | **E** | 627352 | 2617441 | 2660 |
| 162 | **E** | 627354 | 2617444 | 2660 |
| 163 | **E** | 627357 | 2617434 | 2660 |
| 164 | R | 628081 | 2618787 | 2548 |
| 165 | **E** | 628087 | 2618792 | 2549 |
| 166 | **H** | 628860 | 2618644 | 2547 |
| 167 | **E** | 628823 | 2618704 | 2549 |
| 168 | **E** | 628789 | 2618774 | 2554 |
| 169 | **E** | 628814 | 2618818 | 2553 |
| 170 | **E** | 627369 | 2617468 | 2653 |
| 171 | **E** | 627362 | 2617475 | 2649 |
| 172 | **E** | 628154 | 2619017 | 2528 |
| 173 | **E** | 628154 | 2619017 | 2528 |
| 174 | **E** | 628156 | 2619024 | 2528 |
| 175 | **E** | 628153 | 2619025 | 2525 |
| 176 | **E** | 628155 | 2619017 | 2528 |
| 177 | **E** | 628155 | 2619017 | 2528 |
| 178 | **H** | 628063 | 2618832 | 2540 |
| 179 | **H** | 628057 | 2618832 | 2540 |
| 180 | R | 628056 | 2618831 | 2540 |
| 181 | **E** | 628129 | 2618994 | 2525 |
| 182 | **E** | 628129 | 2618994 | 2525 |
| 183 | **E** | 628879 | 2618712 | 2546 |
| 184 | **E** | 629155 | 2618706 | 2549 |
| 185 | **E** | 629160 | 2618706 | 2552 |

| NO | Huella (H), Excremento (E) o Restos (R) | Latitud (N) | Longitud (W) | Altitud (msnm) |
|---|---|---|---|---|
| 186 | **E** | 629161 | 2618706 | 2551 |
| 187 | **E** | 629163 | 2618707 | 2549 |
| 188 | **E** | 629161 | 2618707 | 2549 |
| 189 | **E** | 629069 | 2618726 | 2552 |
| 190 | **E** | 629053 | 2618733 | 2552 |
| 191 | **E** | 628799 | 2618719 | 2548 |
| 192 | **E** | 628817 | 2618704 | 2548 |
| 193 | **E** | 629019 | 2618786 | 2548 |
| 194 | **H** | 628746 | 2618721 | 2543 |




## SIMBOLOGÍA

- CUENCA HIDROGRÁFICA
- CAMINOS
- NDJ
- PILETAS DE AGUA RECUPERADA
- ROBIN
- PILETA DE EMERGENCIA
- ÁREA TEMPORAL
- HUELLAS Y EXCREMENTOS

ESCALA GRÁFICA

0 158 316 790 1580

METROS DATUM: WGS84

GrupoMéxico MINERÍA

Ambiental Modalidad
IA–R)

ósito de Jales
Obras Asociadas".

PLANO: Huellas y Excrementos

ESCALA: 15,800

[redacted]

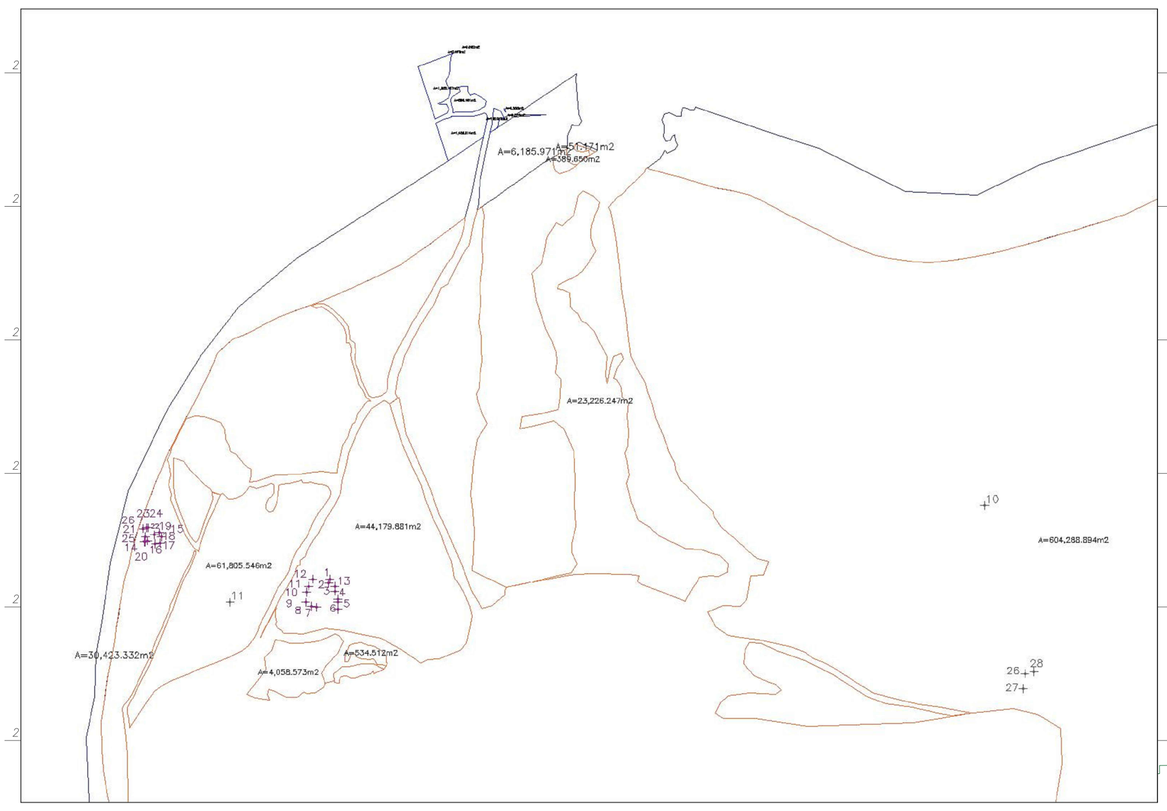
[redacted]

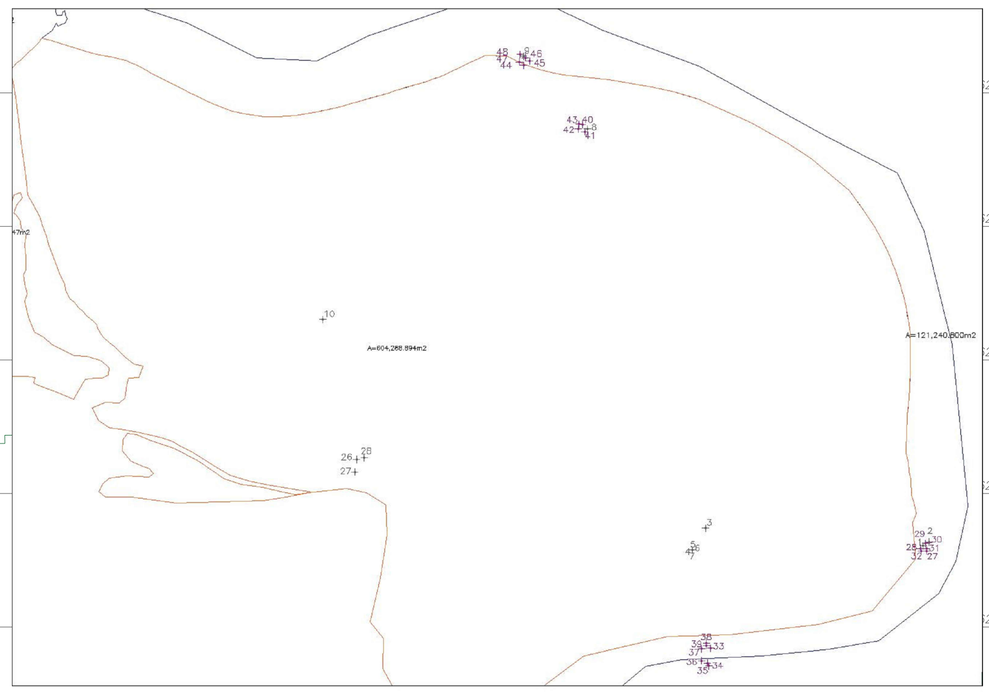
CLAVE: CAPIV-PL-02.1

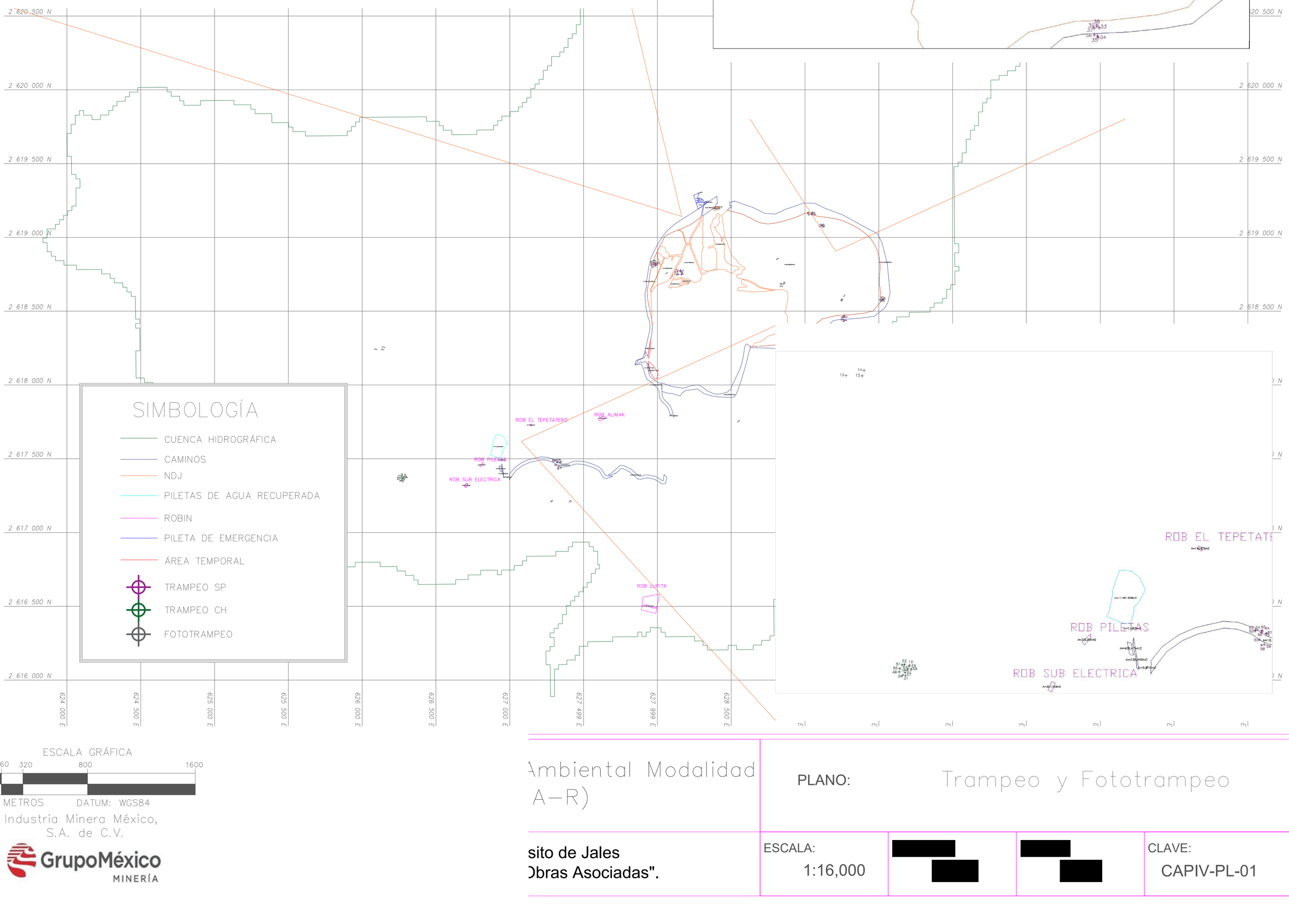
N

O E

S




## SIMBOLOGÍA

- CUENCA HIDROGRÁFICA
- CAMINOS
- NDJ
- PILETAS DE AGUA RECUPERADA
- ROBIN
- PILETA DE EMERGENCIA
- ÁREA TEMPORAL
- TRAMPEO SP
- TRAMPEO CH
- FOTOTRAMPEO

ESCALA GRÁFICA

0 160 320 800 1600

METROS DATUM: WGS84

Industria Minera México, S.A. de C.V.

GrupoMéxico MINERÍA

Ambiental Modalidad A–R)

sito de Jales
Obras Asociadas".

PLANO: Trampeo y Fototrampeo

ESCALA: 1:16,000

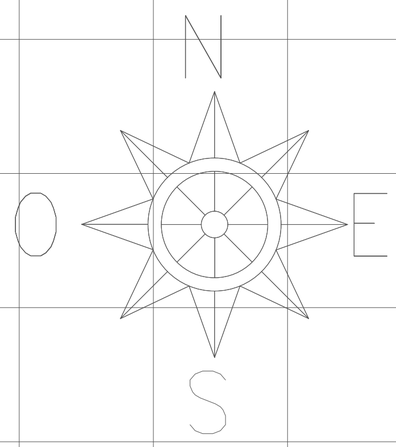
[redacted]

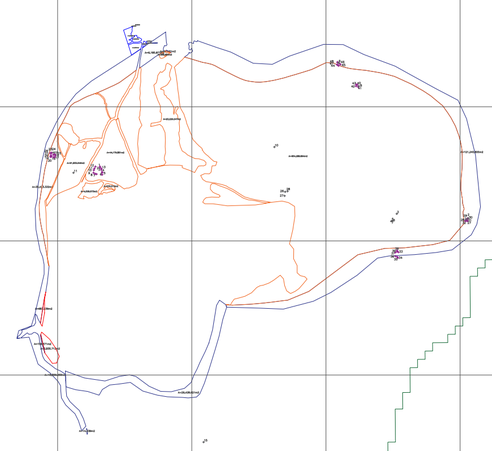
[redacted]

CLAVE: CAPIV-PL-01

| CUADRO DE DATOS TRAMPEO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| NO | Clave Unidad de Muestreo | Trampa sherman (s) o Tomahawk | Latitud (N) | Longitud (W) |
| 1 | SP-04 | S-01 | 628158 | 2618777 |
| 2 | SP-04 | S-02 | 628157 | 2618773 |
| 3 | SP-04 | S-03 | 628163 | 2618765 |
| 4 | SP-04 | S-04 | 628166 | 2618757 |
| 5 | SP-04 | S-05 | 628166 | 2618754 |
| 6 | SP-04 | S-06 | 628166 | 2618747 |
| 7 | SP-04 | S-07 | 628145 | 2618749 |
| 8 | SP-04 | S-08 | 628140 | 2618750 |
| 9 | SP-04 | S-09 | 628134 | 2618754 |
| 10 | SP-04 | S-10 | 628135 | 2618764 |
| 11 | SP-04 | S-11 | 628137 | 2618770 |
| 12 | SP-04 | S-12 | 628141 | 261877 |
| 13 | SP-04 | T-01 | 628163 | 2618770 |
| 14 | SP-05 | S-01 | 627975 | 2618814 |
| 15 | SP-05 | S-02 | 627977 | 2618815 |
| 16 | SP-05 | S-03 | 627985 | 2618812 |
| 17 | SP-05 | S-04 | 627990 | 2618813 |
| 18 | SP-05 | S-05 | 627991 | 2618819 |
| 19 | SP-05 | S-06 | 627989 | 2618823 |
| 20 | SP-05 | S-07 | 627984 | 261881 |
| 21 | SP-05 | S-08 | 627974 | 2618814 |
| 22 | SP-05 | S-09 | 627975 | 2618819 |
| 23 | SP-05 | S-10 | 627976 | 2618828 |
| 24 | SP-05 | S-11 | 627978 | 2618828 |
| 25 | SP-05 | S-12 | 627974 | 2618814 |
| 26 | SP-05 | T-01 | 627973 | 2618827 |
| 27 | SP-02 | S-01 | 629527 | 2618574 |
| 28 | SP-02 | S-02 | 629520 | 2618577 |
| 29 | SP-02 | S-03 | 629526 | 2618583 |
| 30 | SP-02 | S-04 | 629530 | 2618584 |
| 31 | SP-02 | S-05 | 629527 | 2618577 |
| 32 | SP-02 | S-06 | 629521 | 2618574 |
| 33 | SP-01 | S-07 | 629270 | 2618458 |
| 34 | SP-01 | S-08 | 629268 | 2618437 |
| 35 | SP-01 | S-09 | 629266 | 2618440 |
| 36 | SP-01 | S-10 | 629259 | 2618443 |
| 37 | SP-01 | S-11 | 629259 | 2618457 |
| 38 | SP-01 | T-01 | 629265 | 2618464 |
| 39 | SP-01 | S-12 | 629265 | 2618461 |
| 40 | SP-10 | S-01 | 629117 | 2619082 |
| 41 | SP-10 | S-02 | 629120 | 2619074 |
| 42 | SP-10 | S-03 | 629112 | 2619077 |
| 43 | SP-10 | S-04 | 629113 | 2619083 |
| 44 | SP-09 | S-05 | 629047 | 2619153 |
| 45 | SP-09 | S-06 | 629054 | 2619158 |
| 46 | SP-09 | S-07 | 629049 | 2619162 |
| 47 | SP-09 | S-08 | 629042 | 2619157 |
| 48 | SP-09 | S-09 | 629043 | 2619166 |
| | | | | |
| 49 | CH-01 | S-01 | 626255 | 2617363 |
| 50 | CH-01 | S-02 | 626256 | 2617373 |
| 51 | CH-01 | S-03 | 626263 | 2617384 |
| 52 | CH-01 | S-04 | 626270 | 2617385 |
| 53 | CH-01 | S-05 | 626280 | 2617372 |
| 54 | CH-01 | S-06 | 626284 | 2617380 |
| 55 | CH-01 | S-07 | 626290 | 2617371 |
| 56 | CH-01 | S-08 | 626266 | 2617354 |
| 57 | CH-01 | T-01 | 626272 | 2617361 |
| 58 | SP- | S-09 | 627325 | 2617442 |
| 59 | SP-11 | S-10 | 627333 | 2617444 |
| 60 | SP-11 | S-11 | 627319 | 2617458 |
| 61 | SP-11 | T-02 | 627339 | 2617478 |
| 62 | SP-11 | S-12 | 627305 | 2617484 |
| 63 | SP-11 | S-13 | 627306 | 2617486 |
| 64 | SP-11 | S-14 | 627327 | 2617484 |
| 65 | SP-11 | S-15 | 627325 | 2617485 |
| 66 | SP-11 | S-16 | 627324 | 2617480 |

| CUADRO DE DATOS FOTOTRAMPEO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| NO | Clave Unidad de Muestreo | ID Fototrampa | Latitud (N) | Longitud (W) |
| 1 | SP-02 | FT-01 | 629523 | 2618580 |
| 2 | SP-02 | FT-02 | 629530 | 2618585 |
| 3 | SP-03 | FT-03 | 629264 | 2618601 |
| 4 | SP-03 | FT-04 | 629248 | 2618575 |
| 5 | SP-03 | FT-04 | 629248 | 2618575 |
| 6 | SP-03 | FT-04 | 629248 | 2618575 |
| 7 | SP-03 | FT-04 | 629248 | 2618575 |
| 8 | SP-10 | FT-01 | 629123 | 2619077 |
| 9 | SP-09 | FT-02 | 629047 | 2619164 |
| 10 | SP-08 | FT-03 | 628808 | 2618850 |
| 11 | SP-07 | FT-01 | 628059 | 2618754 |
| 12 | CH- LAG | FT-01 | 626145 | 2618239 |
| 13 | CH- LAG | FT-02 | 626098 | 2618240 |
| 14 | CH- LAG | FT-03 | 626151 | 2618255 |
| 15 | SP-CAU | FT-04 | 628544 | 2617750 |
| 16 | | | | |
| 17 | CH-15 | FT-01 | 626277 | 2617368 |
| 18 | CH-15 | FT-01 | 626277 | 2617368 |
| 19 | CH-15 | FT-02 | 626285 | 2617383 |
| 20 | | | | |
| 21 | CH-15 | FT-03 | 626273 | 2617352 |
| 22 | CH-24 | FT-04 | 627405 | 2617208 |
| 23 | CH-24 | FT-05 | 627278 | 2617208 |
| 24 | SP-11 | FT-06 | 627313 | 2617487 |
| 25 | SP-11 | FT-07 | 627338 | 2617476 |
| 26 | SP-16 | FT-08 | 628848 | 2618683 |
| 27 | SP-16 | FT-09 | 628846 | 2618668 |
| 28 | SP-16 | FT-10 | 628857 | 2618685 |




## SIMBOLOGÍA

- CUENCA HIDROGRÁFICA
- CAMINOS
- NDJ
- PILETAS DE AGUA RECUPERADA
- ROBIN
- PILETA DE EMERGENCIA
- ÁREA TEMPORAL
- TRAMPEO SP
- TRAMPEO CH
- FOTOTRAMPEO

ESCALA GRÁFICA

0 160 320 800 1600

METROS DATUM: WGS84

GrupoMéxico MINERÍA

Ambiental Modalidad
A–R)

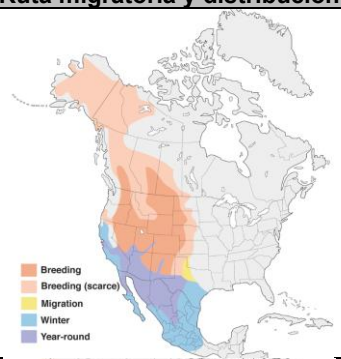
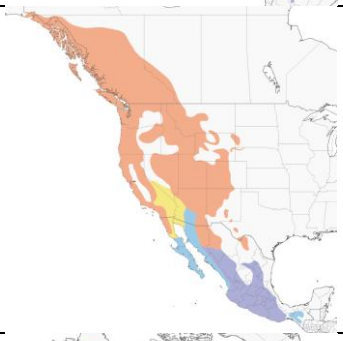
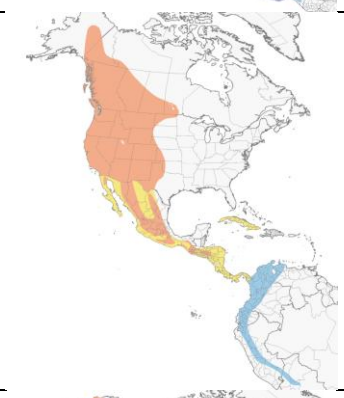
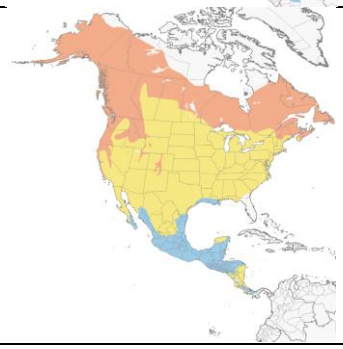
sito de Jales
Obras Asociadas".

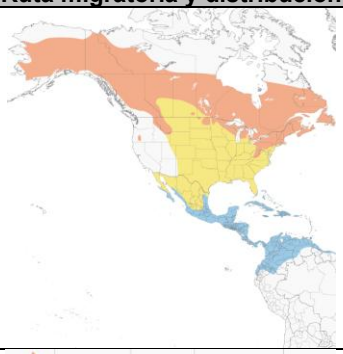
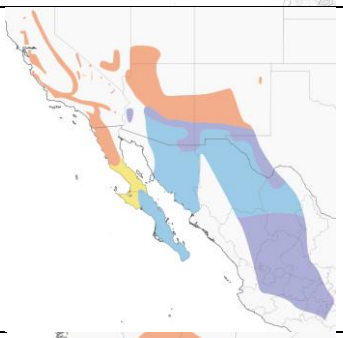
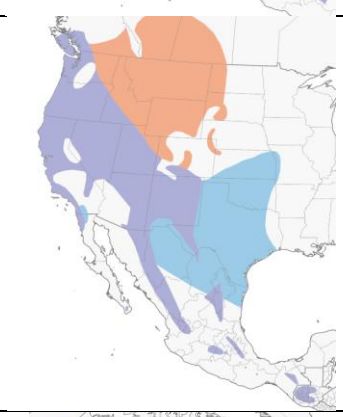
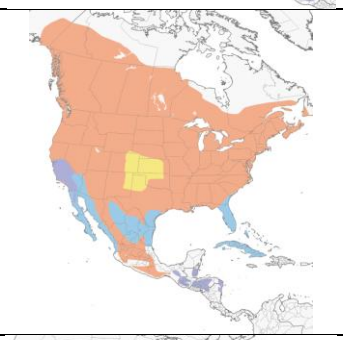
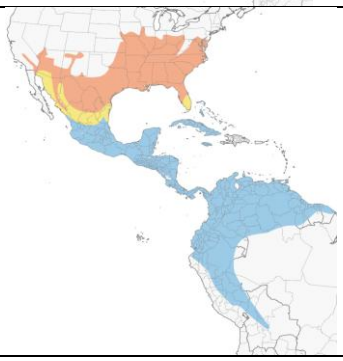
PLANO: Trampeo y Fototrampeo

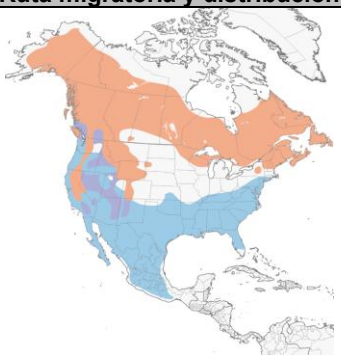
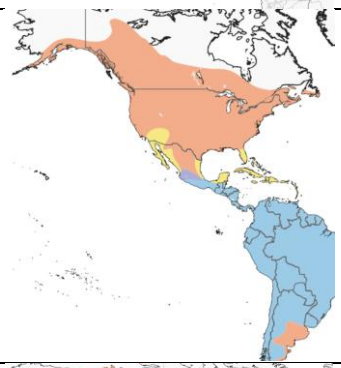
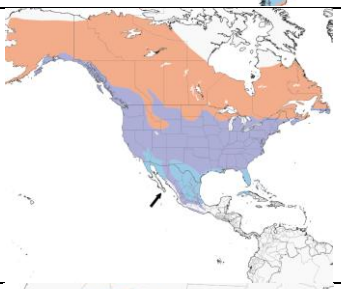
ESCALA: 1:16,000

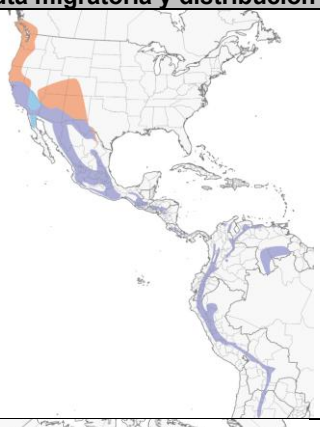
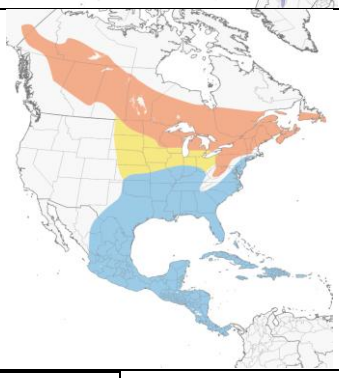
CLAVE: CAPIV-PL-01.1

ANEXO IV.4. Especies migratorias registradas dentro del SAR.

| Nombre | Especie | Residencia | Ruta migratoria y distribución |
|---|---|---|---|
| Papamoscas llanero | *Sayornis saya* | R, MI |  |
| Papamoscas negro | *Sayornis nigricans* | R, MI |  |
| Papamoscas Amarillo Norteño | *Empidonax difficilis* | R, MI |  |
| Papamoscas del oeste | *Contopus sordidulus* | MV, T |  |
| Chipe corona negra | *Cardellina pusilla* | MI |  |

| Nombre | Especie | Residencia | Ruta migratoria y distribución |
|---|---|---|---|
| Chipe charquero | *Parkesia noveboracensis* | MI |  |
| Gorrión barba negra | *Spizella atrogularis* | R, MI |  |
| Rascador moteado | *Pipilo maculatus* | R, MI |  |
| Gorrión cejas blancas | *Spizella passerina* | R, MI |  |
| Piranga roja | *Piranga rubra* | MI, MV |  |

| Nombre | Especie | Residencia | Ruta migratoria y distribución |
|---|---|---|---|
| Reyezuelo matraquita | *Corthylio calendula* | MI |  |
| Golondrina de tijereta | *Hirundo rustica* | MV, MI, R, T |  |
| Mirlo Primavera | *Turdus migratorius* | R, MI |  |
| Zumbador cola ancha | *Selasphorus platycercus* | R, MI, MV |  |
| Chorlo Tildío | *Charadrius vociferus* | R, MI |  |

| Nombre | Especie | Residencia | Ruta migratoria y distribución |
|---|---|---|---|
| Paloma encinera | *Patagioenas fasciata* | R, MI |  |
| Carpintero moteado | *Sphyrapicus varius* | MI |  |

| | |
|---|---|
| | *Cría* |
| | *Cría escasa* |
| | *Migración* |
| | *Invierno* |
| | *Todo el año* |

*R: Residente, MI: Migratoria de invierno, MV: Migratoria de verano, T: Transitoria*

De la tabla anterior, se destaca que, la zona de cría (naranja) es el área donde las aves construyen sus nidos y se reproducen. Generalmente, estas zonas se encuentran en regiones con climas más fríos durante el verano, donde hay abundancia de alimento para los polluelos. Mientras que en la zona de no reproducción (azul), as aves pasan la temporada en la que no se reproducen, que suele coincidir con el invierno. Estas áreas suelen ser más cálidas y ofrecen condiciones climáticas más favorables durante los meses fríos. Y finalmente la zona de migración (amarillo) es la ruta que siguen las aves al desplazarse entre las zonas de cría y no reproducción.

**Matriz Aves**

| ID | Nombre científico | 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 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Psaltriparus minimus* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 12 | 4 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 2 | *Piranga rubra* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | *Passerina caerulea* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | *Aphelocoma wollweberi* | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3 | 3 | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 5 | *Corvus corax* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 6 | *Haemorhous mexicanus* | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | *Hirundo rustica* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | *Icterus parisorum* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | *Quiscalus mexicanus* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | *Setophaga coronata* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 6 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 3 | 4 | |
| 11 | *Cardellina pusilla* | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | *Parkesia noveboracensis* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | *Spizella passerina* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 2 | 6 | 4 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | |
| 14 | *Spizella atrogularis* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | *Melozone fusca* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 4 | 5 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | *Pipilo maculatus* | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | *Junco phaeonotus* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | *Spizella wortheni* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | *Passer domesticus* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | *Polioptila caerulea* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21 | *Corthylio calendula* | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22 | *Thryomanes bewickii* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 4 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | 5 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| 23 | *Turdus migratorius* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | *Sialia mexicana* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | *Empidonax difficilis* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 26 | *Sayornis saya* | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 27 | *Sayornis nigricans* | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | Contopus sordidulus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 29 | Vireo huttoni | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30 | Mareca strepera | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 31 | Dryobates scalaris | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0 |
| 32 | Sphyrapicus varius | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 33 | Zenaida macroura | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 34 | Zenaida asiatica | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 35 | Columbina inca | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 36 | Patagioenas fasciata | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 37 | Coragyps atratus | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 2 | 1 | 5 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 38 | Cathartes aura | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 39 | Cyrtonyx montezumae | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 40 | Charadrius vociferus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 41 | Selasphorus platycercus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 42 | Basilinna leucotis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 43 | Geococcyx californianus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

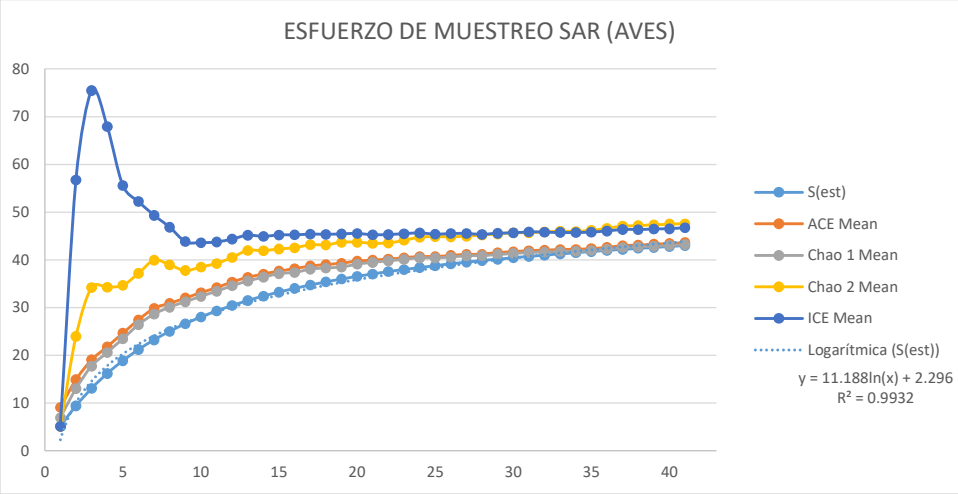
**Matriz Mamíferos**

| ID | Nombre científico | 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 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Sylvilagus floridanus* | 0 | 1 | 4 | 3 | 4 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 5 | 2 | 4 | 3 | 3 | 5 | 1 | 2 |
| 2 | *Sylvilagus audubonii* | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | *Lepus californicus* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 0 |
| 4 | *Odocoileus virginianus* | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | *Pecari tajacu* | 0 | 0 | 0 | 10 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| 6 | *Lynx rufus* | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | *Canis latrans* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | *Urocyon cinereoargenteus* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 9 | *Procyon lotor* | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | Peromyscus difficilis | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | Peromyscus boylii | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 12 | Otospermophilus variegatus | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**Matriz Herpetofauna**

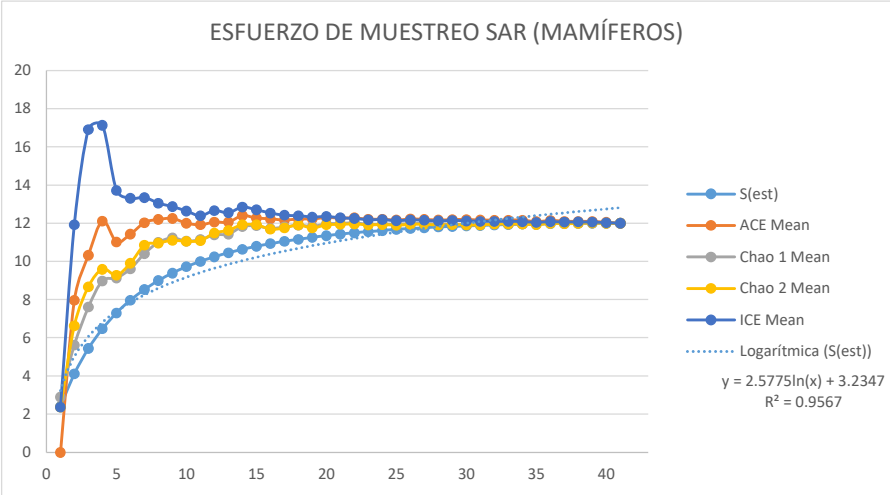
| ID | Nombre científico | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Phrynosoma orbiculare | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | Sceloporus jarrovii | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 3 | *Sceloporus grammicus* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 4 | Rhadinaea fulvivittis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | *Crotalus lepidus* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | *Crotalus molossus* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | Barisia imbricata | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | Dryophytes arenicolor | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| AVES | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Samples | S(est) | ACE Mean | Chao 1 Mean | Chao 2 Mean | ICE Mean |
| 1 | 5.12 | 9.1 | 6.95 | 5.09 | 5.09 |
| 2 | 9.42 | 14.9 | 13.02 | 23.95 | 56.72 |
| 3 | 13.07 | 19.07 | 17.74 | 34.21 | 75.45 |
| 4 | 16.18 | 21.78 | 20.61 | 34.23 | 67.9 |
| 5 | 18.86 | 24.62 | 23.44 | 34.66 | 55.56 |
| 6 | 21.19 | 27.4 | 26.42 | 37.16 | 52.21 |
| 7 | 23.23 | 29.84 | 28.63 | 39.92 | 49.34 |
| 8 | 25.02 | 30.87 | 30.08 | 38.94 | 46.84 |
| 9 | 26.61 | 31.99 | 31.2 | 37.77 | 43.82 |
| 10 | 28.02 | 33.11 | 32.33 | 38.5 | 43.58 |
| 11 | 29.29 | 34.16 | 33.41 | 39.25 | 43.75 |
| 12 | 30.43 | 35.34 | 34.57 | 40.5 | 44.35 |
| 13 | 31.46 | 36.33 | 35.56 | 41.96 | 45.13 |
| 14 | 32.39 | 36.99 | 36.35 | 41.9 | 44.92 |
| 15 | 33.24 | 37.65 | 37.1 | 42.27 | 45.21 |
| 16 | 34.01 | 38.14 | 37.36 | 42.5 | 45.23 |
| 17 | 34.72 | 38.7 | 38.05 | 43.15 | 45.38 |
| 18 | 35.37 | 38.99 | 38.27 | 43.12 | 45.35 |
| 19 | 35.97 | 39.27 | 38.48 | 43.68 | 45.41 |
| 20 | 36.53 | 39.74 | 39.07 | 43.7 | 45.51 |
| 21 | 37.04 | 39.91 | 39.46 | 43.43 | 45.24 |
| 22 | 37.52 | 40.16 | 39.81 | 43.55 | 45.29 |
| 23 | 37.97 | 40.42 | 40.09 | 44.09 | 45.45 |
| 24 | 38.38 | 40.69 | 40.41 | 44.73 | 45.63 |
| 25 | 38.78 | 40.7 | 40.39 | 44.86 | 45.39 |
| 26 | 39.15 | 40.9 | 40.55 | 44.83 | 45.5 |
| 27 | 39.5 | 41.14 | 40.84 | 44.92 | 45.53 |
| 28 | 39.84 | 41.17 | 40.86 | 45.19 | 45.31 |
| 29 | 40.13 | 41.5 | 41.13 | 45.44 | 45.56 |
| 30 | 40.43 | 41.69 | 41.34 | 45.64 | 45.65 |
| 31 | 40.71 | 41.91 | 41.53 | 45.68 | 45.84 |
| 32 | 40.98 | 41.99 | 41.63 | 45.86 | 45.78 |
| 33 | 41.24 | 42.12 | 41.76 | 45.97 | 45.75 |
| 34 | 41.49 | 42.2 | 41.81 | 45.95 | 45.71 |
| 35 | 41.73 | 42.35 | 41.94 | 46.17 | 45.79 |
| 36 | 41.96 | 42.6 | 42.21 | 46.59 | 46.05 |
| 37 | 42.18 | 42.95 | 42.56 | 47.07 | 46.35 |
| 38 | 42.4 | 43.08 | 42.71 | 47.14 | 46.33 |
| 39 | 42.6 | 43.25 | 42.84 | 47.32 | 46.45 |
| 40 | 42.8 | 43.41 | 43.01 | 47.47 | 46.51 |
| 41 | 43 | 43.63 | 43.2 | 47.55 | 46.73 |
| | | 99% | 100% | 90% | 92% |




| Muestras (x) | Alfa | Beta | Especies esperadas (y) | Relación alfa beta |
|---|---|---|---|---|
| 41 | 2.296 | 11.188 | 44 | 13.484 |
| 45 | 2.296 | 11.188 | 45 | |

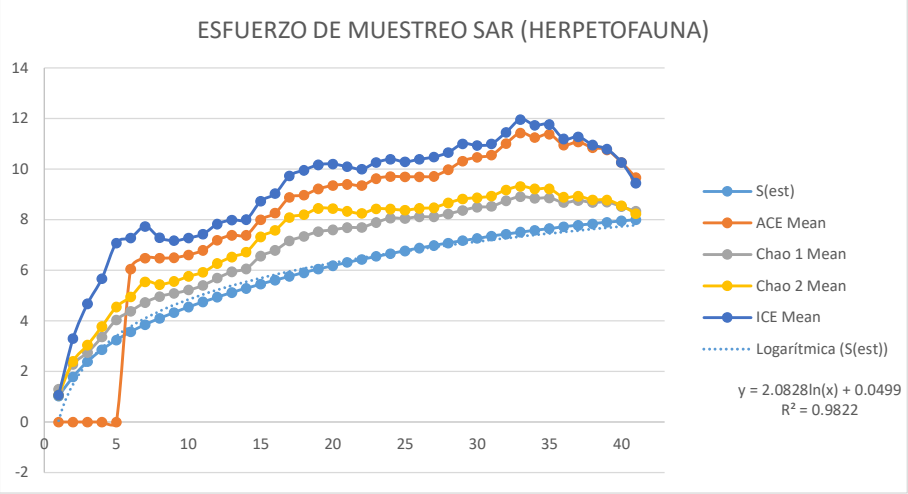
| MAMÍFEROS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Samples | S(est) | ACE Mean | Chao 1 Mean | Chao 2 Mean | ICE Mean |
| 1 | 2.39 | 0 | 2.9 | 2.37 | 2.37 |
| 2 | 4.12 | 7.96 | 5.62 | 6.63 | 11.92 |
| 3 | 5.44 | 10.32 | 7.61 | 8.67 | 16.91 |
| 4 | 6.47 | 12.11 | 8.98 | 9.59 | 17.13 |
| 5 | 7.3 | 11.02 | 9.13 | 9.28 | 13.72 |
| 6 | 7.97 | 11.43 | 9.61 | 9.9 | 13.3 |
| 7 | 8.53 | 12.03 | 10.41 | 10.85 | 13.34 |
| 8 | 9 | 12.2 | 10.99 | 10.96 | 13.05 |
| 9 | 9.39 | 12.25 | 11.23 | 11.1 | 12.87 |
| 10 | 9.72 | 12 | 11.06 | 11.05 | 12.64 |
| 11 | 10 | 11.92 | 11.14 | 11.09 | 12.39 |
| 12 | 10.24 | 12.06 | 11.39 | 11.48 | 12.66 |
| 13 | 10.45 | 12.06 | 11.43 | 11.63 | 12.55 |
| 14 | 10.63 | 12.4 | 11.82 | 11.92 | 12.85 |
| 15 | 10.79 | 12.27 | 11.87 | 11.92 | 12.7 |
| 16 | 10.93 | 12.23 | 11.72 | 11.69 | 12.53 |
| 17 | 11.05 | 12.17 | 11.8 | 11.75 | 12.42 |
| 18 | 11.16 | 12.22 | 11.9 | 11.91 | 12.39 |
| 19 | 11.26 | 12.22 | 11.83 | 11.75 | 12.32 |
| 20 | 11.35 | 12.3 | 11.97 | 11.92 | 12.35 |
| 21 | 11.43 | 12.26 | 11.98 | 11.94 | 12.28 |
| 22 | 11.5 | 12.28 | 12.02 | 11.96 | 12.25 |
| 23 | 11.56 | 12.21 | 11.94 | 11.91 | 12.18 |
| 24 | 11.62 | 12.21 | 11.94 | 11.93 | 12.19 |
| 25 | 11.67 | 12.17 | 11.95 | 11.9 | 12.13 |
| 26 | 11.72 | 12.22 | 11.97 | 11.94 | 12.17 |
| 27 | 11.76 | 12.2 | 11.99 | 11.94 | 12.15 |
| 28 | 11.8 | 12.17 | 11.95 | 11.91 | 12.12 |
| 29 | 11.83 | 12.19 | 11.95 | 11.93 | 12.14 |
| 30 | 11.86 | 12.19 | 11.92 | 11.91 | 12.12 |
| 31 | 11.89 | 12.17 | 11.92 | 11.91 | 12.1 |
| 32 | 11.91 | 12.16 | 11.96 | 11.95 | 12.09 |
| 33 | 11.93 | 12.16 | 11.96 | 11.96 | 12.09 |
| 34 | 11.95 | 12.16 | 11.95 | 11.95 | 12.08 |
| 35 | 11.96 | 12.08 | 11.93 | 11.93 | 12.04 |
| 36 | 11.98 | 12.14 | 11.99 | 11.99 | 12.08 |
| 37 | 11.99 | 12.1 | 11.98 | 11.98 | 12.06 |
| 38 | 11.99 | 12.1 | 11.99 | 11.99 | 12.07 |
| 39 | 12 | 12.09 | 12.01 | 12.01 | 12.06 |
| 40 | 12 | 12.05 | 12 | 12 | 12.03 |
| 41 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| | | 100% | 100% | 100% | 100% |




| Muestras (x) | Alfa | Beta | Especies esperadas (y) | Relación alfa beta |
|---|---|---|---|---|
| 41 | 3.2347 | 2.5775 | 13 | 5.8122 |
| 54 | 3.2347 | 2.5775 | 14 | |

GRÁFICA

| HERPETOFAUNA | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Samples | S(est) | ACE Mean | Chao 1 Mean | Chao 2 Mean | ICE Mean |
| 1 | 1.02 | 0 | 1.3 | 1.07 | 1.07 |
| 2 | 1.79 | 0 | 2.28 | 2.4 | 3.3 |
| 3 | 2.39 | 0 | 2.75 | 3.04 | 4.67 |
| 4 | 2.86 | 0 | 3.36 | 3.78 | 5.67 |
| 5 | 3.24 | 0 | 4.04 | 4.55 | 7.08 |
| 6 | 3.57 | 6.05 | 4.38 | 4.95 | 7.28 |
| 7 | 3.85 | 6.48 | 4.73 | 5.54 | 7.73 |
| 8 | 4.1 | 6.48 | 4.96 | 5.44 | 7.29 |
| 9 | 4.33 | 6.5 | 5.09 | 5.56 | 7.17 |
| 10 | 4.55 | 6.61 | 5.22 | 5.76 | 7.28 |
| 11 | 4.75 | 6.79 | 5.4 | 5.92 | 7.43 |
| 12 | 4.94 | 7.19 | 5.69 | 6.27 | 7.83 |
| 13 | 5.12 | 7.39 | 5.94 | 6.53 | 7.99 |
| 14 | 5.29 | 7.39 | 6.06 | 6.72 | 8.01 |
| 15 | 5.45 | 8 | 6.56 | 7.32 | 8.73 |
| 16 | 5.61 | 8.26 | 6.79 | 7.58 | 9.03 |
| 17 | 5.76 | 8.88 | 7.16 | 8.09 | 9.73 |
| 18 | 5.91 | 8.97 | 7.34 | 8.2 | 9.96 |
| 19 | 6.05 | 9.22 | 7.53 | 8.45 | 10.17 |
| 20 | 6.18 | 9.35 | 7.6 | 8.44 | 10.2 |
| 21 | 6.31 | 9.4 | 7.69 | 8.33 | 10.1 |
| 22 | 6.43 | 9.35 | 7.7 | 8.25 | 10 |
| 23 | 6.55 | 9.63 | 7.89 | 8.43 | 10.27 |
| 24 | 6.66 | 9.71 | 8.06 | 8.42 | 10.39 |
| 25 | 6.77 | 9.7 | 8.05 | 8.38 | 10.29 |
| 26 | 6.88 | 9.7 | 8.12 | 8.45 | 10.39 |
| 27 | 6.98 | 9.72 | 8.12 | 8.48 | 10.48 |
| 28 | 7.08 | 9.98 | 8.23 | 8.66 | 10.66 |
| 29 | 7.17 | 10.32 | 8.37 | 8.82 | 11 |
| 30 | 7.26 | 10.47 | 8.49 | 8.87 | 10.94 |
| 31 | 7.35 | 10.56 | 8.53 | 8.94 | 11 |
| 32 | 7.43 | 11.01 | 8.75 | 9.18 | 11.45 |
| 33 | 7.51 | 11.43 | 8.91 | 9.32 | 11.96 |
| 34 | 7.58 | 11.25 | 8.85 | 9.22 | 11.74 |
| 35 | 7.65 | 11.38 | 8.86 | 9.22 | 11.76 |
| 36 | 7.72 | 10.96 | 8.68 | 8.89 | 11.2 |
| 37 | 7.78 | 11.07 | 8.76 | 8.93 | 11.28 |
| 38 | 7.84 | 10.85 | 8.68 | 8.79 | 10.96 |
| 39 | 7.9 | 10.76 | 8.7 | 8.78 | 10.79 |
| 40 | 7.95 | 10.27 | 8.52 | 8.56 | 10.27 |
| 41 | 8 | 9.66 | 8.33 | 8.24 | 9.45 |
| | | 83% | 96% | 97% | 85% |




| Muestras (x) | Alfa | Beta | Especies esperadas (y) | Relación alfa beta |
|---|---|---|---|---|
| 41 | 0.0499 | 2.0828 | 8 | 2.1327 |
| 58 | 0.0499 | 2.0828 | 9 | |

| Componente Ambiental | Criterio | Factor | Valor de importancia | Valor Ponderado |
|---|---|---|---|---|
| Atmósfera | Actividades humanas | Zonas conservadas | 3.8 | 22.5 |
| 10 | 6 | Zonas moderadamente conservadas | 3.1 | 18.8 |
| | | Zonas degradadas | 2.2 | 13.1 |
| | | Caminos pavimentados | 1.9 | 11.3 |
| | | Localidades urbanas y rurales | 1.3 | 7.5 |
| | | Agostaderos y parcelas agrícolas | 1.3 | 7.5 |
| | | Bordos artificiales | 3.1 | 18.8 |
| | | Actividades mineras industriales | 0.6 | 3.8 |
| | | Caminos no pavimentados | 0.6 | 3.8 |
| | Captura de polvos fugitivos | Cobertura cerrada | 1.1 | 2.2 |
| | 2 | Cobertura dispersa | 0.8 | 1.6 |
| | | Cobertura abierta | 0.3 | 0.6 |
| | Ruido | Áreas con ruido natural | 1.9 | 3.8 |
| | 2 | Áreas con generación de ruido artificial esporádico moderado | 1.1 | 2.1 |
| | | Áreas con generación de ruido artificial esporádico alto | 0.5 | 0.9 |
| | | Áreas con generación de ruido artificial constante moderado | 1.3 | 2.5 |
| | | Áreas con generación de ruido artificial constante alto | 0.3 | 0.6 |
| Suelo | Actividades humanas | Zonas conservadas | 3.1 | 15.6 |
| 17 | 5 | Zonas moderadamente conservadas | 2.5 | 12.5 |
| | | Zonas degradadas | 1.9 | 9.4 |
| | | Caminos pavimentados | 1.3 | 6.3 |
| | | Localidades urbanas y rurales | 0.3 | 1.6 |
| | | Agostaderos y parcelas | 1.3 | 6.3 |
| | | Bordos artificiales | 0.2 | 0.9 |
| | | Actividades mineras industriales | 2.0 | 10.0 |
| | | Caminos no pavimentados | 1.1 | 5.6 |
| | Erosión actual | Muy baja | 3.8 | 22.5 |
| | 6 | Baja | 2.8 | 16.9 |
| | | Moderado | 1.9 | 11.3 |
| | | Fuerte | 0.6 | 3.8 |
| | | Muy fuerte | 0.3 | 1.9 |
| | Degradación del suelo | Leve | 3.1 | 18.8 |
| | 6 | Moderado | 2.5 | 15.0 |
| | | Fuerte | 1.3 | 7.5 |
| | | Extremo | 0.0 | 0.0 |
| Hidrología 14 | Superficial | Corrientes perenes | 1.9 | 5.6 |
| | 3 | Cuerpos lénticos (bordos, presas, lagunas) | 1.9 | 5.6 |
| | | Corrientes intermitentes | 1.3 | 3.8 |
| | Ordenes de corrientes | 8° a 6° Orden (20 m) | 1.3 | 2.5 |
| | 2 | 5° Orden (15 m) | 1.1 | 2.2 |
| | | 4° Orden (10 m) | 0.9 | 1.9 |
| | | 3° Orden (5 m) | 0.8 | 1.6 |
| | | 2° Orden (5 m) | 0.6 | 1.3 |
| | | 1° Orden (3 m) | 0.5 | 0.9 |
| | Calidad del agua por influencia directa o indirecta en nanocuencas | Sin influencia antrópica (conservado) | 1.9 | 5.6 |
| | | Sin influencia antrópica (degradado) | 0.9 | 2.8 |
| | | Con influencia antrópica (controlado) | 0.9 | 2.8 |
| | 3 | Con influencia antrópica (no controlado) | 0.3 | 0.9 |
| | Zonas con potencial de infiltración en función del material | Material NO consolidado con rendimiento alto > 40lps | 1.3 | 2.5 |
| | | Material NO consolidado con posibilidades medias | 0.9 | 1.9 |
| | | Material NO consolidado con posibilidades bajas | 0.6 | 1.3 |
| | 2 | Material Consolidado con posibilidades bajas | 0.3 | 0.6 |
| | Zonas con potencial de infiltración en función del uso de suelo | Agricultura de temporal anual | 1.3 | 2.5 |
| | | Asentamientos humanos | 0.0 | 0.0 |
| | | Bosque de Encino-Pino | 3.1 | 6.3 |
| | | Bosque de Pino-Encino | 3.1 | 6.3 |
| | | Áreas desprovistas de vegetación | 0.6 | 1.3 |
| | | Pastizal natural | 1.9 | 3.8 |
| | | Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de encino | 2.5 | 5.0 |
| | | Vegetación secundaria arbustiva de Pastizal natural | 1.9 | 3.8 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2 | Agricultura de riego permanente | 1.3 | 2.5 |
| | Zonas con potencial de infiltración en función de las pendidentes | 0° - 5° | 0.6 | 0.6 |
| | | 6° - 10° | 0.6 | 0.6 |
| | | 11° - 15° | 0.5 | 0.5 |
| | | 15° - 30° | 0.4 | 0.4 |
| | | 31° - 44° | 0.3 | 0.3 |
| | 1 | > 45° | 0.2 | 0.2 |
| | Áreas de captación de nanocuenca | > a 850 ha | 0.6 | 0.6 |
| | | 550 a 849 ha | 0.5 | 0.5 |
| | | 549 a 200 ha | 0.4 | 0.4 |
| | 1 | < a 200 ha | 0.4 | 0.4 |
| | Actividades humanas | Zonas conservadas | 5.0 | 40.0 |
| | 8 | Zonas moderadamente conservadas | 4.1 | 32.5 |
| | | Zonas degradadas | 2.5 | 20.0 |
| | | Caminos pavimentados | 0.0 | 0.0 |
| Vegetación | | Localidades urbanas y rurales | 0.0 | 0.0 |
| 16 | | Agostaderos y parcelas agrícolas | 1.3 | 10.0 |
| | | Bordos artificiales | 0.0 | 0.0 |
| | | Actividades mineras industriales | 0.0 | 0.0 |
| | | Caminos no pavimentados | 0.0 | 0.0 |
| | Tipos de vegetación valorada por su capacidad de regeneración | Bosque de Encino-Pino | 3.1 | 9.4 |
| | | Bosque de Pino-Encino | 3.1 | 9.4 |
| | | Áreas desprovistas de vegetación | 0.0 | 0.0 |
| | 3 | Pastizal natural | 1.9 | 5.6 |
| | | Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de encino | 2.5 | 7.5 |
| | | Vegetación secundaria arbustiva de Pastizal natural | 2.5 | 7.5 |
| | Cobertura de la vegetación | Cobertura cerrada | 3.1 | 15.6 |
| | | Cobertura dispersa | 2.2 | 10.9 |
| | 5 | Cobertura abierta | 1.1 | 5.3 |
| | Influencia de zonas de ahuyentamiento | Zonas conservadas | 3.1 | 15.6 |
| | | Zonas moderadamente conservadas | 1.9 | 9.4 |
| | | Zonas degradadas | 0.6 | 3.1 |
| | 5 | Caminos pavimentados | 0.1 | 0.6 |
| | | Localidades urabanas y rurales | 0.1 | 0.6 |
| | | Agostaderos y parcelas | 0.5 | 2.3 |
| Fauna | | Actividades mineras industriales | 1.9 | 9.4 |
| 13 | | Bordos artificiales | 0.0 | 0.0 |
| | | Caminos no pavimentados | 0.1 | 0.6 |
| | Zonas aptas para el establecimiento de hábitats | Zonas conservadas | 5.0 | 40.0 |
| | | Zonas moderadamente conservadas | 3.1 | 25.0 |
| | | Zonas degradadas | 1.9 | 15.0 |
| | 8 | Suelo sin vegetación apaente | 0.3 | 2.5 |
| | | Correintes de agua perenes | 4.4 | 35.0 |
| | | Cuerpos de agua lénticos | 4.4 | 35.0 |
| | | Corrientes de agua intermitentes | 3.1 | 25.0 |
| Paisaje | Calidad visual del paisaje | Alta | 2.2 | 7.7 |
| 10 | 3.5 | Media | 1.1 | 3.8 |
| | | Baja | 0.2 | 0.5 |
| | Fragilidad visual del paisaje | Alta | 2.2 | 7.7 |
| | 3.5 | Media | 1.1 | 3.8 |
| | | Baja | 0.2 | 0.5 |
| | Actividades humanas | Zonas conservadas | 1.9 | 5.6 |
| | 3 | Zonas moderadamente conservadas | 1.3 | 3.8 |
| | | Zonas degradadas | 0.6 | 1.9 |
| | | Caminos pavimentados | 0.2 | 0.6 |
| | | Localidades urbanas y rurales | 0.2 | 0.6 |
| | | Agostaderos y parcelas | 0.2 | 0.6 |
| | | Bordos artificiales | 1.3 | 3.8 |
| | | Actividades mineras industriales | 0.1 | 0.3 |
| | | Caminos no pavimentados | 0.2 | 0.6 |
| | Modelo de topoformas por su grado de influencia en el entorno | Planicies | 3.1 | 15.6 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Geomorfología | 5 | Valles poco profundos | 3.1 | 15.6 |
| 10 | | Valles en forma de U | 2.7 | 13.6 |
| | | Cañones | 3.1 | 15.6 |
| | | Laderas altas, mecetas | 2.7 | 13.6 |
| | | Drenajes de tierras altas | 2.7 | 13.6 |
| | | Pendientes abiertas | 2.2 | 10.9 |
| | | Colinas pequeñas llanuras | 2.4 | 12.2 |
| | | Colinas locales en los valles | 2.4 | 12.2 |
| | | Cimas de las montañas | 2.2 | 10.9 |
| | Modelo de rumbos de pendientes | N | 3.1 | 15.6 |
| | 5 | NE y NO | 2.8 | 14.1 |
| | | E y O | 2.6 | 12.8 |
| | | Plano | 2.8 | 14.1 |
| | | S | 1.8 | 9.1 |
| | | SO y SO | 2.0 | 10.2 |
| Socioeconómico y cultural | Actividades humanas | Zonas urbanas | 3.1 | 28.1 |
| | 9 | Localidades rurales | 1.6 | 14.1 |
| | | Actividades mineras industriales | 0.9 | 8.4 |
| | | Caminos pavimentados | 2.8 | 25.3 |
| | | Áreas de interés antropológico y/o histórico | 2.8 | 25.3 |
| | | Agostaderos y parcelas | 2.5 | 22.5 |
| 17 | | Caminos no pavimentados | 3.0 | 26.7 |
| | | Zonas conservadas | 1.9 | 16.9 |
| | | Zonas moderadamente conservadas | 1.3 | 11.3 |
| | | Zonas degradadas | 0.6 | 5.6 |
| | Servicios e infrestructura | Disponibilidad de servicios | 1.3 | 10.0 |
| | 8 | Zonas conservadas | 1.9 | 15.0 |
| | | Zonas moderadamente conservadas | 1.3 | 10.0 |
| | | Caminos | 1.9 | 15.0 |

## LISTADO DE ESPECIES MUESTREADAS EN SP y CH

| Número de muestreo | Sitio muestreado | Unidad de muestreo | Nombre común | Nombre científico | Condición | Suma de diámetros (cm) | Diámetro normal (cm) | Diámetro normal (m) | Atura total (m) | No. Individuos | π | Factor de forma f | V = π(dap)²h(f) /4 (m3) | Densidad específica de la madera de cada especie | Factor de Expansión de Biomasa FEB | Biomasa (kg) | Factor de Carbono en Biomasa FC | Carbono almacenado en mdera CA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 48.00 | 48.00 | 0.48 | 3.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.5022 | 480 | 1.3 | 313.3426893 | 0.47 | 147.2710639 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 45.00 | 22.50 | 0.23 | 4.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1342 | 480 | 1.3 | 83.73613621 | 0.47 | 39.35598402 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 28.00 | 14.00 | 0.14 | 5.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0658 | 480 | 1.3 | 41.06447687 | 0.47 | 19.30030413 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 28.00 | 14.00 | 0.14 | 5.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0577 | 480 | 1.3 | 36.02147094 | 0.47 | 16.93009134 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 16.50 | 8.30 | 0.08 | 3.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0158 | 480 | 1.3 | 9.875433285 | 0.47 | 4.641453644 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 11.00 | 11.00 | 0.11 | 2.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0207 | 480 | 1.3 | 12.89789199 | 0.47 | 6.062009237 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Muerto | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 3.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0136 | 480 | 1.3 | 8.468721331 | 0.47 | 3.980299026 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Muerto | 11.00 | 11.00 | 0.11 | 3.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0278 | 480 | 1.3 | 17.34544096 | 0.47 | 8.152357249 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 61.00 | 20.30 | 0.20 | 3.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0922 | 480 | 1.3 | 57.55870842 | 0.47 | 27.05259296 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 13.00 | 13.00 | 0.13 | 2.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0279 | 480 | 1.3 | 17.39322454 | 0.47 | 8.174815534 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 21.00 | 10.50 | 0.11 | 2.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0169 | 480 | 1.3 | 10.53628025 | 0.47 | 4.952051717 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 2.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0090 | 480 | 1.3 | 5.645814221 | 0.47 | 2.653532684 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.00 | 9.00 | 0.09 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0110 | 480 | 1.3 | 6.847755139 | 0.47 | 3.218444915 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 63.00 | 15.80 | 0.16 | 3.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0515 | 480 | 1.3 | 32.11571431 | 0.47 | 15.09438572 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 34.00 | 11.30 | 0.11 | 3.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0271 | 480 | 1.3 | 16.89642229 | 0.47 | 7.941318478 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 10.00 | 10.00 | 0.10 | 3.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0224 | 480 | 1.3 | 13.96750914 | 0.47 | 6.564729296 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.50 | 9.50 | 0.10 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0165 | 480 | 1.3 | 10.2835786 | 0.47 | 4.833281944 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.00 | 9.00 | 0.09 | 3.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0181 | 480 | 1.3 | 11.3136824 | 0.47 | 5.31743073 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 42.00 | 21.00 | 0.21 | 4.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1221 | 480 | 1.3 | 76.18541104 | 0.47 | 35.80714319 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0121 | 480 | 1.3 | 7.527752294 | 0.47 | 3.538043578 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 61.50 | 12.30 | 0.12 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0285 | 480 | 1.3 | 17.7949007 | 0.47 | 8.363603328 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 22.00 | 11.00 | 0.11 | 4.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0314 | 480 | 1.3 | 19.56921544 | 0.47 | 9.197531255 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 2.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0090 | 480 | 1.3 | 5.645814221 | 0.47 | 2.653532684 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Muerto | 9.50 | 9.50 | 0.10 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0165 | 480 | 1.3 | 10.2835786 | 0.47 | 4.833281944 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 20.00 | 20.00 | 0.20 | 4.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1060 | 480 | 1.3 | 66.1618854 | 0.47 | 31.09608614 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 10.00 | 10.00 | 0.10 | 3.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0177 | 480 | 1.3 | 11.0269809 | 0.47 | 5.182681023 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 14.00 | 14.00 | 0.14 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0369 | 480 | 1.3 | 23.0537414 | 0.47 | 10.83525846 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 10.00 | 10.00 | 0.10 | 2.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0165 | 480 | 1.3 | 10.29184884 | 0.47 | 4.837168955 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.50 | 8.50 | 0.09 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0132 | 480 | 1.3 | 8.232560157 | 0.47 | 3.869303274 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 82.50 | 16.50 | 0.17 | 4.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0738 | 480 | 1.3 | 46.03213177 | 0.47 | 21.63510193 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 87.00 | 17.40 | 0.17 | 5.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1017 | 480 | 1.3 | 63.43204601 | 0.47 | 29.81306162 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.50 | 8.50 | 0.09 | 4.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0200 | 480 | 1.3 | 12.48162346 | 0.47 | 5.866363028 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 28.00 | 14.00 | 0.14 | 5.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0600 | 480 | 1.3 | 37.46232978 | 0.47 | 17.607295 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 23.00 | 11.50 | 0.12 | 3.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0265 | 480 | 1.3 | 16.52760654 | 0.47 | 7.767975073 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 60.00 | 12.00 | 0.12 | 4.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0365 | 480 | 1.3 | 22.75968858 | 0.47 | 10.69705363 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 11.50 | 11.50 | 0.12 | 3.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0234 | 480 | 1.3 | 14.58318224 | 0.47 | 6.854095653 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 67.00 | 13.40 | 0.13 | 3.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0402 | 480 | 1.3 | 25.08005941 | 0.47 | 11.78762792 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 16.00 | 16.00 | 0.16 | 3.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0558 | 480 | 1.3 | 34.81585436 | 0.47 | 16.36345155 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 2.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0090 | 480 | 1.3 | 5.645814221 | 0.47 | 2.653532684 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 23.00 | 11.50 | 0.12 | 3.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0257 | 480 | 1.3 | 16.04150046 | 0.47 | 7.539505218 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 13.00 | 13.00 | 0.13 | 4.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0408 | 480 | 1.3 | 25.46865022 | 0.47 | 11.9702656 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Muerto | 7.50 | 7.50 | 0.08 | 2.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0086 | 480 | 1.3 | 5.375653189 | 0.47 | 2.526556999 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Muerto | 5.00 | 5.00 | 0.05 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0025 | 480 | 1.3 | 1.562155628 | 0.47 | 0.734213145 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.50 | 5.50 | 0.06 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0036 | 480 | 1.3 | 2.223774482 | 0.47 | 1.045174006 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 4.00 | 0.04 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0021 | 480 | 1.3 | 1.293832426 | 0.47 | 0.60810124 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.00 | 7.00 | 0.07 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0058 | 480 | 1.3 | 3.602147094 | 0.47 | 1.693009134 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 5.00 | 0.05 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0034 | 480 | 1.3 | 2.113504673 | 0.47 | 0.993347196 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.00 | 7.00 | 0.07 | 3.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0087 | 480 | 1.3 | 5.403220641 | 0.47 | 2.539513701 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Muerto | 7.00 | 7.00 | 0.07 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0072 | 480 | 1.3 | 4.502683868 | 0.47 | 2.116261418 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.264647542 | 0.47 | 0.124384345 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 4.00 | 0.04 | 1.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0018 | 480 | 1.3 | 1.117400731 | 0.47 | 0.525178344 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.50 | 3.50 | 0.04 | 1.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0014 | 480 | 1.3 | 0.855509935 | 0.47 | 0.402089669 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Pino Piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 819 | 1.3 | 0.211666344 | 0.47 | 0.099483182 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Pino Piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 14.00 | 3.50 | 0.04 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0013 | 819 | 1.3 | 1.382886783 | 0.47 | 0.649956788 |
| 1 | Sitio de proyecto | 1 | Pino Piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 8.50 | 2.80 | 0.03 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0011 | 819 | 1.3 | 1.13089408 | 0.47 | 0.531520218 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 15.00 | 15.00 | 0.15 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0358 | 480 | 1.3 | 22.32963632 | 0.47 | 10.49492907 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Muerto | 39.00 | 19.50 | 0.20 | 4.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1053 | 480 | 1.3 | 65.69048197 | 0.47 | 30.87452652 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 29.00 | 29.00 | 0.29 | 2.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1387 | 480 | 1.3 | 86.55444874 | 0.47 | 40.68059091 |

## LISTADO DE ESPECIES MUESTREADAS EN SP y CH

| Número de muestreo | Sitio muestreado | Unidad de muestreo | Nombre común | Nombre científico | Condición | Suma de diámetros (cm) | Diámetro normal (cm) | Diámetro normal (m) | Atura total (m) | No. Individuos | π | Factor de forma f | V = π(dap)²h(f) /4 (m3) | Densidad específica de la madera de cada especie | Factor de Expansión de Biomasa FEB | Biomasa (kg) | Factor de Carbono en Biomasa FC | Carbono almacenado en mdera CA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 14.00 | 14.00 | 0.14 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0312 | 480 | 1.3 | 19.45159431 | 0.47 | 9.142249325 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 60.00 | 20.00 | 0.20 | 4.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1131 | 480 | 1.3 | 70.57267776 | 0.47 | 33.16915855 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 1.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0072 | 480 | 1.3 | 4.469602925 | 0.47 | 2.100713375 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 30.00 | 15.00 | 0.15 | 3.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0437 | 480 | 1.3 | 27.29177773 | 0.47 | 12.82713553 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 10.00 | 10.00 | 0.10 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0124 | 480 | 1.3 | 7.71888663 | 0.47 | 3.627876716 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 13.00 | 13.00 | 0.13 | 3.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0329 | 480 | 1.3 | 20.49915749 | 0.47 | 9.634604022 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 19.00 | 19.00 | 0.19 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0659 | 480 | 1.3 | 41.13431442 | 0.47 | 19.33312778 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 2.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0106 | 480 | 1.3 | 6.586783258 | 0.47 | 3.095788131 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 12.00 | 12.00 | 0.12 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0212 | 480 | 1.3 | 13.23237708 | 0.47 | 6.219217228 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0083 | 480 | 1.3 | 5.175329702 | 0.47 | 2.43240496 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 10.00 | 10.00 | 0.10 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0183 | 480 | 1.3 | 11.39454693 | 0.47 | 5.355437057 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.00 | 9.00 | 0.09 | 2.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0124 | 480 | 1.3 | 7.740940592 | 0.47 | 3.638242078 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.50 | 7.50 | 0.08 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0106 | 480 | 1.3 | 6.61618854 | 0.47 | 3.109608614 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 13.00 | 13.00 | 0.13 | 2.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0279 | 480 | 1.3 | 17.39322454 | 0.47 | 8.174815534 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0079 | 480 | 1.3 | 4.940087443 | 0.47 | 2.321841098 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.50 | 8.50 | 0.09 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0089 | 480 | 1.3 | 5.57689559 | 0.47 | 2.621140927 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 12.50 | 12.50 | 0.13 | 3.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0276 | 480 | 1.3 | 17.22965766 | 0.47 | 8.097939098 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0094 | 480 | 1.3 | 5.88105648 | 0.47 | 2.764096546 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 42.00 | 21.00 | 0.21 | 5.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1325 | 480 | 1.3 | 82.66927581 | 0.47 | 38.85455963 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 12.00 | 12.00 | 0.12 | 2.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0204 | 480 | 1.3 | 12.703082 | 0.47 | 5.970448538 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 3.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0143 | 480 | 1.3 | 8.93920585 | 0.47 | 4.201426749 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 38.00 | 38.00 | 0.38 | 4.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.4168 | 480 | 1.3 | 260.0750202 | 0.47 | 122.2352595 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 12.00 | 12.00 | 0.12 | 3.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0297 | 480 | 1.3 | 18.52532791 | 0.47 | 8.706904119 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 11.00 | 11.00 | 0.11 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0192 | 480 | 1.3 | 12.0083822 | 0.47 | 5.643939634 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 10.00 | 10.00 | 0.10 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0159 | 480 | 1.3 | 9.92428281 | 0.47 | 4.664412921 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Muerto | 28.00 | 14.00 | 0.14 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0312 | 480 | 1.3 | 19.45159431 | 0.47 | 9.142249325 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 20.00 | 10.00 | 0.10 | 3.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0212 | 480 | 1.3 | 13.23237708 | 0.47 | 6.219217228 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.50 | 9.50 | 0.10 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0144 | 480 | 1.3 | 8.956665236 | 0.47 | 4.209632661 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 18.00 | 9.00 | 0.09 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0129 | 480 | 1.3 | 8.038669076 | 0.47 | 3.778174466 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 11.00 | 11.00 | 0.11 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0192 | 480 | 1.3 | 12.0083822 | 0.47 | 5.643939634 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0102 | 480 | 1.3 | 6.351540998 | 0.47 | 2.985224269 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.50 | 8.50 | 0.09 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0089 | 480 | 1.3 | 5.57689559 | 0.47 | 2.621140927 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.00 | 9.00 | 0.09 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0119 | 480 | 1.3 | 7.443212108 | 0.47 | 3.498309691 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 11.00 | 11.00 | 0.11 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0178 | 480 | 1.3 | 11.11887241 | 0.47 | 5.225870032 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 10.00 | 10.00 | 0.10 | 2.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0153 | 480 | 1.3 | 9.55671678 | 0.47 | 4.491656887 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 11.00 | 11.00 | 0.11 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0192 | 480 | 1.3 | 12.0083822 | 0.47 | 5.643939634 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 16.00 | 16.00 | 0.16 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0377 | 480 | 1.3 | 23.52422592 | 0.47 | 11.05638618 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.50 | 7.50 | 0.08 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0089 | 480 | 1.3 | 5.582409081 | 0.47 | 2.623732268 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 15.00 | 15.00 | 0.15 | 3.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0398 | 480 | 1.3 | 24.81070703 | 0.47 | 11.6610323 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.00 | 9.00 | 0.09 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0095 | 480 | 1.3 | 5.954569686 | 0.47 | 2.798647752 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 28.00 | 14.00 | 0.14 | 5.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0600 | 480 | 1.3 | 37.46232978 | 0.47 | 17.607295 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 26.00 | 26.00 | 0.26 | 4.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1712 | 480 | 1.3 | 106.8440936 | 0.47 | 50.21672399 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 22.50 | 11.30 | 0.11 | 3.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0226 | 480 | 1.3 | 14.08035191 | 0.47 | 6.617765398 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 10.00 | 10.00 | 0.10 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0159 | 480 | 1.3 | 9.92428281 | 0.47 | 4.664412921 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 18.50 | 9.30 | 0.09 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0158 | 480 | 1.3 | 9.85514364 | 0.47 | 4.631917511 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 18.50 | 9.30 | 0.09 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0163 | 480 | 1.3 | 10.1730515 | 0.47 | 4.781334205 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 12.00 | 12.00 | 0.12 | 3.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0254 | 480 | 1.3 | 15.8788525 | 0.47 | 7.463060673 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 42.00 | 21.00 | 0.21 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0831 | 480 | 1.3 | 51.87091815 | 0.47 | 24.37933153 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 6.00 | 0.06 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0047 | 480 | 1.3 | 2.911122958 | 0.47 | 1.36822779 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.50 | 2.50 | 0.03 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0006 | 480 | 1.3 | 0.390538907 | 0.47 | 0.183553286 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.50 | 2.80 | 0.03 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0008 | 480 | 1.3 | 0.489892005 | 0.47 | 0.230249242 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.132323771 | 0.47 | 0.062192172 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.50 | 3.50 | 0.04 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0017 | 480 | 1.3 | 1.03561729 | 0.47 | 0.486740126 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 1.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.082702357 | 0.47 | 0.038870108 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0013 | 480 | 1.3 | 0.827023568 | 0.47 | 0.388701077 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.00 | 4.50 | 0.05 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0030 | 480 | 1.3 | 1.860803027 | 0.47 | 0.874577423 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Pino Piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0011 | 819 | 1.3 | 1.12888717 | 0.47 | 0.53057697 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.051459244 | 0.47 | 0.024185845 |

## LISTADO DE ESPECIES MUESTREADAS EN SP y CH

| Número de muestreo | Sitio muestreado | Unidad de muestreo | Nombre común | Nombre científico | Condición | Suma de diámetros (cm) | Diámetro normal (cm) | Diámetro normal (m) | Atura total (m) | No. Individuos | π | Factor de forma f | V = π(dap)²h(f) /4 (m3) | Densidad específica de la madera de cada especie | Factor de Expansión de Biomasa FEB | Biomasa (kg) | Factor de Carbono en Biomasa FC | Carbono almacenado en mdera CA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.013783726 | 0.47 | 0.006478351 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.50 | 1.30 | 0.01 | 1.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.086966123 | 0.47 | 0.040874078 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.50 | 2.20 | 0.02 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 480 | 1.3 | 0.284643134 | 0.47 | 0.133782273 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.10 | 1.70 | 0.02 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.169962532 | 0.47 | 0.07988239 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 5.00 | 0.05 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0029 | 480 | 1.3 | 1.83783015 | 0.47 | 0.863780171 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.50 | 1.90 | 0.02 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.199037005 | 0.47 | 0.093547392 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.00 | 7.00 | 0.07 | 3.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0087 | 480 | 1.3 | 5.403220641 | 0.47 | 2.539513701 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.50 | 2.50 | 0.03 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0007 | 480 | 1.3 | 0.459457538 | 0.47 | 0.215945043 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 11.00 | 1.80 | 0.02 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.202455369 | 0.47 | 0.095154024 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 11.50 | 2.30 | 0.02 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0006 | 480 | 1.3 | 0.349996374 | 0.47 | 0.164498296 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0011 | 480 | 1.3 | 0.694699797 | 0.47 | 0.326508904 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.132323771 | 0.47 | 0.062192172 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 1.50 | 0.02 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.132323771 | 0.47 | 0.062192172 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.50 | 1.50 | 0.02 | 1.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.115783299 | 0.47 | 0.054418151 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.055134905 | 0.47 | 0.025913405 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 1.70 | 0.02 | 1.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.148717216 | 0.47 | 0.069897091 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 4.00 | 0.04 | 1.65 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0016 | 480 | 1.3 | 0.970374319 | 0.47 | 0.45607593 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.2499449 | 0.47 | 0.117474103 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.50 | 1.80 | 0.02 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.19054623 | 0.47 | 0.089556728 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.069837546 | 0.47 | 0.032823646 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 1.50 | 0.02 | 1.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.157134478 | 0.47 | 0.073853205 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.50 | 2.30 | 0.02 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 480 | 1.3 | 0.330552131 | 0.47 | 0.155359501 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.058810565 | 0.47 | 0.027640965 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 5.00 | 0.05 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0025 | 480 | 1.3 | 1.562155628 | 0.47 | 0.734213145 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.00 | 2.30 | 0.02 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 480 | 1.3 | 0.311107888 | 0.47 | 0.146220707 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 1.70 | 0.02 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.159339874 | 0.47 | 0.074889741 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 1.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.279350183 | 0.47 | 0.131294586 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0010 | 480 | 1.3 | 0.595456969 | 0.47 | 0.279864775 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.051459244 | 0.47 | 0.024185845 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 11.00 | 2.80 | 0.03 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0007 | 480 | 1.3 | 0.461074828 | 0.47 | 0.216705169 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 2.00 | 0.02 | 1.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.205836977 | 0.47 | 0.096743379 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 1.00 | 0.01 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.055134905 | 0.47 | 0.025913405 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0009 | 480 | 1.3 | 0.562376026 | 0.47 | 0.264316732 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 1.00 | 0.01 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.058810565 | 0.47 | 0.027640965 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.00 | 1.80 | 0.02 | 1.65 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.1965008 | 0.47 | 0.092355376 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.051459244 | 0.47 | 0.024185845 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.00551349 | 0.47 | 0.002591341 |
| 1 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 1.00 | 0.01 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.055134905 | 0.47 | 0.025913405 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 48.00 | 16.00 | 0.16 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0467 | 480 | 1.3 | 29.17004014 | 0.47 | 13.70991887 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 10.00 | 10.00 | 0.10 | 3.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0206 | 480 | 1.3 | 12.86481105 | 0.47 | 6.046461194 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Muerto | 9.00 | 9.00 | 0.09 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0153 | 480 | 1.3 | 9.527311498 | 0.47 | 4.477836404 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 130.00 | 14.40 | 0.14 | 4.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0562 | 480 | 1.3 | 35.06050631 | 0.47 | 16.47843797 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 12.00 | 12.00 | 0.12 | 3.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0322 | 480 | 1.3 | 20.11321316 | 0.47 | 9.453210186 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0121 | 480 | 1.3 | 7.527752294 | 0.47 | 3.538043578 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 27.50 | 13.80 | 0.14 | 4.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0449 | 480 | 1.3 | 27.9997099 | 0.47 | 13.15986365 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 32.00 | 16.00 | 0.16 | 5.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0844 | 480 | 1.3 | 52.69426606 | 0.47 | 24.76630505 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 71.00 | 17.80 | 0.18 | 5.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1064 | 480 | 1.3 | 66.38198394 | 0.47 | 31.19953245 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 42.00 | 14.00 | 0.14 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0358 | 480 | 1.3 | 22.33331198 | 0.47 | 10.49665663 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 26.00 | 13.00 | 0.13 | 4.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0418 | 480 | 1.3 | 26.08983681 | 0.47 | 12.2622233 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 97.00 | 16.20 | 0.16 | 4.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0649 | 480 | 1.3 | 40.51489214 | 0.47 | 19.04199931 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 71.50 | 23.80 | 0.24 | 5.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1835 | 480 | 1.3 | 114.5122561 | 0.47 | 53.82076038 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 44.50 | 11.10 | 0.11 | 3.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0283 | 480 | 1.3 | 17.66224612 | 0.47 | 8.301255675 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 22.00 | 11.00 | 0.11 | 3.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0249 | 480 | 1.3 | 15.56642137 | 0.47 | 7.316218044 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.50 | 8.50 | 0.09 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0132 | 480 | 1.3 | 8.232560157 | 0.47 | 3.869303274 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 17.00 | 17.00 | 0.17 | 3.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0647 | 480 | 1.3 | 40.36610141 | 0.47 | 18.97206766 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 15.00 | 15.00 | 0.15 | 3.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0504 | 480 | 1.3 | 31.42689557 | 0.47 | 14.77064092 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 17.00 | 8.50 | 0.09 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0136 | 480 | 1.3 | 8.498126614 | 0.47 | 3.994119508 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 15.00 | 15.00 | 0.15 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0424 | 480 | 1.3 | 26.46475416 | 0.47 | 12.43843446 |

## LISTADO DE ESPECIES MUESTREADAS EN SP y CH

| Número de muestreo | Sitio muestreado | Unidad de muestreo | Nombre común | Nombre científico | Condición | Suma de diámetros (cm) | Diámetro normal (cm) | Diámetro normal (m) | Atura total (m) | No. Individuos | π | Factor de forma f | V = π(dap)²h(f) /4 (m3) | Densidad específica de la madera de cada especie | Factor de Expansión de Biomasa FEB | Biomasa (kg) | Factor de Carbono en Biomasa FC | Carbono almacenado en mdera CA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 24.00 | 24.00 | 0.24 | 4.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1459 | 480 | 1.3 | 91.03875431 | 0.47 | 42.78821453 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 77.00 | 77.00 | 0.77 | 6.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 2.2701 | 480 | 1.3 | 1416.544345 | 0.47 | 665.775842 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0121 | 480 | 1.3 | 7.527752294 | 0.47 | 3.538043578 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 24.00 | 12.00 | 0.12 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0212 | 480 | 1.3 | 13.23237708 | 0.47 | 6.219217228 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 80.00 | 20.00 | 0.20 | 4.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0966 | 480 | 1.3 | 60.28082892 | 0.47 | 28.33198959 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Muerto | 9.00 | 9.00 | 0.09 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0153 | 480 | 1.3 | 9.527311498 | 0.47 | 4.477836404 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Muerto | 78.00 | 13.00 | 0.13 | 3.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0338 | 480 | 1.3 | 21.12034408 | 0.47 | 9.926561719 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 76.00 | 15.20 | 0.15 | 3.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0476 | 480 | 1.3 | 29.72285945 | 0.47 | 13.96974394 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 48.00 | 16.00 | 0.16 | 3.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0558 | 480 | 1.3 | 34.81585436 | 0.47 | 16.36345155 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 70.00 | 17.50 | 0.18 | 4.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0812 | 480 | 1.3 | 50.65519351 | 0.47 | 23.80794095 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 52.00 | 17.30 | 0.17 | 4.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0740 | 480 | 1.3 | 46.20371159 | 0.47 | 21.71574445 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 85.00 | 17.00 | 0.17 | 4.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0766 | 480 | 1.3 | 47.8019622 | 0.47 | 22.46692223 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 45.00 | 15.00 | 0.15 | 4.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0530 | 480 | 1.3 | 33.0809427 | 0.47 | 15.54804307 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Muerto | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0094 | 480 | 1.3 | 5.88105648 | 0.47 | 2.764096546 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 28.00 | 14.00 | 0.14 | 3.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0427 | 480 | 1.3 | 26.6558885 | 0.47 | 12.52826759 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 38.00 | 12.70 | 0.13 | 4.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0380 | 480 | 1.3 | 23.71388999 | 0.47 | 11.1455283 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 47.00 | 23.50 | 0.24 | 4.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1464 | 480 | 1.3 | 91.34475303 | 0.47 | 42.93203392 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0121 | 480 | 1.3 | 7.527752294 | 0.47 | 3.538043578 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 13.50 | 3.38 | 0.03 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0015 | 480 | 1.3 | 0.921097498 | 0.47 | 0.432915824 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.00 | 1.40 | 0.01 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.129677295 | 0.47 | 0.060948329 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 10.50 | 2.63 | 0.03 | 1.65 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0007 | 480 | 1.3 | 0.417905346 | 0.47 | 0.196415513 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 11.00 | 2.20 | 0.02 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 480 | 1.3 | 0.320223525 | 0.47 | 0.150505057 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.066161885 | 0.47 | 0.031096086 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.051459244 | 0.47 | 0.024185845 |
| 1 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.00 | 1.75 | 0.02 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.180107355 | 0.47 | 0.084650457 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 39.00 | 19.50 | 0.20 | 4.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0896 | 480 | 1.3 | 55.90679316 | 0.47 | 26.27619279 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 83.00 | 27.70 | 0.28 | 3.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1717 | 480 | 1.3 | 107.1713009 | 0.47 | 50.37051141 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.50 | 8.50 | 0.09 | 3.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0153 | 480 | 1.3 | 9.56039244 | 0.47 | 4.493384447 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 16.00 | 16.00 | 0.16 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0467 | 480 | 1.3 | 29.17004014 | 0.47 | 13.70991887 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 25.50 | 12.80 | 0.13 | 3.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0338 | 480 | 1.3 | 21.07770642 | 0.47 | 9.906522019 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 18.00 | 18.00 | 0.18 | 4.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0763 | 480 | 1.3 | 47.63655749 | 0.47 | 22.38918202 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 3.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0143 | 480 | 1.3 | 8.93920585 | 0.47 | 4.201426749 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0121 | 480 | 1.3 | 7.527752294 | 0.47 | 3.538043578 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 82.00 | 11.70 | 0.12 | 3.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0314 | 480 | 1.3 | 19.6232844 | 0.47 | 9.222943668 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 12.00 | 12.00 | 0.12 | 4.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0348 | 480 | 1.3 | 21.70109841 | 0.47 | 10.19951625 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 13.00 | 13.00 | 0.13 | 2.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0279 | 480 | 1.3 | 17.39322454 | 0.47 | 8.174815534 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 12.00 | 12.00 | 0.12 | 3.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0254 | 480 | 1.3 | 15.8788525 | 0.47 | 7.463060673 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 87.00 | 29.00 | 0.29 | 3.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1932 | 480 | 1.3 | 120.5579822 | 0.47 | 56.66225162 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0094 | 480 | 1.3 | 5.88105648 | 0.47 | 2.764096546 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 29.00 | 14.50 | 0.15 | 2.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0322 | 480 | 1.3 | 20.09299703 | 0.47 | 9.443708604 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 20.00 | 10.00 | 0.10 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0147 | 480 | 1.3 | 9.18915075 | 0.47 | 4.318900853 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 13.00 | 13.00 | 0.13 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0249 | 480 | 1.3 | 15.52966477 | 0.47 | 7.298942441 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 57.00 | 14.30 | 0.14 | 4.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0482 | 480 | 1.3 | 30.06543099 | 0.47 | 14.13075257 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 89.00 | 22.30 | 0.22 | 4.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1230 | 480 | 1.3 | 76.77050264 | 0.47 | 36.08213624 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 42.00 | 10.50 | 0.11 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0201 | 480 | 1.3 | 12.56248799 | 0.47 | 5.904369355 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 23.00 | 11.50 | 0.12 | 3.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0304 | 480 | 1.3 | 18.95813691 | 0.47 | 8.910324349 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 77.00 | 19.30 | 0.19 | 4.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0922 | 480 | 1.3 | 57.50416162 | 0.47 | 27.02695596 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 24.00 | 12.00 | 0.12 | 4.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0339 | 480 | 1.3 | 21.17180333 | 0.47 | 9.950747564 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 18.00 | 18.00 | 0.18 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0611 | 480 | 1.3 | 38.10924599 | 0.47 | 17.91134562 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 37.00 | 9.30 | 0.09 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0163 | 480 | 1.3 | 10.1730515 | 0.47 | 4.781334205 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 10.00 | 10.00 | 0.10 | 2.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0165 | 480 | 1.3 | 10.29184884 | 0.47 | 4.837168955 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 2.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0098 | 480 | 1.3 | 6.116298739 | 0.47 | 2.874660407 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 58.00 | 19.30 | 0.19 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0592 | 480 | 1.3 | 36.96696104 | 0.47 | 17.37447169 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 26.50 | 13.30 | 0.13 | 2.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0292 | 480 | 1.3 | 18.20525141 | 0.47 | 8.556468164 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 18.00 | 18.00 | 0.18 | 2.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0553 | 480 | 1.3 | 34.53650418 | 0.47 | 16.23215696 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 56.00 | 28.00 | 0.28 | 3.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1755 | 480 | 1.3 | 109.5052717 | 0.47 | 51.46747768 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 64.00 | 16.00 | 0.16 | 5.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0784 | 480 | 1.3 | 48.93038991 | 0.47 | 22.99728326 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 38.50 | 12.80 | 0.13 | 5.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0502 | 480 | 1.3 | 31.31544954 | 0.47 | 14.71826129 |

## LISTADO DE ESPECIES MUESTREADAS EN SP y CH

| Número de muestreo | Sitio muestreado | Unidad de muestreo | Nombre común | Nombre científico | Condición | Suma de diámetros (cm) | Diámetro normal (cm) | Diámetro normal (m) | Atura total (m) | No. Individuos | π | Factor de forma f | V = π(dap)²h(f) /4 (m3) | Densidad específica de la madera de cada especie | Factor de Expansión de Biomasa FEB | Biomasa (kg) | Factor de Carbono en Biomasa FC | Carbono almacenado en mdera CA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 79.00 | 13.20 | 0.13 | 5.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0513 | 480 | 1.3 | 32.02235253 | 0.47 | 15.05050569 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 57.00 | 11.40 | 0.11 | 4.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0367 | 480 | 1.3 | 22.929063 | 0.47 | 10.77665961 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 147.00 | 24.50 | 0.25 | 5.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1909 | 480 | 1.3 | 119.1410151 | 0.47 | 55.99627711 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 41.00 | 13.70 | 0.14 | 4.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0531 | 480 | 1.3 | 33.11446472 | 0.47 | 15.56379842 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Pino Piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 6.00 | 6.00 | 0.06 | 3.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0074 | 819 | 1.3 | 7.902210187 | 0.47 | 3.714038788 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 6.00 | 0.06 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0042 | 480 | 1.3 | 2.646475416 | 0.47 | 1.243843446 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 10.00 | 3.30 | 0.03 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0013 | 480 | 1.3 | 0.840586754 | 0.47 | 0.395075774 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.50 | 2.40 | 0.02 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0008 | 480 | 1.3 | 0.529295083 | 0.47 | 0.248768689 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.50 | 1.50 | 0.02 | 1.65 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.136458889 | 0.47 | 0.064135678 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.00 | 3.00 | 0.03 | 2.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0015 | 480 | 1.3 | 0.926266396 | 0.47 | 0.435345206 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.50 | 1.30 | 0.01 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.093177989 | 0.47 | 0.043793655 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Muerto | 3.50 | 1.80 | 0.02 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.214364509 | 0.47 | 0.100751319 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 10.50 | 2.10 | 0.02 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.259354591 | 0.47 | 0.121896658 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.008270236 | 0.47 | 0.003887011 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 4.00 | 0.04 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0019 | 480 | 1.3 | 1.176211296 | 0.47 | 0.552819309 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 11.00 | 1.80 | 0.02 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.262001066 | 0.47 | 0.123140501 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.50 | 2.50 | 0.03 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0008 | 480 | 1.3 | 0.528376168 | 0.47 | 0.248336799 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 10.00 | 2.00 | 0.02 | 1.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.279350183 | 0.47 | 0.131294586 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 1.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.009189151 | 0.47 | 0.004318901 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.132323771 | 0.47 | 0.062192172 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 1.50 | 0.02 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.140594006 | 0.47 | 0.066079183 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.00 | 2.30 | 0.02 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0006 | 480 | 1.3 | 0.38888486 | 0.47 | 0.182775884 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.50 | 1.80 | 0.02 | 1.65 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.1965008 | 0.47 | 0.092355376 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Capulín | Prunus serotina | Vivo | 5.00 | 1.00 | 0.01 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 580 | 1.3 | 0.088828457 | 0.47 | 0.041749375 |
| 1 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 12.00 | 2.00 | 0.02 | 1.65 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.24259358 | 0.47 | 0.114018983 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 51.00 | 17.00 | 0.17 | 6.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1038 | 480 | 1.3 | 64.79821543 | 0.47 | 30.45516125 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 52.00 | 17.30 | 0.17 | 4.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0811 | 480 | 1.3 | 50.60406507 | 0.47 | 23.78391059 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 85.00 | 28.30 | 0.28 | 5.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.2548 | 480 | 1.3 | 158.9651772 | 0.47 | 74.71363328 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 14.00 | 14.00 | 0.14 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0369 | 480 | 1.3 | 23.0537414 | 0.47 | 10.83525846 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 25.00 | 25.00 | 0.25 | 3.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1362 | 480 | 1.3 | 84.99964444 | 0.47 | 39.94983289 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 25.00 | 12.50 | 0.13 | 3.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0359 | 480 | 1.3 | 22.39855495 | 0.47 | 10.52732083 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Pino Piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 7.50 | 7.50 | 0.08 | 3.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0116 | 819 | 1.3 | 12.34720342 | 0.47 | 5.803185606 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 35.50 | 11.80 | 0.12 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0205 | 480 | 1.3 | 12.7949735 | 0.47 | 6.013637547 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tepozan Blanco | Buddleja cordata | Vivo | 15.00 | 15.00 | 0.15 | 3.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0490 | 590 | 1.3 | 37.61234266 | 0.47 | 17.67780105 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Alamo Temblón | Populus tremuloides | Vivo | 10.00 | 10.00 | 0.10 | 3.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0206 | 576 | 1.3 | 15.43777326 | 0.47 | 7.255753432 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 10.00 | 10.00 | 0.10 | 4.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0277 | 480 | 1.3 | 17.27560341 | 0.47 | 8.119533603 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 57.00 | 28.50 | 0.29 | 4.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.2057 | 480 | 1.3 | 128.3788684 | 0.47 | 60.33806814 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 42.00 | 14.00 | 0.14 | 3.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0393 | 480 | 1.3 | 24.49460024 | 0.47 | 11.51246211 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 68.00 | 22.70 | 0.23 | 3.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1123 | 480 | 1.3 | 70.07914685 | 0.47 | 32.93719902 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 10.00 | 10.00 | 0.10 | 3.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0206 | 480 | 1.3 | 12.86481105 | 0.47 | 6.046461194 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 16.00 | 16.00 | 0.16 | 3.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0513 | 480 | 1.3 | 31.99294725 | 0.47 | 15.03668521 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 87.00 | 17.40 | 0.17 | 4.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0749 | 480 | 1.3 | 46.73940232 | 0.47 | 21.96751909 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 65.00 | 21.70 | 0.22 | 4.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1137 | 480 | 1.3 | 70.96409883 | 0.47 | 33.35312645 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 15.00 | 15.00 | 0.15 | 3.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0490 | 480 | 1.3 | 30.599872 | 0.47 | 14.38193984 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 122.00 | 24.40 | 0.24 | 3.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1368 | 480 | 1.3 | 85.34530353 | 0.47 | 40.11229266 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 56.00 | 14.00 | 0.14 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0369 | 480 | 1.3 | 23.0537414 | 0.47 | 10.83525846 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 32.00 | 32.00 | 0.32 | 4.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.2413 | 480 | 1.3 | 150.5550459 | 0.47 | 70.76087157 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 68.00 | 17.00 | 0.17 | 4.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0698 | 480 | 1.3 | 43.55289889 | 0.47 | 20.46986248 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 80.00 | 13.30 | 0.13 | 5.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0542 | 480 | 1.3 | 33.80975262 | 0.47 | 15.89058373 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 57.00 | 19.00 | 0.19 | 3.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0787 | 480 | 1.3 | 49.09579463 | 0.47 | 23.07502347 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 67.00 | 16.80 | 0.17 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0532 | 480 | 1.3 | 33.19738762 | 0.47 | 15.60277218 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.50 | 1.90 | 0.02 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.212306139 | 0.47 | 0.099783885 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.50 | 2.10 | 0.02 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 480 | 1.3 | 0.291773915 | 0.47 | 0.13713374 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.60 | 1.30 | 0.01 | 1.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.086966123 | 0.47 | 0.040874078 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.014702641 | 0.47 | 0.006910241 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.50 | 2.80 | 0.03 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0010 | 480 | 1.3 | 0.633977889 | 0.47 | 0.297969608 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 5.00 | 0.05 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0031 | 480 | 1.3 | 1.929721658 | 0.47 | 0.906969179 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.132323771 | 0.47 | 0.062192172 |

## LISTADO DE ESPECIES MUESTREADAS EN SP y CH

| Número de muestreo | Sitio muestreado | Unidad de muestreo | Nombre común | Nombre científico | Condición | Suma de diámetros (cm) | Diámetro normal (cm) | Diámetro normal (m) | Atura total (m) | No. Individuos | π | Factor de forma f | V = π(dap)²h(f) /4 (m3) | Densidad específica de la madera de cada especie | Factor de Expansión de Biomasa FEB | Biomasa (kg) | Factor de Carbono en Biomasa FC | Carbono almacenado en mdera CA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 1.50 | 0.02 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.148864242 | 0.47 | 0.069966194 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Pino Piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 2.50 | 2.50 | 0.03 | 2.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0010 | 819 | 1.3 | 1.01913425 | 0.47 | 0.478993098 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 1.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.012864811 | 0.47 | 0.006046461 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Pino Piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 819 | 1.3 | 0.239888524 | 0.47 | 0.112747606 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.20 | 2.10 | 0.02 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 480 | 1.3 | 0.324193238 | 0.47 | 0.152370822 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.60 | 0.80 | 0.01 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.035286339 | 0.47 | 0.016584579 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 1.00 | 0.01 | 1.55 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.056972735 | 0.47 | 0.026777185 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 2.00 | 0.02 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 480 | 1.3 | 0.294052824 | 0.47 | 0.138204827 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 1.00 | 0.01 | 1.75 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.064324055 | 0.47 | 0.030232306 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 19.00 | 3.80 | 0.04 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0018 | 480 | 1.3 | 1.114607229 | 0.47 | 0.523865398 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 1.50 | 0.02 | 1.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.157134478 | 0.47 | 0.073853205 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 13.00 | 1.90 | 0.02 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.225575273 | 0.47 | 0.106020378 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 1.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.115783299 | 0.47 | 0.054418151 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Pino Piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 819 | 1.3 | 0.296332882 | 0.47 | 0.139276455 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.50 | 1.50 | 0.02 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.124053535 | 0.47 | 0.058305162 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 1.00 | 0.01 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.058810565 | 0.47 | 0.027640965 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 10.00 | 3.30 | 0.03 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0013 | 480 | 1.3 | 0.800558813 | 0.47 | 0.376262642 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 1.50 | 0.02 | 1.65 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.136458889 | 0.47 | 0.064135678 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 5.00 | 0.05 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0031 | 480 | 1.3 | 1.929721658 | 0.47 | 0.906969179 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.50 | 3.30 | 0.03 | 1.65 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0011 | 480 | 1.3 | 0.660461021 | 0.47 | 0.31041668 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 10.50 | 2.10 | 0.02 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0006 | 480 | 1.3 | 0.356612562 | 0.47 | 0.167607904 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 1.30 | 0.01 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.124237318 | 0.47 | 0.05839154 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.50 | 1.50 | 0.02 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.140594006 | 0.47 | 0.066079183 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 0.50 | 0.01 | 1.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.011945896 | 0.47 | 0.005614571 |
| 1 | Sitio de proyecto | 5 | Pino Piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0012 | 819 | 1.3 | 1.298220245 | 0.47 | 0.610163515 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 11.00 | 11.00 | 0.11 | 3.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0264 | 480 | 1.3 | 16.45593116 | 0.47 | 7.734287647 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 12.00 | 12.00 | 0.12 | 3.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0297 | 480 | 1.3 | 18.52532791 | 0.47 | 8.706904119 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 43.00 | 21.50 | 0.22 | 4.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1116 | 480 | 1.3 | 69.66203292 | 0.47 | 32.74115547 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 59.00 | 14.80 | 0.15 | 4.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0529 | 480 | 1.3 | 33.00978192 | 0.47 | 15.5145975 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0094 | 480 | 1.3 | 5.88105648 | 0.47 | 2.764096546 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 15.00 | 15.00 | 0.15 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0265 | 480 | 1.3 | 16.54047135 | 0.47 | 7.774021535 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.00 | 9.00 | 0.09 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0148 | 480 | 1.3 | 9.229583013 | 0.47 | 4.337904016 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0083 | 480 | 1.3 | 5.175329702 | 0.47 | 2.43240496 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.50 | 7.50 | 0.08 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0083 | 480 | 1.3 | 5.168897297 | 0.47 | 2.42938173 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 3.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0113 | 480 | 1.3 | 7.057267776 | 0.47 | 3.316915855 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 18.00 | 18.00 | 0.18 | 3.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0630 | 480 | 1.3 | 39.30015993 | 0.47 | 18.47107517 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.00 | 9.00 | 0.09 | 3.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0143 | 480 | 1.3 | 8.931854529 | 0.47 | 4.197971629 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 13.00 | 13.00 | 0.13 | 3.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0299 | 480 | 1.3 | 18.63559772 | 0.47 | 8.758730929 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 14.00 | 14.00 | 0.14 | 2.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0323 | 480 | 1.3 | 20.17202373 | 0.47 | 9.480851151 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 50.00 | 16.70 | 0.17 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0526 | 480 | 1.3 | 32.80335683 | 0.47 | 15.41757771 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 10.00 | 10.00 | 0.10 | 3.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0177 | 480 | 1.3 | 11.0269809 | 0.47 | 5.182681023 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 33.00 | 16.50 | 0.17 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0513 | 480 | 1.3 | 32.02235253 | 0.47 | 15.05050569 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 18.00 | 9.00 | 0.09 | 3.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0157 | 480 | 1.3 | 9.825039982 | 0.47 | 4.617768791 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 22.00 | 11.00 | 0.11 | 4.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0285 | 480 | 1.3 | 17.79019585 | 0.47 | 8.36139205 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 12.00 | 12.00 | 0.12 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0271 | 480 | 1.3 | 16.93744266 | 0.47 | 7.960598051 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.124053535 | 0.47 | 0.058305162 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.50 | 1.20 | 0.01 | 1.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.074101312 | 0.47 | 0.034827616 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.50 | 1.20 | 0.01 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.079394262 | 0.47 | 0.037315303 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 1.70 | 0.02 | 1.65 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.175273861 | 0.47 | 0.082378715 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.00 | 1.80 | 0.02 | 1.75 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.208409939 | 0.47 | 0.097952671 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 1.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.082702357 | 0.47 | 0.038870108 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.50 | 1.50 | 0.02 | 1.65 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.136458889 | 0.47 | 0.064135678 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.50 | 2.20 | 0.02 | 1.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 480 | 1.3 | 0.338013721 | 0.47 | 0.158866449 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 13.00 | 2.60 | 0.03 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0007 | 480 | 1.3 | 0.447254345 | 0.47 | 0.210209542 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 2.00 | 0.02 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.2499449 | 0.47 | 0.117474103 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 1.30 | 0.01 | 1.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.086966123 | 0.47 | 0.040874078 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 1.00 | 0.01 | 1.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.044107924 | 0.47 | 0.020730724 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 12.00 | 4.00 | 0.04 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0019 | 480 | 1.3 | 1.176211296 | 0.47 | 0.552819309 |

## LISTADO DE ESPECIES MUESTREADAS EN SP y CH

| Número de muestreo | Sitio muestreado | Unidad de muestreo | Nombre común | Nombre científico | Condición | Suma de diámetros (cm) | Diámetro normal (cm) | Diámetro normal (m) | Atura total (m) | No. Individuos | π | Factor de forma f | V = π(dap)²h(f) /4 (m3) | Densidad específica de la madera de cada especie | Factor de Expansión de Biomasa FEB | Biomasa (kg) | Factor de Carbono en Biomasa FC | Carbono almacenado en mdera CA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 2.00 | 0.02 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.264647542 | 0.47 | 0.124384345 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 10.00 | 2.00 | 0.02 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 480 | 1.3 | 0.308755465 | 0.47 | 0.145115069 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 11.50 | 2.30 | 0.02 | 1.85 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0006 | 480 | 1.3 | 0.359718495 | 0.47 | 0.169067693 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.50 | 1.90 | 0.02 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.225575273 | 0.47 | 0.106020378 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.50 | 2.50 | 0.03 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0007 | 480 | 1.3 | 0.413511784 | 0.47 | 0.194350538 |
| 1 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.2499449 | 0.47 | 0.117474103 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.50 | 9.50 | 0.10 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0122 | 480 | 1.3 | 7.629751868 | 0.47 | 3.585983378 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 31.00 | 31.00 | 0.31 | 3.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1981 | 480 | 1.3 | 123.6308342 | 0.47 | 58.10649207 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.50 | 7.50 | 0.08 | 2.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0086 | 480 | 1.3 | 5.375653189 | 0.47 | 2.526556999 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 83.00 | 20.80 | 0.21 | 4.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1045 | 480 | 1.3 | 65.19974456 | 0.47 | 30.64387994 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.00 | 9.00 | 0.09 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0110 | 480 | 1.3 | 6.847755139 | 0.47 | 3.218444915 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.50 | 7.50 | 0.08 | 2.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0086 | 480 | 1.3 | 5.375653189 | 0.47 | 2.526556999 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 11.00 | 11.00 | 0.11 | 2.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0185 | 480 | 1.3 | 11.5636273 | 0.47 | 5.434904833 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 76.00 | 38.00 | 0.38 | 5.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.4678 | 480 | 1.3 | 291.920941 | 0.47 | 137.2028423 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 54.00 | 18.00 | 0.18 | 4.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0859 | 480 | 1.3 | 53.59112717 | 0.47 | 25.18782977 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 47.50 | 9.50 | 0.10 | 4.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0218 | 480 | 1.3 | 13.60086203 | 0.47 | 6.392405152 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0079 | 480 | 1.3 | 4.940087443 | 0.47 | 2.321841098 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 50.00 | 16.70 | 0.17 | 3.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0624 | 480 | 1.3 | 38.95398624 | 0.47 | 18.30837353 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 14.00 | 14.00 | 0.14 | 5.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0658 | 480 | 1.3 | 41.06447687 | 0.47 | 19.30030413 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 46.00 | 15.30 | 0.15 | 5.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0717 | 480 | 1.3 | 44.74263662 | 0.47 | 21.02903921 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 22.00 | 22.00 | 0.22 | 5.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1540 | 480 | 1.3 | 96.0670576 | 0.47 | 45.15151707 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.00 | 9.00 | 0.09 | 5.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0248 | 480 | 1.3 | 15.48188118 | 0.47 | 7.276484156 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 11.00 | 11.00 | 0.11 | 3.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0214 | 480 | 1.3 | 13.34264689 | 0.47 | 6.271044038 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 16.00 | 8.00 | 0.08 | 3.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0113 | 480 | 1.3 | 7.057267776 | 0.47 | 3.316915855 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 47.50 | 11.90 | 0.12 | 4.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0342 | 480 | 1.3 | 21.34092046 | 0.47 | 10.03023262 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 81.00 | 13.50 | 0.14 | 3.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0419 | 480 | 1.3 | 26.1256745 | 0.47 | 12.27906701 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 54.00 | 18.00 | 0.18 | 3.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0725 | 480 | 1.3 | 45.25472961 | 0.47 | 21.26972292 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 59.00 | 14.80 | 0.15 | 3.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0490 | 480 | 1.3 | 30.59443202 | 0.47 | 14.37938305 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 23.50 | 11.80 | 0.12 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0262 | 480 | 1.3 | 16.37756609 | 0.47 | 7.69745606 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Muerto | 9.00 | 9.00 | 0.09 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0148 | 480 | 1.3 | 9.229583013 | 0.47 | 4.337904016 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 82.00 | 41.00 | 0.41 | 6.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.6139 | 480 | 1.3 | 383.0846678 | 0.47 | 180.0497939 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 48.00 | 16.00 | 0.16 | 6.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0935 | 480 | 1.3 | 58.34008028 | 0.47 | 27.41983773 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 32.00 | 16.00 | 0.16 | 5.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0829 | 480 | 1.3 | 51.75329702 | 0.47 | 24.3240496 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 25.00 | 25.00 | 0.25 | 4.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1804 | 480 | 1.3 | 112.5670967 | 0.47 | 52.90653544 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 17.00 | 17.00 | 0.17 | 5.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0851 | 480 | 1.3 | 53.11329134 | 0.47 | 24.96324693 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 60.00 | 12.00 | 0.12 | 3.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0314 | 480 | 1.3 | 19.58391808 | 0.47 | 9.204441497 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 25.50 | 8.50 | 0.09 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0136 | 480 | 1.3 | 8.498126614 | 0.47 | 3.994119508 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 20.00 | 10.00 | 0.10 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0188 | 480 | 1.3 | 11.76211296 | 0.47 | 5.528193091 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 1.30 | 0.01 | 1.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.086966123 | 0.47 | 0.040874078 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.50 | 3.30 | 0.03 | 2.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0018 | 480 | 1.3 | 1.120782339 | 0.47 | 0.526767699 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 12.00 | 3.00 | 0.03 | 1.75 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0009 | 480 | 1.3 | 0.578916497 | 0.47 | 0.272090754 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 18.50 | 3.70 | 0.04 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0017 | 480 | 1.3 | 1.05671558 | 0.47 | 0.496656322 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.50 | 2.30 | 0.02 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 480 | 1.3 | 0.330552131 | 0.47 | 0.155359501 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.50 | 1.30 | 0.01 | 1.55 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.096283922 | 0.47 | 0.045253443 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 1.75 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0009 | 480 | 1.3 | 0.578916497 | 0.47 | 0.272090754 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 2.00 | 0.02 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.264647542 | 0.47 | 0.124384345 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 6.00 | 0.06 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0042 | 480 | 1.3 | 2.646475416 | 0.47 | 1.243843446 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 5.00 | 0.05 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0031 | 480 | 1.3 | 1.929721658 | 0.47 | 0.906969179 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.50 | 1.80 | 0.02 | 1.65 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.1965008 | 0.47 | 0.092355376 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 1.70 | 0.02 | 2.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.276189115 | 0.47 | 0.129808884 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.45 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.053297074 | 0.47 | 0.025049625 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.50 | 1.80 | 0.02 | 1.65 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.1965008 | 0.47 | 0.092355376 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.50 | 1.60 | 0.02 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.150555046 | 0.47 | 0.070760872 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.50 | 1.30 | 0.01 | 1.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.086966123 | 0.47 | 0.040874078 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.10 | 2.00 | 0.02 | 1.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.279350183 | 0.47 | 0.131294586 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.055134905 | 0.47 | 0.025913405 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 1.00 | 0.01 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.062486225 | 0.47 | 0.029368526 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0008 | 480 | 1.3 | 0.529295083 | 0.47 | 0.248768689 |

## LISTADO DE ESPECIES MUESTREADAS EN SP y CH

| Número de muestreo | Sitio muestreado | Unidad de muestreo | Nombre común | Nombre científico | Condición | Suma de diámetros (cm) | Diámetro normal (cm) | Diámetro normal (m) | Atura total (m) | No. Individuos | π | Factor de forma f | V = π(dap)²h(f) /4 (m3) | Densidad específica de la madera de cada especie | Factor de Expansión de Biomasa FEB | Biomasa (kg) | Factor de Carbono en Biomasa FC | Carbono almacenado en mdera CA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.50 | 1.30 | 0.01 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.093177989 | 0.47 | 0.043793655 |
| 1 | Sitio de proyecto | 7 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.50 | 1.90 | 0.02 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.225575273 | 0.47 | 0.106020378 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 73.00 | 24.30 | 0.24 | 5.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1774 | 480 | 1.3 | 110.6924732 | 0.47 | 52.02546239 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 18.50 | 9.30 | 0.09 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0138 | 480 | 1.3 | 8.583512202 | 0.47 | 4.034250735 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 29.00 | 14.50 | 0.15 | 3.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0409 | 480 | 1.3 | 25.50265008 | 0.47 | 11.98624554 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0094 | 480 | 1.3 | 5.88105648 | 0.47 | 2.764096546 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 14.00 | 14.00 | 0.14 | 3.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0381 | 480 | 1.3 | 23.77417082 | 0.47 | 11.17386029 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 79.00 | 15.80 | 0.16 | 3.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0485 | 480 | 1.3 | 30.28053063 | 0.47 | 14.2318494 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 29.00 | 9.70 | 0.10 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0172 | 480 | 1.3 | 10.72112921 | 0.47 | 5.038930727 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 65.00 | 10.80 | 0.11 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0144 | 480 | 1.3 | 9.003309365 | 0.47 | 4.231555402 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 57.50 | 14.40 | 0.14 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0305 | 480 | 1.3 | 19.054623 | 0.47 | 8.955672808 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 26.00 | 8.70 | 0.09 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0143 | 480 | 1.3 | 8.902743299 | 0.47 | 4.184289351 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 59.00 | 11.80 | 0.12 | 3.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0279 | 480 | 1.3 | 17.40116397 | 0.47 | 8.178547064 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 69.00 | 11.50 | 0.12 | 3.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0280 | 480 | 1.3 | 17.49981869 | 0.47 | 8.224914784 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 147.00 | 36.80 | 0.37 | 4.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.3749 | 480 | 1.3 | 233.9531316 | 0.47 | 109.9579719 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 27.00 | 9.00 | 0.09 | 2.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0134 | 480 | 1.3 | 8.33639756 | 0.47 | 3.918106853 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 23.50 | 11.80 | 0.12 | 3.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0295 | 480 | 1.3 | 18.42476185 | 0.47 | 8.659638068 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0121 | 480 | 1.3 | 7.527752294 | 0.47 | 3.538043578 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 17.00 | 17.00 | 0.17 | 3.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0613 | 480 | 1.3 | 38.24156976 | 0.47 | 17.97353779 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.50 | 2.10 | 0.02 | 1.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.226935267 | 0.47 | 0.106659575 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.50 | 1.40 | 0.01 | 1.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.072042942 | 0.47 | 0.033860183 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.50 | 1.70 | 0.02 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.159339874 | 0.47 | 0.074889741 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 0.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.029405282 | 0.47 | 0.013820483 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 0.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.033080943 | 0.47 | 0.015548043 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.132323771 | 0.47 | 0.062192172 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 1.30 | 0.01 | 1.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.086966123 | 0.47 | 0.040874078 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.80 | 0.80 | 0.01 | 1.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.030581494 | 0.47 | 0.014373302 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.50 | 1.50 | 0.02 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.140594006 | 0.47 | 0.066079183 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.50 | 1.20 | 0.01 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.079394262 | 0.47 | 0.037315303 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 1.00 | 0.01 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.058810565 | 0.47 | 0.027640965 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.50 | 2.50 | 0.03 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0006 | 480 | 1.3 | 0.344593153 | 0.47 | 0.161958782 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.124053535 | 0.47 | 0.058305162 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 1.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.011945896 | 0.47 | 0.005614571 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.50 | 2.50 | 0.03 | 1.45 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 480 | 1.3 | 0.333106715 | 0.47 | 0.156560156 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.00 | 1.40 | 0.01 | 1.85 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.133279442 | 0.47 | 0.062641338 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 1.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.107513064 | 0.47 | 0.05053114 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.008270236 | 0.47 | 0.003887011 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 0.80 | 0.01 | 0.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.018819381 | 0.47 | 0.008845109 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.50 | 1.20 | 0.01 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.079394262 | 0.47 | 0.037315303 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.50 | 2.20 | 0.02 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 480 | 1.3 | 0.320223525 | 0.47 | 0.150505057 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.40 | 0.40 | 0.00 | 1.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.007057268 | 0.47 | 0.003316916 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.40 | 0.40 | 0.00 | 1.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.005881056 | 0.47 | 0.002764097 |
| 1 | Sitio de proyecto | 8 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.50 | 1.30 | 0.01 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.111813586 | 0.47 | 0.052552386 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 84.00 | 12.00 | 0.12 | 4.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0407 | 480 | 1.3 | 25.40616399 | 0.47 | 11.94089708 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 14.00 | 14.00 | 0.14 | 4.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0462 | 480 | 1.3 | 28.81717675 | 0.47 | 13.54407307 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 13.00 | 13.00 | 0.13 | 3.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0378 | 480 | 1.3 | 23.60509045 | 0.47 | 11.09439251 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 18.00 | 18.00 | 0.18 | 3.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0725 | 480 | 1.3 | 45.25472961 | 0.47 | 21.26972292 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 18.00 | 18.00 | 0.18 | 3.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0649 | 480 | 1.3 | 40.49107386 | 0.47 | 19.03080472 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 39.00 | 19.50 | 0.20 | 3.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0762 | 480 | 1.3 | 47.52077419 | 0.47 | 22.33476387 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 11.00 | 11.00 | 0.11 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0178 | 480 | 1.3 | 11.11887241 | 0.47 | 5.225870032 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 88.00 | 14.70 | 0.15 | 3.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0433 | 480 | 1.3 | 27.00529676 | 0.47 | 12.69248948 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 12.00 | 12.00 | 0.12 | 2.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0221 | 480 | 1.3 | 13.76167216 | 0.47 | 6.467985917 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 35.00 | 11.70 | 0.12 | 3.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0242 | 480 | 1.3 | 15.09483415 | 0.47 | 7.094572052 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0087 | 480 | 1.3 | 5.410571962 | 0.47 | 2.542968822 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.50 | 8.50 | 0.09 | 2.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0102 | 480 | 1.3 | 6.37359496 | 0.47 | 2.995589631 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 14.00 | 14.00 | 0.14 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0231 | 480 | 1.3 | 14.40858838 | 0.47 | 6.772036537 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 95.50 | 23.90 | 0.24 | 5.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1952 | 480 | 1.3 | 121.7752874 | 0.47 | 57.23438506 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 14.00 | 14.00 | 0.14 | 3.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0381 | 480 | 1.3 | 23.77417082 | 0.47 | 11.17386029 |

## LISTADO DE ESPECIES MUESTREADAS EN SP y CH

| Número de muestreo | Sitio muestreado | Unidad de muestreo | Nombre común | Nombre científico | Condición | Suma de diámetros (cm) | Diámetro normal (cm) | Diámetro normal (m) | Atura total (m) | No. Individuos | π | Factor de forma f | V = π(dap)²h(f) /4 (m3) | Densidad específica de la madera de cada especie | Factor de Expansión de Biomasa FEB | Biomasa (kg) | Factor de Carbono en Biomasa FC | Carbono almacenado en mdera CA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 14.00 | 14.00 | 0.14 | 3.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0346 | 480 | 1.3 | 21.61288256 | 0.47 | 10.15805481 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.50 | 7.50 | 0.08 | 2.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0086 | 480 | 1.3 | 5.375653189 | 0.47 | 2.526556999 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 43.00 | 14.30 | 0.14 | 5.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0602 | 480 | 1.3 | 37.58178874 | 0.47 | 17.66344071 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 24.00 | 24.00 | 0.24 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1086 | 480 | 1.3 | 67.74977065 | 0.47 | 31.84239221 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 11.00 | 11.00 | 0.11 | 4.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0342 | 480 | 1.3 | 21.34823502 | 0.47 | 10.03367046 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 32.50 | 10.80 | 0.11 | 3.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0261 | 480 | 1.3 | 16.29170266 | 0.47 | 7.657100251 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 48.00 | 16.00 | 0.16 | 5.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0875 | 480 | 1.3 | 54.57620413 | 0.47 | 25.65081594 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 16.00 | 16.00 | 0.16 | 3.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0452 | 480 | 1.3 | 28.2290711 | 0.47 | 13.26766342 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 32.50 | 16.30 | 0.16 | 3.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0548 | 480 | 1.3 | 34.18051648 | 0.47 | 16.06484275 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 12.50 | 2.50 | 0.03 | 1.65 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0006 | 480 | 1.3 | 0.379052468 | 0.47 | 0.17815466 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.45 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.053297074 | 0.47 | 0.025049625 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 1.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.082702357 | 0.47 | 0.038870108 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.50 | 2.50 | 0.03 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0008 | 480 | 1.3 | 0.482430414 | 0.47 | 0.226742295 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.00 | 3.00 | 0.03 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0012 | 480 | 1.3 | 0.727780739 | 0.47 | 0.342056948 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 1.30 | 0.01 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.093177989 | 0.47 | 0.043793655 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.00 | 1.80 | 0.02 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.19054623 | 0.47 | 0.089556728 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 19.50 | 3.30 | 0.03 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0014 | 480 | 1.3 | 0.880614695 | 0.47 | 0.413888906 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.50 | 2.20 | 0.02 | 1.75 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 480 | 1.3 | 0.311328427 | 0.47 | 0.146324361 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.30 | 2.30 | 0.02 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 480 | 1.3 | 0.330552131 | 0.47 | 0.155359501 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.30 | 2.70 | 0.03 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0007 | 480 | 1.3 | 0.455524581 | 0.47 | 0.214096553 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.50 | 1.80 | 0.02 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.19054623 | 0.47 | 0.089556728 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 0.80 | 0.01 | 1.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.023524226 | 0.47 | 0.011056386 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 0.80 | 0.01 | 1.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.023524226 | 0.47 | 0.011056386 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.50 | 1.30 | 0.01 | 1.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.080754257 | 0.47 | 0.037954501 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.50 | 2.50 | 0.03 | 1.65 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0006 | 480 | 1.3 | 0.379052468 | 0.47 | 0.17815466 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.00 | 2.30 | 0.02 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0006 | 480 | 1.3 | 0.349996374 | 0.47 | 0.164498296 |
| 1 | Sitio de proyecto | 9 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 5.00 | 0.05 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0046 | 480 | 1.3 | 2.848636733 | 0.47 | 1.338859264 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 25.00 | 12.50 | 0.13 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0295 | 480 | 1.3 | 18.3783015 | 0.47 | 8.637801705 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 28.00 | 9.30 | 0.09 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0163 | 480 | 1.3 | 10.1730515 | 0.47 | 4.781334205 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 11.50 | 11.50 | 0.12 | 4.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0327 | 480 | 1.3 | 20.41645514 | 0.47 | 9.595733914 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.00 | 9.00 | 0.09 | 2.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0124 | 480 | 1.3 | 7.740940592 | 0.47 | 3.638242078 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 13.00 | 13.00 | 0.13 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0269 | 480 | 1.3 | 16.77203795 | 0.47 | 7.882857836 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 23.00 | 11.50 | 0.12 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0210 | 480 | 1.3 | 13.12486402 | 0.47 | 6.168686088 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 39.00 | 19.50 | 0.20 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0717 | 480 | 1.3 | 44.72543453 | 0.47 | 21.02095423 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 49.50 | 12.40 | 0.12 | 3.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0317 | 480 | 1.3 | 19.78093347 | 0.47 | 9.297038731 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 36.00 | 18.00 | 0.18 | 4.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0763 | 480 | 1.3 | 47.63655749 | 0.47 | 22.38918202 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Muerto | 23.00 | 11.50 | 0.12 | 3.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0288 | 480 | 1.3 | 17.98592476 | 0.47 | 8.453384639 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 15.00 | 15.00 | 0.15 | 3.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0437 | 480 | 1.3 | 27.29177773 | 0.47 | 12.82713553 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 15.50 | 7.80 | 0.08 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0111 | 480 | 1.3 | 6.932442352 | 0.47 | 3.258247906 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 26.50 | 8.80 | 0.09 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0141 | 480 | 1.3 | 8.823937143 | 0.47 | 4.147250457 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 40.50 | 13.50 | 0.14 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0344 | 480 | 1.3 | 21.43645087 | 0.47 | 10.07513191 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 10.00 | 40.50 | 0.41 | 3.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.3382 | 480 | 1.3 | 211.0150632 | 0.47 | 99.17707973 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 18.00 | 10.00 | 0.10 | 3.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0177 | 480 | 1.3 | 11.0269809 | 0.47 | 5.182681023 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 14.00 | 18.00 | 0.18 | 3.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0573 | 480 | 1.3 | 35.72741812 | 0.47 | 16.79188651 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 11.00 | 14.00 | 0.14 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0266 | 480 | 1.3 | 16.56987663 | 0.47 | 7.787842017 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 62.00 | 2.20 | 0.02 | 5.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0014 | 480 | 1.3 | 0.889509793 | 0.47 | 0.418069603 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 14.00 | 62.00 | 0.62 | 4.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 1.0642 | 480 | 1.3 | 664.0741951 | 0.47 | 312.1148717 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 65.50 | 2.80 | 0.03 | 3.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0018 | 480 | 1.3 | 1.095052717 | 0.47 | 0.514674777 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 48.00 | 16.40 | 0.16 | 4.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0634 | 480 | 1.3 | 39.54422377 | 0.47 | 18.58578517 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 35.00 | 16.00 | 0.16 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0483 | 480 | 1.3 | 30.11100918 | 0.47 | 14.15217431 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 16.00 | 8.00 | 0.08 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0102 | 480 | 1.3 | 6.351540998 | 0.47 | 2.985224269 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 72.00 | 14.40 | 0.14 | 3.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0403 | 480 | 1.3 | 25.15210235 | 0.47 | 11.82148811 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 134.00 | 26.80 | 0.27 | 4.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1735 | 480 | 1.3 | 108.2402564 | 0.47 | 50.87292051 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 34.50 | 11.50 | 0.12 | 4.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0319 | 480 | 1.3 | 19.93034906 | 0.47 | 9.367264059 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 14.00 | 14.00 | 0.14 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0289 | 480 | 1.3 | 18.01073547 | 0.47 | 8.465045671 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 17.00 | 17.00 | 0.17 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0460 | 480 | 1.3 | 28.68117732 | 0.47 | 13.48015334 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 49.50 | 16.50 | 0.17 | 2.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0417 | 480 | 1.3 | 26.01816143 | 0.47 | 12.22853587 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 20.50 | 10.30 | 0.10 | 2.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0162 | 480 | 1.3 | 10.13872083 | 0.47 | 4.765198791 |

## LISTADO DE ESPECIES MUESTREADAS EN SP y CH

| Número de muestreo | Sitio muestreado | Unidad de muestreo | Nombre común | Nombre científico | Condición | Suma de diámetros (cm) | Diámetro normal (cm) | Diámetro normal (m) | Atura total (m) | No. Individuos | π | Factor de forma f | V = π(dap)²h(f) /4 (m3) | Densidad específica de la madera de cada especie | Factor de Expansión de Biomasa FEB | Biomasa (kg) | Factor de Carbono en Biomasa FC | Carbono almacenado en mdera CA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 49.00 | 16.30 | 0.16 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0423 | 480 | 1.3 | 26.367827 | 0.47 | 12.39287869 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 23.00 | 23.00 | 0.23 | 3.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1028 | 480 | 1.3 | 64.16600186 | 0.47 | 30.15802087 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 19.00 | 3.20 | 0.03 | 1.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0011 | 480 | 1.3 | 0.715136468 | 0.47 | 0.33611414 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 15.00 | 3.80 | 0.04 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0017 | 480 | 1.3 | 1.061530695 | 0.47 | 0.498919426 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.50 | 2.80 | 0.03 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0010 | 480 | 1.3 | 0.605160712 | 0.47 | 0.284425535 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.50 | 2.50 | 0.03 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0006 | 480 | 1.3 | 0.390538907 | 0.47 | 0.183553286 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.235242259 | 0.47 | 0.110563862 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.00 | 7.00 | 0.07 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0072 | 480 | 1.3 | 4.502683868 | 0.47 | 2.116261418 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 18.00 | 3.00 | 0.03 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0010 | 480 | 1.3 | 0.595456969 | 0.47 | 0.279864775 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.50 | 2.50 | 0.03 | 1.75 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0006 | 480 | 1.3 | 0.402025345 | 0.47 | 0.188951912 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 1.70 | 0.02 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.180585191 | 0.47 | 0.08487504 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.00 | 7.00 | 0.07 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0052 | 480 | 1.3 | 3.241932385 | 0.47 | 1.523708221 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 1.00 | 0.01 | 1.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.051459244 | 0.47 | 0.024185845 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.50 | 2.20 | 0.02 | 1.75 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 480 | 1.3 | 0.311328427 | 0.47 | 0.146324361 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 4.00 | 0.04 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0017 | 480 | 1.3 | 1.058590166 | 0.47 | 0.497537378 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 14.00 | 3.50 | 0.04 | 1.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0014 | 480 | 1.3 | 0.855509935 | 0.47 | 0.402089669 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 17.00 | 1.90 | 0.02 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.278651807 | 0.47 | 0.130966349 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.50 | 3.50 | 0.04 | 1.65 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0012 | 480 | 1.3 | 0.742942838 | 0.47 | 0.349183134 |
| 1 | Sitio de proyecto | 10 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 14.00 | 2.80 | 0.03 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0010 | 480 | 1.3 | 0.633977889 | 0.47 | 0.297969608 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.40 | 0.80 | 0.01 | 0.54 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.012703082 | 0.47 | 0.005970449 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.10 | 0.10 | 0.00 | 0.12 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 4.41079E-05 | 0.47 | 2.07307E-05 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 1.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.010108066 | 0.47 | 0.004750791 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.70 | 0.23 | 0.00 | 1.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.002201312 | 0.47 | 0.001034617 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 2.50 | 2.50 | 0.03 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0007 | 819 | 1.3 | 0.705554481 | 0.47 | 0.331610606 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.040432263 | 0.47 | 0.019003164 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.80 | 2.40 | 0.02 | 1.75 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0006 | 480 | 1.3 | 0.370506558 | 0.47 | 0.174138082 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.70 | 2.70 | 0.03 | 0.97 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.259916967 | 0.47 | 0.122160974 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.30 | 0.30 | 0.00 | 0.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.001984857 | 0.47 | 0.000932883 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.40 | 0.40 | 0.00 | 0.32 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.001881938 | 0.47 | 0.000884511 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 819 | 1.3 | 0.100345526 | 0.47 | 0.047162397 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.30 | 1.30 | 0.01 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.093177989 | 0.47 | 0.043793655 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.29 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.002664854 | 0.47 | 0.001252481 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.60 | 0.60 | 0.01 | 1.02 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.013497025 | 0.47 | 0.006343602 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.047783584 | 0.47 | 0.022458284 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 0.80 | 0.80 | 0.01 | 1.55 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 819 | 1.3 | 0.062214226 | 0.47 | 0.029240686 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.60 | 0.60 | 0.01 | 0.32 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.004234361 | 0.47 | 0.00199015 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.40 | 0.40 | 0.00 | 0.47 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.002764097 | 0.47 | 0.001299125 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.40 | 0.40 | 0.00 | 0.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.002940528 | 0.47 | 0.001382048 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.40 | 0.40 | 0.00 | 0.39 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.002293612 | 0.47 | 0.001077998 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 0.70 | 0.70 | 0.01 | 0.74 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 819 | 1.3 | 0.022740805 | 0.47 | 0.010688178 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 0.70 | 0.70 | 0.01 | 1.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 819 | 1.3 | 0.033803899 | 0.47 | 0.015887833 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.47 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.004318901 | 0.47 | 0.002029883 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.26 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.000382269 | 0.47 | 0.000179666 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.10 | 0.55 | 0.01 | 0.41 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.004558738 | 0.47 | 0.002142607 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 3.70 | 3.70 | 0.04 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0019 | 819 | 1.3 | 1.974737239 | 0.47 | 0.928126503 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.30 | 0.30 | 0.00 | 0.17 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.000562376 | 0.47 | 0.000264317 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.124053535 | 0.47 | 0.058305162 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 14.00 | 14.00 | 0.14 | 6.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0693 | 819 | 1.3 | 73.75396175 | 0.47 | 34.66436202 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 68.00 | 22.67 | 0.23 | 5.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1665 | 480 | 1.3 | 103.8659919 | 0.47 | 48.81701621 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 14.00 | 4.67 | 0.05 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0030 | 690 | 1.3 | 2.646577518 | 0.47 | 1.243891433 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Madroño | Arbutus Xalapensis | Vivo | 11.00 | 2.75 | 0.03 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0009 | 750 | 1.3 | 0.912095002 | 0.47 | 0.428684651 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 7.20 | 7.20 | 0.07 | 2.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0089 | 819 | 1.3 | 9.428465641 | 0.47 | 4.431378851 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 4.50 | 4.50 | 0.05 | 2.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0033 | 690 | 1.3 | 2.995892873 | 0.47 | 1.40806965 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 1.07 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.157318261 | 0.47 | 0.073939583 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.30 | 0.30 | 0.00 | 0.24 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.000793943 | 0.47 | 0.000373153 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.52 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.004778358 | 0.47 | 0.002245828 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.80 | 0.80 | 0.01 | 0.38 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.008939206 | 0.47 | 0.004201427 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.30 | 5.30 | 0.05 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0041 | 480 | 1.3 | 2.581232446 | 0.47 | 1.213179249 |

## LISTADO DE ESPECIES MUESTREADAS EN SP y CH

| Número de muestreo | Sitio muestreado | Unidad de muestreo | Nombre común | Nombre científico | Condición | Suma de diámetros (cm) | Diámetro normal (cm) | Diámetro normal (m) | Atura total (m) | No. Individuos | π | Factor de forma f | V = π(dap)²h(f) /4 (m3) | Densidad específica de la madera de cada especie | Factor de Expansión de Biomasa FEB | Biomasa (kg) | Factor de Carbono en Biomasa FC | Carbono almacenado en mdera CA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.40 | 0.40 | 0.00 | 0.42 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.002470044 | 0.47 | 0.001160921 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.40 | 0.40 | 0.00 | 0.34 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.001999559 | 0.47 | 0.000939793 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.38 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.003491877 | 0.47 | 0.001641182 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.44 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.004043226 | 0.47 | 0.001900316 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 1.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0007 | 480 | 1.3 | 0.430052255 | 0.47 | 0.20212456 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 104.00 | 20.80 | 0.21 | 4.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1045 | 480 | 1.3 | 65.19974456 | 0.47 | 30.64387994 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 6.00 | 6.00 | 0.06 | 3.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0081 | 819 | 1.3 | 8.579542489 | 0.47 | 4.03238497 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 52.00 | 17.33 | 0.17 | 3.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0637 | 480 | 1.3 | 39.7559418 | 0.47 | 18.68529265 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 45.00 | 22.50 | 0.23 | 3.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1074 | 480 | 1.3 | 66.98890897 | 0.47 | 31.48478721 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 1.00 | 0.01 | 0.92 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.033816075 | 0.47 | 0.015893555 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.70 | 1.57 | 0.02 | 1.37 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.123597345 | 0.47 | 0.058090752 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 4.00 | 0.04 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0016 | 480 | 1.3 | 0.999779602 | 0.47 | 0.469896413 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.57 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.057707867 | 0.47 | 0.027122697 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.20 | 1.20 | 0.01 | 1.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.058222459 | 0.47 | 0.027364556 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 0.88 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.032345811 | 0.47 | 0.015202531 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.2499449 | 0.47 | 0.117474103 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.85 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.007810778 | 0.47 | 0.003671066 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 2.07 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0011 | 480 | 1.3 | 0.684775514 | 0.47 | 0.321844492 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.20 | 3.10 | 0.03 | 2.15 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0012 | 480 | 1.3 | 0.759446553 | 0.47 | 0.35693988 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 2.70 | 2.70 | 0.03 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0009 | 819 | 1.3 | 0.914398607 | 0.47 | 0.429767345 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 1.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.009189151 | 0.47 | 0.004318901 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 480 | 1.3 | 0.294052824 | 0.47 | 0.138204827 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.00 | 7.00 | 0.07 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0072 | 480 | 1.3 | 4.502683868 | 0.47 | 2.116261418 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.50 | 3.50 | 0.04 | 4.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0029 | 480 | 1.3 | 1.801073547 | 0.47 | 0.846504567 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 12.80 | 2.56 | 0.03 | 1.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0007 | 480 | 1.3 | 0.457687339 | 0.47 | 0.21511305 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 4.70 | 2.35 | 0.02 | 1.97 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0006 | 819 | 1.3 | 0.682307245 | 0.47 | 0.320684405 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.30 | 1.30 | 0.01 | 1.75 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.108707653 | 0.47 | 0.051092597 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.70 | 0.70 | 0.01 | 1.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.02521503 | 0.47 | 0.011851064 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.60 | 0.60 | 0.01 | 0.82 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.010850549 | 0.47 | 0.005099758 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.42 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.000617511 | 0.47 | 0.00029023 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.70 | 0.70 | 0.01 | 0.45 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.008104831 | 0.47 | 0.003809271 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 9.00 | 9.00 | 0.09 | 4.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0196 | 819 | 1.3 | 20.82796828 | 0.47 | 9.789145092 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.30 | 0.30 | 0.00 | 0.49 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.001620966 | 0.47 | 0.000761854 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.80 | 0.40 | 0.00 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.00940969 | 0.47 | 0.004422554 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 2.50 | 2.50 | 0.03 | 2.07 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0008 | 690 | 1.3 | 0.683586668 | 0.47 | 0.321285734 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 3.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0128 | 480 | 1.3 | 7.998236813 | 0.47 | 3.759171302 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.80 | 2.40 | 0.02 | 1.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0006 | 480 | 1.3 | 0.402264263 | 0.47 | 0.189064204 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.20 | 1.20 | 0.01 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.079394262 | 0.47 | 0.037315303 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.30 | 1.30 | 0.01 | 1.68 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.104359347 | 0.47 | 0.049048893 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.90 | 0.90 | 0.01 | 0.43 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.012802325 | 0.47 | 0.006017093 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.90 | 0.90 | 0.01 | 0.53 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.01577961 | 0.47 | 0.007416417 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.20 | 1.20 | 0.01 | 1.58 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.083628623 | 0.47 | 0.039305453 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.22 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.000323458 | 0.47 | 0.000152025 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.90 | 0.90 | 0.01 | 0.62 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.018459166 | 0.47 | 0.008675808 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.42 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.000617511 | 0.47 | 0.00029023 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.000441079 | 0.47 | 0.000207307 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.37 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.000543998 | 0.47 | 0.000255679 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 4.00 | 0.04 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0024 | 480 | 1.3 | 1.47026412 | 0.47 | 0.691024136 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.35 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.049621414 | 0.47 | 0.023322065 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 4.00 | 0.04 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0014 | 480 | 1.3 | 0.882158472 | 0.47 | 0.414614482 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 2.50 | 0.03 | 1.95 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0007 | 480 | 1.3 | 0.447971099 | 0.47 | 0.210546417 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.000588106 | 0.47 | 0.00027641 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.47 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.000691024 | 0.47 | 0.000324781 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.57 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.005237816 | 0.47 | 0.002461773 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.22 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.000323458 | 0.47 | 0.000152025 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.22 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.000323458 | 0.47 | 0.000152025 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 2.70 | 2.70 | 0.03 | 1.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0008 | 819 | 1.3 | 0.868678677 | 0.47 | 0.408278978 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.70 | 4.70 | 0.05 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0030 | 480 | 1.3 | 1.867492729 | 0.47 | 0.877721582 |

## LISTADO DE ESPECIES MUESTREADAS EN SP y CH

| Número de muestreo | Sitio muestreado | Unidad de muestreo | Nombre común | Nombre científico | Condición | Suma de diámetros (cm) | Diámetro normal (cm) | Diámetro normal (m) | Atura total (m) | No. Individuos | π | Factor de forma f | V = π(dap)²h(f) /4 (m3) | Densidad específica de la madera de cada especie | Factor de Expansión de Biomasa FEB | Biomasa (kg) | Factor de Carbono en Biomasa FC | Carbono almacenado en mdera CA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.40 | 0.40 | 0.00 | 0.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.004704845 | 0.47 | 0.002211277 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.90 | 1.90 | 0.02 | 1.78 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.23619058 | 0.47 | 0.111009572 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.50 | 4.50 | 0.05 | 2.25 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0027 | 480 | 1.3 | 1.674722724 | 0.47 | 0.78711968 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 4.00 | 0.04 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0022 | 480 | 1.3 | 1.35264299 | 0.47 | 0.635742205 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 1.00 | 0.01 | 0.98 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.036021471 | 0.47 | 0.016930091 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.20 | 0.60 | 0.01 | 0.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.010585902 | 0.47 | 0.004975374 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.70 | 5.70 | 0.06 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0052 | 480 | 1.3 | 3.224399485 | 0.47 | 1.515467758 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 1.70 | 1.70 | 0.02 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 819 | 1.3 | 0.289998571 | 0.47 | 0.136299328 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.70 | 1.70 | 0.02 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.180585191 | 0.47 | 0.08487504 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 0.85 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.031243113 | 0.47 | 0.014684263 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 1.75 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.257296221 | 0.47 | 0.120929224 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.264647542 | 0.47 | 0.124384345 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.90 | 0.90 | 0.01 | 0.87 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.025902378 | 0.47 | 0.012174118 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.30 | 0.30 | 0.00 | 0.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.001654047 | 0.47 | 0.000777402 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 0.68 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.056237603 | 0.47 | 0.026431673 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.047783584 | 0.47 | 0.022458284 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.52 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.000764537 | 0.47 | 0.000359333 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 12.50 | 4.17 | 0.04 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0028 | 480 | 1.3 | 1.722965766 | 0.47 | 0.80979391 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Muerto | 5.00 | 5.00 | 0.05 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0034 | 819 | 1.3 | 3.606167347 | 0.47 | 1.694898653 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.17 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.043005226 | 0.47 | 0.020212456 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.10 | 0.10 | 0.00 | 0.13 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 4.77836E-05 | 0.47 | 2.24583E-05 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.40 | 0.40 | 0.00 | 0.78 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.004587224 | 0.47 | 0.002155995 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.30 | 0.30 | 0.00 | 0.27 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.000893185 | 0.47 | 0.000419797 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.30 | 0.30 | 0.00 | 0.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.001323238 | 0.47 | 0.000621922 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 0.70 | 0.23 | 0.00 | 0.52 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 690 | 1.3 | 0.001495892 | 0.47 | 0.000703069 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 5.00 | 5.00 | 0.05 | 2.85 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0042 | 819 | 1.3 | 4.468511713 | 0.47 | 2.100200505 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.30 | 0.30 | 0.00 | 0.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.001323238 | 0.47 | 0.000621922 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.23 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 819 | 1.3 | 0.000576987 | 0.47 | 0.000271184 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.27 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.000396971 | 0.47 | 0.000186577 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.31 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.000455782 | 0.47 | 0.000214217 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.10 | 0.55 | 0.01 | 0.51 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.005670625 | 0.47 | 0.002665194 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.40 | 0.40 | 0.00 | 0.41 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.002411233 | 0.47 | 0.00113328 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 13.00 | 13.00 | 0.13 | 3.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0368 | 819 | 1.3 | 39.21628595 | 0.47 | 18.4316544 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 36.00 | 18.00 | 0.18 | 4.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0897 | 480 | 1.3 | 55.97295505 | 0.47 | 26.30728887 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.00 | 9.00 | 0.09 | 4.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0196 | 480 | 1.3 | 12.20686786 | 0.47 | 5.737227892 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 30.00 | 7.50 | 0.08 | 4.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0133 | 480 | 1.3 | 8.270235675 | 0.47 | 3.887010767 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.60 | 0.60 | 0.01 | 0.94 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.012438434 | 0.47 | 0.005846064 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.40 | 0.70 | 0.01 | 1.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.018010735 | 0.47 | 0.008465046 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.30 | 0.30 | 0.00 | 0.46 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.001521723 | 0.47 | 0.00071521 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.80 | 0.80 | 0.01 | 0.94 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.022112772 | 0.47 | 0.010393003 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.22 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.002021613 | 0.47 | 0.000950158 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 102.00 | 25.50 | 0.26 | 0.08 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0031 | 480 | 1.3 | 1.912078488 | 0.47 | 0.898676889 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 6.00 | 6.00 | 0.06 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0066 | 819 | 1.3 | 6.999100452 | 0.47 | 3.289577212 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.50 | 2.50 | 0.03 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0007 | 480 | 1.3 | 0.459457538 | 0.47 | 0.215945043 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 57.00 | 14.25 | 0.14 | 5.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0598 | 480 | 1.3 | 37.31943848 | 0.47 | 17.54013609 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 26.00 | 8.67 | 0.09 | 3.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0133 | 480 | 1.3 | 8.282487876 | 0.47 | 3.892769302 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 52.00 | 26.00 | 0.26 | 4.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1752 | 480 | 1.3 | 109.32884 | 0.47 | 51.38455478 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 2.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0013 | 690 | 1.3 | 1.141292523 | 0.47 | 0.536407486 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 62.00 | 15.50 | 0.16 | 6.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0920 | 690 | 1.3 | 82.51254335 | 0.47 | 38.78089538 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Muerto | 28.00 | 14.00 | 0.14 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0369 | 480 | 1.3 | 23.0537414 | 0.47 | 10.83525846 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Muerto | 10.00 | 10.00 | 0.10 | 3.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0224 | 480 | 1.3 | 13.96750914 | 0.47 | 6.564729296 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.20 | 1.20 | 0.01 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.095273115 | 0.47 | 0.044778364 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 480 | 1.3 | 0.338160748 | 0.47 | 0.158935551 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 12.00 | 12.00 | 0.12 | 8.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0679 | 819 | 1.3 | 72.24877886 | 0.47 | 33.95692606 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.006432406 | 0.47 | 0.003023231 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.40 | 0.40 | 0.00 | 0.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.004704845 | 0.47 | 0.002211277 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 73.00 | 10.43 | 0.10 | 4.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0314 | 480 | 1.3 | 19.58759374 | 0.47 | 9.206169057 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.004594575 | 0.47 | 0.00215945 |

## LISTADO DE ESPECIES MUESTREADAS EN SP y CH

| Número de muestreo | Sitio muestreado | Unidad de muestreo | Nombre común | Nombre científico | Condición | Suma de diámetros (cm) | Diámetro normal (cm) | Diámetro normal (m) | Atura total (m) | No. Individuos | π | Factor de forma f | V = π(dap)²h(f) /4 (m3) | Densidad específica de la madera de cada especie | Factor de Expansión de Biomasa FEB | Biomasa (kg) | Factor de Carbono en Biomasa FC | Carbono almacenado en mdera CA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 79.00 | 13.17 | 0.13 | 5.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0511 | 480 | 1.3 | 31.86082768 | 0.47 | 14.97458901 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.76 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 819 | 1.3 | 0.110380079 | 0.47 | 0.051878637 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.00551349 | 0.47 | 0.002591341 |
| 2 | Sitio de proyecto | 1 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 68.00 | 17.00 | 0.17 | 4.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0681 | 480 | 1.3 | 42.49063307 | 0.47 | 19.97059754 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.70 | 0.70 | 0.01 | 1.03 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.018551058 | 0.47 | 0.008718997 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 24.00 | 24.00 | 0.24 | 6.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.2104 | 480 | 1.3 | 131.2651806 | 0.47 | 61.6946349 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 46.00 | 15.33 | 0.15 | 5.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0803 | 480 | 1.3 | 50.12293748 | 0.47 | 23.55778061 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 3.00 | 0.03 | 1.65 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0009 | 480 | 1.3 | 0.545835555 | 0.47 | 0.256542711 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 14.00 | 14.00 | 0.14 | 6.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0693 | 480 | 1.3 | 43.22576513 | 0.47 | 20.31610961 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.70 | 1.70 | 0.02 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.212453165 | 0.47 | 0.099852988 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.70 | 2.35 | 0.02 | 1.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0006 | 480 | 1.3 | 0.385677846 | 0.47 | 0.181268588 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.70 | 0.70 | 0.01 | 1.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.021612883 | 0.47 | 0.010158055 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.70 | 4.35 | 0.04 | 2.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0032 | 480 | 1.3 | 2.017027779 | 0.47 | 0.948003056 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 0.40 | 0.40 | 0.00 | 0.51 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 819 | 1.3 | 0.005117622 | 0.47 | 0.002405282 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 5.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0215 | 480 | 1.3 | 13.40880877 | 0.47 | 6.302140124 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 55.00 | 55.00 | 0.55 | 5.55 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.9889 | 480 | 1.3 | 617.0974186 | 0.47 | 290.0357867 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.70 | 1.70 | 0.02 | 2.15 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.228387153 | 0.47 | 0.107341962 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Muerto | 4.70 | 2.35 | 0.02 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 480 | 1.3 | 0.30448251 | 0.47 | 0.14310678 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.70 | 2.70 | 0.03 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0013 | 480 | 1.3 | 0.830662471 | 0.47 | 0.390411361 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.50 | 2.25 | 0.02 | 1.61 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 480 | 1.3 | 0.299589287 | 0.47 | 0.140806965 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.50 | 2.50 | 0.03 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0010 | 480 | 1.3 | 0.620267676 | 0.47 | 0.291525808 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 10.00 | 10.00 | 0.10 | 5.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0300 | 480 | 1.3 | 18.74586753 | 0.47 | 8.810557739 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.13 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 690 | 1.3 | 0.000274756 | 0.47 | 0.000129135 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 0.40 | 0.40 | 0.00 | 0.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 690 | 1.3 | 0.004227009 | 0.47 | 0.001986694 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 0.90 | 0.90 | 0.01 | 0.57 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 690 | 1.3 | 0.024395128 | 0.47 | 0.01146571 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 17.00 | 17.00 | 0.17 | 5.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0885 | 480 | 1.3 | 55.23782299 | 0.47 | 25.9617768 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 51.00 | 25.50 | 0.26 | 5.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.2030 | 480 | 1.3 | 126.6751998 | 0.47 | 59.53734392 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 6.00 | 0.06 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0038 | 480 | 1.3 | 2.381827874 | 0.47 | 1.119459101 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Madroño | Arbutus xalapensis | Vivo | 9.50 | 1.58 | 0.02 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 750 | 1.3 | 0.28795863 | 0.47 | 0.135340556 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 10.00 | 10.00 | 0.10 | 4.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0271 | 480 | 1.3 | 16.90803738 | 0.47 | 7.946777569 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 2.70 | 0.90 | 0.01 | 1.45 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 690 | 1.3 | 0.062057781 | 0.47 | 0.029167157 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 1.60 | 1.60 | 0.02 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 690 | 1.3 | 0.432845757 | 0.47 | 0.203437506 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 11.00 | 11.00 | 0.11 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0221 | 480 | 1.3 | 13.78740179 | 0.47 | 6.480078839 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 5.00 | 2.50 | 0.03 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0008 | 819 | 1.3 | 0.862344366 | 0.47 | 0.405301852 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 480 | 1.3 | 0.294052824 | 0.47 | 0.138204827 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 40.00 | 20.00 | 0.20 | 5.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1343 | 480 | 1.3 | 83.80505484 | 0.47 | 39.38837577 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.70 | 1.70 | 0.02 | 2.15 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.228387153 | 0.47 | 0.107341962 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 11.00 | 11.00 | 0.11 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0228 | 480 | 1.3 | 14.23215668 | 0.47 | 6.68911364 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 1.50 | 0.02 | 0.96 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.079394262 | 0.47 | 0.037315303 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 23.80 | 11.90 | 0.12 | 3.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0292 | 480 | 1.3 | 18.21785893 | 0.47 | 8.562393696 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tepozán | Buddleja cordata | Vivo | 9.50 | 4.75 | 0.05 | 2.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0035 | 590 | 1.3 | 2.650371233 | 0.47 | 1.24567448 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tepozán | Buddleja cordata | Muerto | 4.50 | 4.50 | 0.05 | 2.05 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0024 | 590 | 1.3 | 1.875534384 | 0.47 | 0.881501161 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.22 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 690 | 1.3 | 0.000464971 | 0.47 | 0.000218536 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 0.40 | 0.40 | 0.00 | 0.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 690 | 1.3 | 0.002536206 | 0.47 | 0.001192017 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 26.00 | 13.00 | 0.13 | 4.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0408 | 480 | 1.3 | 25.46865022 | 0.47 | 11.9702656 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 0.40 | 0.40 | 0.00 | 0.37 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 690 | 1.3 | 0.003127987 | 0.47 | 0.001470154 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.28 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 690 | 1.3 | 0.000591781 | 0.47 | 0.000278137 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 0.30 | 0.30 | 0.00 | 0.43 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 690 | 1.3 | 0.002044816 | 0.47 | 0.000961063 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 21.00 | 10.50 | 0.11 | 1.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0123 | 480 | 1.3 | 7.699589413 | 0.47 | 3.618807024 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.70 | 4.70 | 0.05 | 3.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0051 | 480 | 1.3 | 3.166618105 | 0.47 | 1.488310509 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 15.00 | 15.00 | 0.15 | 5.85 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0775 | 480 | 1.3 | 48.3808787 | 0.47 | 22.73901299 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.073513206 | 0.47 | 0.034551207 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 15.00 | 15.00 | 0.15 | 5.85 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0775 | 480 | 1.3 | 48.3808787 | 0.47 | 22.73901299 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 81.00 | 13.50 | 0.14 | 4.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0526 | 480 | 1.3 | 32.82456539 | 0.47 | 15.42754574 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 10.50 | 5.25 | 0.05 | 3.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0060 | 480 | 1.3 | 3.74848432 | 0.47 | 1.76178763 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 14.00 | 14.00 | 0.14 | 5.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0681 | 480 | 1.3 | 42.50533571 | 0.47 | 19.97750778 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.20 | 4.60 | 0.05 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0022 | 480 | 1.3 | 1.399985495 | 0.47 | 0.657993183 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 22.00 | 22.00 | 0.22 | 6.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1739 | 480 | 1.3 | 108.5201947 | 0.47 | 51.00449151 |

## LISTADO DE ESPECIES MUESTREADAS EN SP y CH

| Número de muestreo | Sitio muestreado | Unidad de muestreo | Nombre común | Nombre científico | Condición | Suma de diámetros (cm) | Diámetro normal (cm) | Diámetro normal (m) | Atura total (m) | No. Individuos | π | Factor de forma f | V = π(dap)²h(f) /4 (m3) | Densidad específica de la madera de cada especie | Factor de Expansión de Biomasa FEB | Biomasa (kg) | Factor de Carbono en Biomasa FC | Carbono almacenado en mdera CA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 3.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0017 | 480 | 1.3 | 1.091671109 | 0.47 | 0.513085421 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 15.00 | 15.00 | 0.15 | 3.92 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0520 | 480 | 1.3 | 32.41932385 | 0.47 | 15.23708221 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.00 | 7.00 | 0.07 | 4.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0121 | 480 | 1.3 | 7.564508897 | 0.47 | 3.555319182 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 46.00 | 11.50 | 0.12 | 3.22 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0251 | 480 | 1.3 | 15.6526156 | 0.47 | 7.356729334 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 11.00 | 11.00 | 0.11 | 3.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0264 | 480 | 1.3 | 16.45593116 | 0.47 | 7.734287647 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 23.00 | 7.67 | 0.08 | 3.62 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0125 | 480 | 1.3 | 7.820906624 | 0.47 | 3.675826113 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.264647542 | 0.47 | 0.124384345 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 1.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.011026981 | 0.47 | 0.005182681 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.00 | 9.00 | 0.09 | 3.72 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0177 | 480 | 1.3 | 11.07549962 | 0.47 | 5.20548482 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.50 | 5.50 | 0.06 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0048 | 480 | 1.3 | 3.00209555 | 0.47 | 1.410984909 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.00 | 3.50 | 0.04 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0011 | 480 | 1.3 | 0.67540258 | 0.47 | 0.317439213 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 5.00 | 0.05 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0031 | 480 | 1.3 | 1.929721658 | 0.47 | 0.906969179 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.50 | 4.50 | 0.05 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0026 | 480 | 1.3 | 1.637506664 | 0.47 | 0.769628132 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 18.00 | 18.00 | 0.18 | 4.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0859 | 480 | 1.3 | 53.59112717 | 0.47 | 25.18782977 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.013783726 | 0.47 | 0.006478351 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.40 | 0.40 | 0.00 | 1.59 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.00935088 | 0.47 | 0.004394914 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 0.30 | 0.30 | 0.00 | 0.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 690 | 1.3 | 0.003804308 | 0.47 | 0.001788025 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 15.00 | 7.50 | 0.08 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0106 | 480 | 1.3 | 6.61618854 | 0.47 | 3.109608614 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.50 | 2.50 | 0.03 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0007 | 480 | 1.3 | 0.459457538 | 0.47 | 0.215945043 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 2.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0013 | 819 | 1.3 | 1.354664604 | 0.47 | 0.636692364 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.10 | 0.10 | 0.00 | 0.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.00011027 | 0.47 | 5.18268E-05 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 23.00 | 23.00 | 0.23 | 4.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1278 | 480 | 1.3 | 79.72139625 | 0.47 | 37.46905624 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0009 | 480 | 1.3 | 0.562376026 | 0.47 | 0.264316732 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 0.10 | 0.10 | 0.00 | 0.15 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 819 | 1.3 | 9.40739E-05 | 0.47 | 4.42147E-05 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0012 | 480 | 1.3 | 0.727780739 | 0.47 | 0.342056948 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.50 | 6.50 | 0.07 | 4.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0100 | 480 | 1.3 | 6.211865907 | 0.47 | 2.919576976 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.00 | 7.00 | 0.07 | 3.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0113 | 480 | 1.3 | 7.024186833 | 0.47 | 3.301367812 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 1.92 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.017643169 | 0.47 | 0.00829229 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.50 | 3.50 | 0.04 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0013 | 480 | 1.3 | 0.810483096 | 0.47 | 0.380927055 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.50 | 6.50 | 0.07 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0077 | 480 | 1.3 | 4.814196078 | 0.47 | 2.262672157 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 4.00 | 0.04 | 2.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0027 | 480 | 1.3 | 1.705506379 | 0.47 | 0.801587998 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 1.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.279350183 | 0.47 | 0.131294586 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 1.43 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.11826437 | 0.47 | 0.055584254 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Muerto | 3.50 | 3.50 | 0.04 | 3.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0022 | 480 | 1.3 | 1.35080516 | 0.47 | 0.634878425 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 4.00 | 0.04 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0024 | 480 | 1.3 | 1.47026412 | 0.47 | 0.691024136 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Muerto | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 1.25 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.103377946 | 0.47 | 0.048587635 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.50 | 2.50 | 0.03 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0007 | 480 | 1.3 | 0.459457538 | 0.47 | 0.215945043 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 13.50 | 2.70 | 0.03 | 3.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0014 | 480 | 1.3 | 0.884253598 | 0.47 | 0.415599191 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Muerto | 4.00 | 4.00 | 0.04 | 2.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0027 | 480 | 1.3 | 1.705506379 | 0.47 | 0.801587998 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 7.00 | 7.00 | 0.07 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0078 | 690 | 1.3 | 6.990416704 | 0.47 | 3.285495851 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 1.65 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.24259358 | 0.47 | 0.114018983 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 0.79 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 819 | 1.3 | 0.049545604 | 0.47 | 0.023286434 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 4.50 | 4.50 | 0.05 | 0.67 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0008 | 819 | 1.3 | 0.850898704 | 0.47 | 0.399922391 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 5.20 | 5.20 | 0.05 | 0.92 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0015 | 819 | 1.3 | 1.560172241 | 0.47 | 0.733280953 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 2.35 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0012 | 819 | 1.3 | 1.326442424 | 0.47 | 0.623427939 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 0.70 | 0.70 | 0.01 | 1.21 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 819 | 1.3 | 0.037184289 | 0.47 | 0.017476616 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 819 | 1.3 | 0.526814012 | 0.47 | 0.247602586 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 0.40 | 0.40 | 0.00 | 0.27 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 690 | 1.3 | 0.002282585 | 0.47 | 0.001072815 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Madroño | Arbutus xalapensis | Vivo | 0.70 | 0.70 | 0.01 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 750 | 1.3 | 0.042212661 | 0.47 | 0.019839951 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 0.40 | 0.40 | 0.00 | 0.39 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 690 | 1.3 | 0.003297067 | 0.47 | 0.001549622 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 0.40 | 0.40 | 0.00 | 0.59 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 819 | 1.3 | 0.005920386 | 0.47 | 0.002782581 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 0.87 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 819 | 1.3 | 0.05456288 | 0.47 | 0.025644554 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 0.90 | 0.90 | 0.01 | 0.51 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 819 | 1.3 | 0.025907961 | 0.47 | 0.012176741 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 4.50 | 4.50 | 0.05 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0038 | 819 | 1.3 | 4.063993811 | 0.47 | 1.910077091 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 3.50 | 3.50 | 0.04 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0023 | 819 | 1.3 | 2.458465392 | 0.47 | 1.155478734 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.45 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 819 | 1.3 | 0.090938133 | 0.47 | 0.042740923 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 819 | 1.3 | 0.112888717 | 0.47 | 0.053057697 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 819 | 1.3 | 0.239888524 | 0.47 | 0.112747606 |

## LISTADO DE ESPECIES MUESTREADAS EN SP y CH

| Número de muestreo | Sitio muestreado | Unidad de muestreo | Nombre común | Nombre científico | Condición | Suma de diámetros (cm) | Diámetro normal (cm) | Diámetro normal (m) | Atura total (m) | No. Individuos | π | Factor de forma f | V = π(dap)²h(f) /4 (m3) | Densidad específica de la madera de cada especie | Factor de Expansión de Biomasa FEB | Biomasa (kg) | Factor de Carbono en Biomasa FC | Carbono almacenado en mdera CA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 43.00 | 8.60 | 0.09 | 6.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0261 | 690 | 1.3 | 23.44722084 | 0.47 | 11.02019379 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 819 | 1.3 | 0.451554868 | 0.47 | 0.212230788 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 819 | 1.3 | 0.100345526 | 0.47 | 0.047162397 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 7.50 | 7.50 | 0.08 | 4.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0142 | 819 | 1.3 | 15.16942134 | 0.47 | 7.129628031 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 1.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 819 | 1.3 | 0.268110703 | 0.47 | 0.12601203 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 3.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0143 | 480 | 1.3 | 8.93920585 | 0.47 | 4.201426749 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.00 | 7.00 | 0.07 | 3.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0104 | 480 | 1.3 | 6.483864769 | 0.47 | 3.047416442 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 2.80 | 0.70 | 0.01 | 0.63 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 690 | 1.3 | 0.016310972 | 0.47 | 0.007666157 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 1.70 | 0.85 | 0.01 | 0.53 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 690 | 1.3 | 0.020232844 | 0.47 | 0.009509437 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.00 | 7.00 | 0.07 | 3.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0113 | 480 | 1.3 | 7.024186833 | 0.47 | 3.301367812 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 4.00 | 0.04 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0021 | 480 | 1.3 | 1.293832426 | 0.47 | 0.60810124 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 5.00 | 0.05 | 2.15 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0032 | 480 | 1.3 | 1.975667411 | 0.47 | 0.928563683 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 6.00 | 0.06 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0068 | 480 | 1.3 | 4.234360666 | 0.47 | 1.990149513 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.00 | 7.00 | 0.07 | 3.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0104 | 480 | 1.3 | 6.483864769 | 0.47 | 3.047416442 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 11.00 | 5.50 | 0.06 | 3.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0064 | 480 | 1.3 | 4.002794067 | 0.47 | 1.881313211 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 2.50 | 2.50 | 0.03 | 2.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0010 | 690 | 1.3 | 0.858611273 | 0.47 | 0.403547298 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 2.60 | 0.87 | 0.01 | 0.85 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 690 | 1.3 | 0.033733883 | 0.47 | 0.015854925 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.50 | 7.50 | 0.08 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0106 | 480 | 1.3 | 6.61618854 | 0.47 | 3.109608614 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.50 | 4.50 | 0.05 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0037 | 480 | 1.3 | 2.307395753 | 0.47 | 1.084476004 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.264647542 | 0.47 | 0.124384345 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.00 | 2.25 | 0.02 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 480 | 1.3 | 0.297728484 | 0.47 | 0.139932388 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 15.00 | 7.50 | 0.08 | 3.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0129 | 480 | 1.3 | 8.063479783 | 0.47 | 3.789835498 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 3.10 | 1.03 | 0.01 | 1.07 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 690 | 1.3 | 0.060368151 | 0.47 | 0.028373031 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 3.00 | 1.00 | 0.01 | 0.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 690 | 1.3 | 0.047553855 | 0.47 | 0.022350312 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 2.50 | 2.50 | 0.03 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0006 | 690 | 1.3 | 0.528376168 | 0.47 | 0.248336799 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 1.80 | 1.80 | 0.02 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 690 | 1.3 | 0.273910206 | 0.47 | 0.128737797 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 2.05 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 480 | 1.3 | 0.301404145 | 0.47 | 0.141659948 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.50 | 3.50 | 0.04 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0019 | 480 | 1.3 | 1.215724644 | 0.47 | 0.571390583 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 0.75 | 0.01 | 0.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.01860803 | 0.47 | 0.008745774 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.50 | 4.75 | 0.05 | 3.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0048 | 480 | 1.3 | 2.985555079 | 0.47 | 1.403210887 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 5.00 | 0.05 | 3.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0052 | 480 | 1.3 | 3.216202763 | 0.47 | 1.511615298 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.235242259 | 0.47 | 0.110563862 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 819 | 1.3 | 0.106617122 | 0.47 | 0.050110047 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 10.00 | 3.33 | 0.03 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0020 | 480 | 1.3 | 1.26606077 | 0.47 | 0.595048562 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 3.40 | 3.40 | 0.03 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0021 | 690 | 1.3 | 1.893488836 | 0.47 | 0.889939753 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.50 | 4.50 | 0.05 | 0.03 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.022329636 | 0.47 | 0.010494929 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 1.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.107513064 | 0.47 | 0.05053114 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.00 | 9.00 | 0.09 | 4.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0215 | 480 | 1.3 | 13.39778179 | 0.47 | 6.296957443 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 3.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0020 | 480 | 1.3 | 1.22399488 | 0.47 | 0.575277594 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0117 | 480 | 1.3 | 7.292510035 | 0.47 | 3.427479717 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 4.00 | 0.04 | 3.15 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0030 | 480 | 1.3 | 1.852532791 | 0.47 | 0.870690412 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.08 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.039697131 | 0.47 | 0.018657652 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 4.50 | 2.25 | 0.02 | 1.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 690 | 1.3 | 0.374486609 | 0.47 | 0.176008706 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.80 | 2.27 | 0.02 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0007 | 480 | 1.3 | 0.415463968 | 0.47 | 0.195268065 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.50 | 5.50 | 0.06 | 2.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0052 | 480 | 1.3 | 3.224472998 | 0.47 | 1.515502309 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 5.00 | 0.05 | 2.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0043 | 480 | 1.3 | 2.664853718 | 0.47 | 1.252481247 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 0.94 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 819 | 1.3 | 0.058952997 | 0.47 | 0.027707908 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 15.00 | 15.00 | 0.15 | 5.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0742 | 819 | 1.3 | 79.02210187 | 0.47 | 37.14038788 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 6.00 | 0.06 | 3.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0083 | 480 | 1.3 | 5.160627061 | 0.47 | 2.425494719 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 2.80 | 2.80 | 0.03 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0011 | 819 | 1.3 | 1.13089408 | 0.47 | 0.531520218 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 819 | 1.3 | 0.010975292 | 0.47 | 0.005158387 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 6.00 | 0.06 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0066 | 480 | 1.3 | 4.102036895 | 0.47 | 1.927957341 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 3.50 | 1.75 | 0.02 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 819 | 1.3 | 0.307308174 | 0.47 | 0.144434842 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.67 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 819 | 1.3 | 0.104735643 | 0.47 | 0.049225752 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 5.00 | 0.05 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0047 | 480 | 1.3 | 2.94052824 | 0.47 | 1.382048273 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 17.00 | 4.25 | 0.04 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0019 | 480 | 1.3 | 1.195049055 | 0.47 | 0.561673056 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 2.80 | 2.80 | 0.03 | 2.95 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0014 | 819 | 1.3 | 1.450494581 | 0.47 | 0.681732453 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 6.00 | 0.06 | 3.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0083 | 480 | 1.3 | 5.160627061 | 0.47 | 2.425494719 |

## LISTADO DE ESPECIES MUESTREADAS EN SP y CH

| Número de muestreo | Sitio muestreado | Unidad de muestreo | Nombre común | Nombre científico | Condición | Suma de diámetros (cm) | Diámetro normal (cm) | Diámetro normal (m) | Atura total (m) | No. Individuos | π | Factor de forma f | V = π(dap)²h(f) /4 (m3) | Densidad específica de la madera de cada especie | Factor de Expansión de Biomasa FEB | Biomasa (kg) | Factor de Carbono en Biomasa FC | Carbono almacenado en mdera CA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.50 | 4.50 | 0.05 | 3.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0045 | 480 | 1.3 | 2.828420601 | 0.47 | 1.329357682 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 13.00 | 4.33 | 0.04 | 3.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0042 | 480 | 1.3 | 2.622787827 | 0.47 | 1.232710279 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 819 | 1.3 | 0.225777434 | 0.47 | 0.106115394 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0012 | 480 | 1.3 | 0.727780739 | 0.47 | 0.342056948 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 12.50 | 12.50 | 0.13 | 6.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0552 | 819 | 1.3 | 58.79620675 | 0.47 | 27.63421717 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 20.00 | 20.00 | 0.20 | 5.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1367 | 819 | 1.3 | 145.501013 | 0.47 | 68.3854761 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 2.00 | 0.02 | 1.35 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.198485656 | 0.47 | 0.093288258 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 12.50 | 6.25 | 0.06 | 4.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0092 | 480 | 1.3 | 5.743219219 | 0.47 | 2.699313033 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 4.00 | 4.00 | 0.04 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0030 | 819 | 1.3 | 3.211056838 | 0.47 | 1.509196714 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 3.50 | 3.50 | 0.04 | 3.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0022 | 819 | 1.3 | 2.304811305 | 0.47 | 1.083261313 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 2.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0007 | 819 | 1.3 | 0.702418683 | 0.47 | 0.330136781 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 6.00 | 0.06 | 3.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0064 | 480 | 1.3 | 3.969713124 | 0.47 | 1.865765168 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 4.00 | 0.04 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0025 | 480 | 1.3 | 1.58788525 | 0.47 | 0.746306067 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.50 | 3.25 | 0.03 | 1.65 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0010 | 480 | 1.3 | 0.640598672 | 0.47 | 0.301081376 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 1.18 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.097588781 | 0.47 | 0.045866727 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 4.00 | 0.04 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0021 | 480 | 1.3 | 1.293832426 | 0.47 | 0.60810124 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.50 | 2.50 | 0.03 | 1.55 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0006 | 480 | 1.3 | 0.356079592 | 0.47 | 0.167357408 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 4.95 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0026 | 480 | 1.3 | 1.637506664 | 0.47 | 0.769628132 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.50 | 3.50 | 0.04 | 2.15 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0016 | 480 | 1.3 | 0.968077032 | 0.47 | 0.454996205 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 819 | 1.3 | 0.068987549 | 0.47 | 0.032424148 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 8.50 | 8.50 | 0.09 | 4.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0183 | 819 | 1.3 | 19.48427897 | 0.47 | 9.157611115 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 480 | 1.3 | 0.323458106 | 0.47 | 0.15202531 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Madroño | Arbutus xalapensis | Vivo | 10.50 | 2.10 | 0.02 | 2.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0008 | 750 | 1.3 | 0.734500306 | 0.47 | 0.345215144 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 819 | 1.3 | 0.426468486 | 0.47 | 0.200440189 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 4.00 | 0.04 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0024 | 480 | 1.3 | 1.47026412 | 0.47 | 0.691024136 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 46.00 | 46.00 | 0.46 | 7.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.9099 | 690 | 1.3 | 816.1720994 | 0.47 | 383.6008867 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 33.00 | 33.00 | 0.33 | 6.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.4170 | 480 | 1.3 | 260.1816143 | 0.47 | 122.2853587 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 1.85 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.271998862 | 0.47 | 0.127839465 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Muerto | 3.50 | 3.50 | 0.04 | 1.85 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0013 | 480 | 1.3 | 0.832996515 | 0.47 | 0.391508362 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 10.00 | 5.00 | 0.05 | 3.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0052 | 480 | 1.3 | 3.216202763 | 0.47 | 1.511615298 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.00 | 7.00 | 0.07 | 3.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0104 | 480 | 1.3 | 6.483864769 | 0.47 | 3.047416442 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.80 | 3.80 | 0.04 | 3.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0031 | 480 | 1.3 | 1.963831785 | 0.47 | 0.923000939 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 819 | 1.3 | 0.012543191 | 0.47 | 0.0058953 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.00 | 9.00 | 0.09 | 3.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0186 | 480 | 1.3 | 11.61141089 | 0.47 | 5.457363117 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 101.00 | 25.25 | 0.25 | 6.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.2554 | 480 | 1.3 | 159.3554956 | 0.47 | 74.89708291 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 3.00 | 1.00 | 0.01 | 1.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 690 | 1.3 | 0.06340514 | 0.47 | 0.029800416 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 7.50 | 2.50 | 0.03 | 1.67 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0006 | 690 | 1.3 | 0.551492625 | 0.47 | 0.259201534 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 4.00 | 4.00 | 0.04 | 2.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0026 | 690 | 1.3 | 2.367125233 | 0.47 | 1.11254886 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 5.00 | 0.05 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0031 | 480 | 1.3 | 1.929721658 | 0.47 | 0.906969179 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 6.00 | 0.06 | 2.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0061 | 480 | 1.3 | 3.837389353 | 0.47 | 1.803572996 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 5.00 | 0.05 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0032 | 480 | 1.3 | 2.021613165 | 0.47 | 0.950158188 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.50 | 4.50 | 0.05 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0032 | 480 | 1.3 | 2.009667269 | 0.47 | 0.944543616 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.40 | 0.40 | 0.00 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.008821585 | 0.47 | 0.004146145 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 14.00 | 7.00 | 0.07 | 3.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0113 | 480 | 1.3 | 7.024186833 | 0.47 | 3.301367812 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.50 | 9.50 | 0.10 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0106 | 480 | 1.3 | 6.634566842 | 0.47 | 3.118246416 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 4.50 | 1.13 | 0.01 | 1.67 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 690 | 1.3 | 0.111677257 | 0.47 | 0.052488311 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.10 | 0.10 | 0.00 | 0.31 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.000113945 | 0.47 | 5.35544E-05 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 0.10 | 0.10 | 0.00 | 0.18 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 819 | 1.3 | 0.000112889 | 0.47 | 5.30577E-05 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 690 | 1.3 | 0.005283762 | 0.47 | 0.002483368 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 4.00 | 0.04 | 2.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0023 | 480 | 1.3 | 1.411453555 | 0.47 | 0.663383171 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 5.00 | 0.05 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0037 | 480 | 1.3 | 2.297287688 | 0.47 | 1.079725213 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.50 | 6.50 | 0.07 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0050 | 480 | 1.3 | 3.105932954 | 0.47 | 1.459788488 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 0.30 | 0.30 | 0.00 | 0.24 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 690 | 1.3 | 0.001141293 | 0.47 | 0.000536407 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 15.00 | 15.00 | 0.15 | 6.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0901 | 819 | 1.3 | 95.95540942 | 0.47 | 45.09904243 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 0.40 | 0.40 | 0.00 | 0.94 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 819 | 1.3 | 0.009432479 | 0.47 | 0.004433265 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 20.00 | 20.00 | 0.20 | 4.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0990 | 480 | 1.3 | 61.75109304 | 0.47 | 29.02301373 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.50 | 7.50 | 0.08 | 2.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0080 | 480 | 1.3 | 4.962141405 | 0.47 | 2.33220646 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 819 | 1.3 | 0.526814012 | 0.47 | 0.247602586 |

## LISTADO DE ESPECIES MUESTREADAS EN SP y CH

| Número de muestreo | Sitio muestreado | Unidad de muestreo | Nombre común | Nombre científico | Condición | Suma de diámetros (cm) | Diámetro normal (cm) | Diámetro normal (m) | Atura total (m) | No. Individuos | π | Factor de forma f | V = π(dap)²h(f) /4 (m3) | Densidad específica de la madera de cada especie | Factor de Expansión de Biomasa FEB | Biomasa (kg) | Factor de Carbono en Biomasa FC | Carbono almacenado en mdera CA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.20 | 1.40 | 0.01 | 1.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.13688159 | 0.47 | 0.064334347 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.148864242 | 0.47 | 0.069966194 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.50 | 1.25 | 0.01 | 1.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.07466185 | 0.47 | 0.035091069 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 1.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.010108066 | 0.47 | 0.004750791 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.20 | 1.07 | 0.01 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.066913354 | 0.47 | 0.031449276 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.220539618 | 0.47 | 0.10365362 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.20 | 1.20 | 0.01 | 1.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.068808361 | 0.47 | 0.03233993 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.066161885 | 0.47 | 0.031096086 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 5.00 | 2.50 | 0.03 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0009 | 819 | 1.3 | 0.979936779 | 0.47 | 0.460570286 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 819 | 1.3 | 0.087802335 | 0.47 | 0.041267098 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 819 | 1.3 | 0.526814012 | 0.47 | 0.247602586 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 10.00 | 10.00 | 0.10 | 4.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0236 | 819 | 1.3 | 25.08638155 | 0.47 | 11.79059933 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 1.20 | 1.20 | 0.01 | 0.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 819 | 1.3 | 0.081279876 | 0.47 | 0.038201542 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 2.50 | 2.50 | 0.03 | 2.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0011 | 819 | 1.3 | 1.136726664 | 0.47 | 0.534261532 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.43 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 690 | 1.3 | 0.005680044 | 0.47 | 0.002669621 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 8.00 | 2.67 | 0.03 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0011 | 819 | 1.3 | 1.204146314 | 0.47 | 0.565948768 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 17.00 | 5.67 | 0.06 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0047 | 480 | 1.3 | 2.950738408 | 0.47 | 1.386847052 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 2.70 | 2.70 | 0.03 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0009 | 690 | 1.3 | 0.770372453 | 0.47 | 0.362075053 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 2.90 | 2.90 | 0.03 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0011 | 690 | 1.3 | 1.022038022 | 0.47 | 0.48035787 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 3.00 | 0.03 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0012 | 480 | 1.3 | 0.760861682 | 0.47 | 0.357604991 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 5.00 | 0.05 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0046 | 480 | 1.3 | 2.848636733 | 0.47 | 1.338859264 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.40 | 0.40 | 0.00 | 0.88 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.00517533 | 0.47 | 0.002432405 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 12.00 | 12.00 | 0.12 | 4.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0356 | 480 | 1.3 | 22.23039349 | 0.47 | 10.44828494 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.27 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 690 | 1.3 | 0.000570646 | 0.47 | 0.000268204 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 5.00 | 0.05 | 3.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0057 | 480 | 1.3 | 3.583768793 | 0.47 | 1.684371332 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 6.00 | 0.06 | 4.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0085 | 480 | 1.3 | 5.292950832 | 0.47 | 2.487686891 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 21.00 | 10.50 | 0.11 | 5.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0383 | 480 | 1.3 | 23.90925134 | 0.47 | 11.23734813 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 0.60 | 0.60 | 0.01 | 0.98 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 819 | 1.3 | 0.022126189 | 0.47 | 0.010399309 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.27 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 690 | 1.3 | 0.000570646 | 0.47 | 0.000268204 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.18 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 690 | 1.3 | 0.000380431 | 0.47 | 0.000178802 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 690 | 1.3 | 0.443835981 | 0.47 | 0.208602911 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 1.30 | 1.30 | 0.01 | 1.73 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 819 | 1.3 | 0.183362634 | 0.47 | 0.086180438 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 4.00 | 0.04 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0020 | 480 | 1.3 | 1.235021861 | 0.47 | 0.580460275 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.50 | 4.25 | 0.04 | 5.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0055 | 480 | 1.3 | 3.452363937 | 0.47 | 1.62261105 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 4.00 | 0.04 | 2.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0026 | 480 | 1.3 | 1.646695814 | 0.47 | 0.773947033 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.50 | 5.50 | 0.06 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0041 | 480 | 1.3 | 2.557340654 | 0.47 | 1.201950107 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 19.00 | 6.33 | 0.06 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0064 | 480 | 1.3 | 3.980740105 | 0.47 | 1.870947849 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 12.00 | 12.00 | 0.12 | 2.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0221 | 480 | 1.3 | 13.76167216 | 0.47 | 6.467985917 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 2.50 | 2.50 | 0.03 | 2.25 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0008 | 819 | 1.3 | 0.881943101 | 0.47 | 0.414513258 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 4.50 | 2.25 | 0.02 | 2.35 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0007 | 819 | 1.3 | 0.746123864 | 0.47 | 0.350678216 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 2.20 | 2.20 | 0.02 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 819 | 1.3 | 0.485672347 | 0.47 | 0.228266003 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 819 | 1.3 | 0.551900394 | 0.47 | 0.259393185 |
| 2 | Sitio de proyecto | 2 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | Vivo | 3.40 | 1.13 | 0.01 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 690 | 1.3 | 0.115373872 | 0.47 | 0.05422572 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 5.00 | 0.05 | 2.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0038 | 480 | 1.3 | 2.389179195 | 0.47 | 1.122914222 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 119.00 | 14.88 | 0.15 | 5.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0743 | 480 | 1.3 | 46.35794459 | 0.47 | 21.78823396 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 30.00 | 7.50 | 0.08 | 3.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0129 | 480 | 1.3 | 8.063479783 | 0.47 | 3.789835498 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.50 | 5.50 | 0.06 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0055 | 480 | 1.3 | 3.446850446 | 0.47 | 1.62001971 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 46.20 | 7.70 | 0.08 | 3.95 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0138 | 480 | 1.3 | 8.608231018 | 0.47 | 4.045868578 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 81.00 | 27.00 | 0.27 | 6.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.2576 | 480 | 1.3 | 160.7733815 | 0.47 | 75.56348932 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.30 | 0.30 | 0.00 | 0.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.001984857 | 0.47 | 0.000932883 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.70 | 2.70 | 0.03 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0009 | 480 | 1.3 | 0.589502399 | 0.47 | 0.277066127 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.80 | 0.80 | 0.01 | 0.67 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.015761231 | 0.47 | 0.007407779 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.30 | 2.30 | 0.02 | 1.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.233330916 | 0.47 | 0.10966553 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 34.00 | 34.00 | 0.34 | 6.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.4698 | 480 | 1.3 | 293.1853682 | 0.47 | 137.797123 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 12.00 | 12.00 | 0.12 | 5.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0500 | 480 | 1.3 | 31.22840991 | 0.47 | 14.67735266 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 17.00 | 5.67 | 0.06 | 4.59 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0087 | 480 | 1.3 | 5.417555716 | 0.47 | 2.546251187 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 24.00 | 8.00 | 0.08 | 5.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0192 | 480 | 1.3 | 11.99735522 | 0.47 | 5.638756953 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 32.00 | 8.00 | 0.08 | 4.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0158 | 480 | 1.3 | 9.880174886 | 0.47 | 4.643682197 |

## LISTADO DE ESPECIES MUESTREADAS EN SP y CH

| Número de muestreo | Sitio muestreado | Unidad de muestreo | Nombre común | Nombre científico | Condición | Suma de diámetros (cm) | Diámetro normal (cm) | Diámetro normal (m) | Atura total (m) | No. Individuos | π | Factor de forma f | V = π(dap)²h(f) /4 (m3) | Densidad específica de la madera de cada especie | Factor de Expansión de Biomasa FEB | Biomasa (kg) | Factor de Carbono en Biomasa FC | Carbono almacenado en mdera CA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 41.00 | 13.67 | 0.14 | 4.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0495 | 480 | 1.3 | 30.89392482 | 0.47 | 14.52014467 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 94.00 | 15.67 | 0.16 | 6.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0983 | 480 | 1.3 | 61.34758722 | 0.47 | 28.83336599 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 44.00 | 7.33 | 0.07 | 4.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0143 | 480 | 1.3 | 8.895097926 | 0.47 | 4.180696025 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 67.00 | 16.75 | 0.17 | 3.85 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0636 | 480 | 1.3 | 39.70321905 | 0.47 | 18.66051295 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tepozán | Buddleja cordata | Vivo | 11.00 | 3.67 | 0.04 | 3.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0024 | 590 | 1.3 | 1.822259645 | 0.47 | 0.856462033 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 2.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0013 | 480 | 1.3 | 0.793942625 | 0.47 | 0.373153034 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.50 | 1.83 | 0.02 | 3.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0007 | 480 | 1.3 | 0.432400594 | 0.47 | 0.203228279 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 83.00 | 20.75 | 0.21 | 6.45 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1636 | 480 | 1.3 | 102.077796 | 0.47 | 47.97656411 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 23.50 | 7.83 | 0.08 | 4.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0152 | 480 | 1.3 | 9.472789203 | 0.47 | 4.452210925 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 43.00 | 14.33 | 0.14 | 6.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0775 | 480 | 1.3 | 48.32921525 | 0.47 | 22.71473117 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 21.00 | 21.00 | 0.21 | 4.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1117 | 480 | 1.3 | 69.70154627 | 0.47 | 32.75972675 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 76.00 | 38.00 | 0.38 | 5.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.4763 | 480 | 1.3 | 297.2285945 | 0.47 | 139.6974394 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 6.00 | 0.06 | 2.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0061 | 480 | 1.3 | 3.837389353 | 0.47 | 1.803572996 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 120.00 | 24.00 | 0.24 | 5.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1730 | 480 | 1.3 | 107.976197 | 0.47 | 50.74881258 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 32.00 | 8.00 | 0.08 | 5.05 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0190 | 480 | 1.3 | 11.87973409 | 0.47 | 5.583475022 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Muerto | 9.00 | 9.00 | 0.09 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0119 | 480 | 1.3 | 7.443212108 | 0.47 | 3.498309691 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.00 | 9.00 | 0.09 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0153 | 480 | 1.3 | 9.527311498 | 0.47 | 4.477836404 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.20 | 2.20 | 0.02 | 2.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0008 | 480 | 1.3 | 0.498125484 | 0.47 | 0.234118977 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 6.00 | 0.06 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0057 | 480 | 1.3 | 3.572741812 | 0.47 | 1.679188651 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 18.00 | 6.00 | 0.06 | 3.05 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0065 | 480 | 1.3 | 4.035875009 | 0.47 | 1.896861254 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.50 | 2.50 | 0.03 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0008 | 480 | 1.3 | 0.528376168 | 0.47 | 0.248336799 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 40.00 | 6.67 | 0.07 | 3.15 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0082 | 480 | 1.3 | 5.14592442 | 0.47 | 2.418584477 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.00 | 3.00 | 0.03 | 2.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0013 | 480 | 1.3 | 0.793942625 | 0.47 | 0.373153034 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 55.00 | 13.75 | 0.14 | 4.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0512 | 480 | 1.3 | 31.96675817 | 0.47 | 15.02437634 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 6.00 | 0.06 | 3.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0070 | 480 | 1.3 | 4.366684436 | 0.47 | 2.052341685 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 11.00 | 3.67 | 0.04 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0018 | 480 | 1.3 | 1.136595846 | 0.47 | 0.534200048 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 22.00 | 11.00 | 0.11 | 5.15 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0367 | 480 | 1.3 | 22.90487716 | 0.47 | 10.76529226 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 14.00 | 14.00 | 0.14 | 3.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0450 | 480 | 1.3 | 28.09674733 | 0.47 | 13.20547125 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 2.00 | 0.02 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.2499449 | 0.47 | 0.117474103 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 10.20 | 5.10 | 0.05 | 3.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0054 | 480 | 1.3 | 3.346137354 | 0.47 | 1.572684556 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.00 | 9.00 | 0.09 | 3.35 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0160 | 480 | 1.3 | 9.973904224 | 0.47 | 4.687734985 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 4.00 | 0.04 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0030 | 480 | 1.3 | 1.881938074 | 0.47 | 0.884510895 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 40.00 | 13.33 | 0.13 | 3.95 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0414 | 480 | 1.3 | 25.81130344 | 0.47 | 12.13131262 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 11.00 | 5.50 | 0.06 | 4.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0073 | 480 | 1.3 | 4.558737687 | 0.47 | 2.142606713 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.00 | 4.50 | 0.05 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0032 | 480 | 1.3 | 2.009667269 | 0.47 | 0.944543616 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 31.50 | 10.50 | 0.11 | 3.85 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0250 | 480 | 1.3 | 15.6017996 | 0.47 | 7.332845812 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 2.05 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 480 | 1.3 | 0.301404145 | 0.47 | 0.141659948 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 28.00 | 14.00 | 0.14 | 6.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0750 | 480 | 1.3 | 46.82791222 | 0.47 | 22.00911874 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 134.00 | 14.89 | 0.15 | 5.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0705 | 480 | 1.3 | 44.00010423 | 0.47 | 20.68004899 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 33.00 | 8.25 | 0.08 | 5.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0216 | 480 | 1.3 | 13.50942998 | 0.47 | 6.349432088 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.264647542 | 0.47 | 0.124384345 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 3.20 | 1.60 | 0.02 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 819 | 1.3 | 0.337160968 | 0.47 | 0.158465655 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 37.00 | 9.25 | 0.09 | 6.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0307 | 480 | 1.3 | 19.18441975 | 0.47 | 9.016677282 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 25.00 | 25.00 | 0.25 | 6.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.2393 | 480 | 1.3 | 149.3236997 | 0.47 | 70.18213885 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 4.00 | 0.04 | 2.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0023 | 480 | 1.3 | 1.411453555 | 0.47 | 0.663383171 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 2.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0013 | 480 | 1.3 | 0.793942625 | 0.47 | 0.373153034 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 13.50 | 4.50 | 0.05 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0037 | 480 | 1.3 | 2.307395753 | 0.47 | 1.084476004 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 19.00 | 9.50 | 0.10 | 5.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0276 | 480 | 1.3 | 17.24987379 | 0.47 | 8.10744068 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 6.00 | 0.06 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0068 | 480 | 1.3 | 4.234360666 | 0.47 | 1.990149513 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 13.00 | 13.00 | 0.13 | 3.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0378 | 480 | 1.3 | 23.60509045 | 0.47 | 11.09439251 |
| 2 | Sitio de proyecto | 3 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 27.00 | 27.00 | 0.27 | 5.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.2233 | 480 | 1.3 | 139.3369307 | 0.47 | 65.48835741 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.90 | 0.90 | 0.01 | 0.66 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.01965008 | 0.47 | 0.009235538 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 0.75 | 0.01 | 0.43 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.008890503 | 0.47 | 0.004178537 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.30 | 0.30 | 0.00 | 0.57 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.001885614 | 0.47 | 0.000886238 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.40 | 0.40 | 0.00 | 0.37 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.002175991 | 0.47 | 0.001022716 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.40 | 0.40 | 0.00 | 0.62 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.003646255 | 0.47 | 0.00171374 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.90 | 0.90 | 0.01 | 0.74 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.022031908 | 0.47 | 0.010354997 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 1.00 | 0.01 | 0.67 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.024626924 | 0.47 | 0.011574654 |

## LISTADO DE ESPECIES MUESTREADAS EN SP y CH

| Número de muestreo | Sitio muestreado | Unidad de muestreo | Nombre común | Nombre científico | Condición | Suma de diámetros (cm) | Diámetro normal (cm) | Diámetro normal (m) | Atura total (m) | No. Individuos | π | Factor de forma f | V = π(dap)²h(f) /4 (m3) | Densidad específica de la madera de cada especie | Factor de Expansión de Biomasa FEB | Biomasa (kg) | Factor de Carbono en Biomasa FC | Carbono almacenado en mdera CA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.70 | 0.70 | 0.01 | 0.57 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.010266119 | 0.47 | 0.004825076 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.40 | 0.40 | 0.00 | 0.63 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.003705066 | 0.47 | 0.001741381 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.40 | 1.13 | 0.01 | 1.67 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.07884373 | 0.47 | 0.037056553 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.000294053 | 0.47 | 0.000138205 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.42 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.000617511 | 0.47 | 0.00029023 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.50 | 4.50 | 0.05 | 2.95 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0035 | 480 | 1.3 | 2.195747572 | 0.47 | 1.032001359 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.00 | 7.00 | 0.07 | 3.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0098 | 480 | 1.3 | 6.12365006 | 0.47 | 2.878115528 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.50 | 5.50 | 0.06 | 2.78 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0050 | 480 | 1.3 | 3.091046529 | 0.47 | 1.452791869 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.50 | 4.50 | 0.05 | 3.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0036 | 480 | 1.3 | 2.232963632 | 0.47 | 1.049492907 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.50 | 3.50 | 0.04 | 2.37 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0017 | 480 | 1.3 | 1.067136077 | 0.47 | 0.501553956 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.70 | 4.70 | 0.05 | 3.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0048 | 480 | 1.3 | 3.004227433 | 0.47 | 1.411986894 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 5.00 | 0.05 | 2.07 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0030 | 480 | 1.3 | 1.902154205 | 0.47 | 0.894012476 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 2.95 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0111 | 480 | 1.3 | 6.939646646 | 0.47 | 3.261633924 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.40 | 0.40 | 0.00 | 0.68 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.003999118 | 0.47 | 0.001879586 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.40 | 0.40 | 0.00 | 0.27 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.001587885 | 0.47 | 0.000746306 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.40 | 0.40 | 0.00 | 0.75 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.004410792 | 0.47 | 0.002073072 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 47.00 | 15.67 | 0.16 | 4.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0607 | 480 | 1.3 | 37.89115681 | 0.47 | 17.8088437 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.60 | 0.60 | 0.01 | 0.69 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.00913034 | 0.47 | 0.00429126 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.50 | 5.50 | 0.06 | 3.47 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0062 | 480 | 1.3 | 3.858248725 | 0.47 | 1.813376901 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.70 | 2.70 | 0.03 | 1.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0008 | 480 | 1.3 | 0.509115708 | 0.47 | 0.239284383 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 3.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0128 | 480 | 1.3 | 7.998236813 | 0.47 | 3.759171302 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 1.12 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0006 | 480 | 1.3 | 0.370506558 | 0.47 | 0.174138082 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 18.00 | 9.00 | 0.09 | 3.97 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0189 | 480 | 1.3 | 11.81982083 | 0.47 | 5.555315789 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.50 | 4.50 | 0.05 | 3.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0036 | 480 | 1.3 | 2.232963632 | 0.47 | 1.049492907 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.70 | 3.70 | 0.04 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0026 | 480 | 1.3 | 1.610233264 | 0.47 | 0.756809634 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.70 | 3.70 | 0.04 | 2.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0023 | 480 | 1.3 | 1.459273896 | 0.47 | 0.685858731 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 1.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.279350183 | 0.47 | 0.131294586 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.20 | 1.60 | 0.02 | 1.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.178784117 | 0.47 | 0.084028535 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.50 | 7.50 | 0.08 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0060 | 480 | 1.3 | 3.721606054 | 0.47 | 1.749154845 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 1.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.001764317 | 0.47 | 0.000829229 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 1.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.279350183 | 0.47 | 0.131294586 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0006 | 480 | 1.3 | 0.36756603 | 0.47 | 0.172756034 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 4.00 | 0.04 | 3.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0033 | 480 | 1.3 | 2.058369768 | 0.47 | 0.967433791 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.50 | 2.50 | 0.03 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0008 | 480 | 1.3 | 0.482430414 | 0.47 | 0.226742295 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 480 | 1.3 | 0.338160748 | 0.47 | 0.158935551 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.00 | 9.00 | 0.09 | 3.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0177 | 480 | 1.3 | 11.01595392 | 0.47 | 5.177498342 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.50 | 3.50 | 0.04 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0018 | 480 | 1.3 | 1.125670967 | 0.47 | 0.529065354 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 10.00 | 10.00 | 0.10 | 2.35 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0138 | 480 | 1.3 | 8.637801705 | 0.47 | 4.059766801 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 10.50 | 3.50 | 0.04 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0016 | 480 | 1.3 | 0.990590451 | 0.47 | 0.465577512 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 6.00 | 0.06 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0047 | 480 | 1.3 | 2.911122958 | 0.47 | 1.36822779 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.70 | 2.70 | 0.03 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0009 | 480 | 1.3 | 0.562706835 | 0.47 | 0.264472213 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.70 | 2.70 | 0.03 | 1.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0008 | 480 | 1.3 | 0.509115708 | 0.47 | 0.239284383 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.70 | 4.70 | 0.05 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0030 | 480 | 1.3 | 1.867492729 | 0.47 | 0.877721582 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.40 | 0.40 | 0.00 | 0.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.004704845 | 0.47 | 0.002211277 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.90 | 1.90 | 0.02 | 1.78 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.23619058 | 0.47 | 0.111009572 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.50 | 2.50 | 0.03 | 2.25 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0008 | 480 | 1.3 | 0.51688973 | 0.47 | 0.242938173 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 4.00 | 0.04 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0022 | 480 | 1.3 | 1.35264299 | 0.47 | 0.635742205 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 1.00 | 0.01 | 0.98 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.036021471 | 0.47 | 0.016930091 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.20 | 0.60 | 0.01 | 0.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.010585902 | 0.47 | 0.004975374 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.70 | 5.70 | 0.06 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0052 | 480 | 1.3 | 3.224399485 | 0.47 | 1.515467758 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.70 | 1.70 | 0.02 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.169962532 | 0.47 | 0.07988239 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.70 | 1.70 | 0.02 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.180585191 | 0.47 | 0.08487504 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 0.85 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.031243113 | 0.47 | 0.014684263 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 1.75 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.257296221 | 0.47 | 0.120929224 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.264647542 | 0.47 | 0.124384345 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.90 | 0.90 | 0.01 | 0.87 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.025902378 | 0.47 | 0.012174118 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.30 | 0.30 | 0.00 | 0.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.001654047 | 0.47 | 0.000777402 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 0.68 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.056237603 | 0.47 | 0.026431673 |

## LISTADO DE ESPECIES MUESTREADAS EN SP y CH

| Número de muestreo | Sitio muestreado | Unidad de muestreo | Nombre común | Nombre científico | Condición | Suma de diámetros (cm) | Diámetro normal (cm) | Diámetro normal (m) | Atura total (m) | No. Individuos | π | Factor de forma f | V = π(dap)²h(f) /4 (m3) | Densidad específica de la madera de cada especie | Factor de Expansión de Biomasa FEB | Biomasa (kg) | Factor de Carbono en Biomasa FC | Carbono almacenado en mdera CA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.047783584 | 0.47 | 0.022458284 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.20 | 1.20 | 0.01 | 0.52 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.027523344 | 0.47 | 0.012935972 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 10.00 | 10.00 | 0.10 | 2.35 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0138 | 480 | 1.3 | 8.637801705 | 0.47 | 4.059766801 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 10.50 | 3.50 | 0.04 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0016 | 480 | 1.3 | 0.990590451 | 0.47 | 0.465577512 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 6.00 | 0.06 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0047 | 480 | 1.3 | 2.911122958 | 0.47 | 1.36822779 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.70 | 2.70 | 0.03 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0009 | 480 | 1.3 | 0.562706835 | 0.47 | 0.264472213 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 3.00 | 0.03 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0012 | 480 | 1.3 | 0.727780739 | 0.47 | 0.342056948 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.00 | 9.00 | 0.09 | 2.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0124 | 480 | 1.3 | 7.740940592 | 0.47 | 3.638242078 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.50 | 7.50 | 0.08 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0103 | 480 | 1.3 | 6.409432648 | 0.47 | 3.012433345 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 16.00 | 5.33 | 0.05 | 2.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0040 | 480 | 1.3 | 2.509250765 | 0.47 | 1.179347859 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 16.00 | 8.00 | 0.08 | 3.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0147 | 480 | 1.3 | 9.174448109 | 0.47 | 4.311990611 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.50 | 5.50 | 0.06 | 3.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0053 | 480 | 1.3 | 3.335661722 | 0.47 | 1.567761009 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.92 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.008454019 | 0.47 | 0.003973389 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.50 | 3.50 | 0.04 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0013 | 480 | 1.3 | 0.810483096 | 0.47 | 0.380927055 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 1.46 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.214658562 | 0.47 | 0.100889524 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.50 | 7.50 | 0.08 | 3.15 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0104 | 480 | 1.3 | 6.512810594 | 0.47 | 3.061020979 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0013 | 480 | 1.3 | 0.827023568 | 0.47 | 0.388701077 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.50 | 3.50 | 0.04 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0018 | 480 | 1.3 | 1.125670967 | 0.47 | 0.529065354 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.50 | 2.50 | 0.03 | 2.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0010 | 480 | 1.3 | 0.643240553 | 0.47 | 0.30232306 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 1.34 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.110821158 | 0.47 | 0.052085944 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.50 | 4.50 | 0.05 | 3.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0044 | 480 | 1.3 | 2.75398848 | 0.47 | 1.294374585 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 6.00 | 0.06 | 3.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0072 | 480 | 1.3 | 4.499008207 | 0.47 | 2.114533857 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.10 | 0.10 | 0.00 | 0.17 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 6.24862E-05 | 0.47 | 2.93685E-05 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.30 | 0.30 | 0.00 | 0.34 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.001124752 | 0.47 | 0.000528633 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.040432263 | 0.47 | 0.019003164 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0121 | 480 | 1.3 | 7.527752294 | 0.47 | 3.538043578 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.30 | 0.30 | 0.00 | 0.35 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.001157833 | 0.47 | 0.000544182 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.000588106 | 0.47 | 0.00027641 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 20.00 | 20.00 | 0.20 | 6.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1414 | 480 | 1.3 | 88.2158472 | 0.47 | 41.46144818 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 1.66 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.244063844 | 0.47 | 0.114710007 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.30 | 0.30 | 0.00 | 0.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.001654047 | 0.47 | 0.000777402 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 1.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.010108066 | 0.47 | 0.004750791 |
| 2 | Sitio de proyecto | 4 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.062486225 | 0.47 | 0.029368526 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 54.00 | 7.71 | 0.08 | 4.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0165 | 480 | 1.3 | 10.28074685 | 0.47 | 4.831951017 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 29.00 | 14.50 | 0.15 | 4.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0570 | 480 | 1.3 | 35.54914859 | 0.47 | 16.70809984 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 126.00 | 15.75 | 0.16 | 5.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0862 | 480 | 1.3 | 53.79581551 | 0.47 | 25.28403329 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.00 | 4.50 | 0.05 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0026 | 480 | 1.3 | 1.637506664 | 0.47 | 0.769628132 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0102 | 480 | 1.3 | 6.351540998 | 0.47 | 2.985224269 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 34.00 | 6.80 | 0.07 | 3.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0106 | 480 | 1.3 | 6.628538759 | 0.47 | 3.115413217 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 31.00 | 15.50 | 0.16 | 4.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0665 | 480 | 1.3 | 41.50463719 | 0.47 | 19.50717948 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 480 | 1.3 | 0.294052824 | 0.47 | 0.138204827 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.50 | 2.50 | 0.03 | 2.35 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0009 | 480 | 1.3 | 0.539862607 | 0.47 | 0.253735425 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 33.00 | 6.60 | 0.07 | 3.75 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0096 | 480 | 1.3 | 6.0041911 | 0.47 | 2.821969817 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 28.00 | 9.33 | 0.09 | 4.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0210 | 480 | 1.3 | 13.12782496 | 0.47 | 6.170077733 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.50 | 6.50 | 0.07 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0062 | 480 | 1.3 | 3.882416192 | 0.47 | 1.82473561 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 74.00 | 9.25 | 0.09 | 3.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0192 | 480 | 1.3 | 11.95095001 | 0.47 | 5.616946504 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.70 | 1.85 | 0.02 | 1.65 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.207569132 | 0.47 | 0.097557492 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 47.00 | 47.00 | 0.47 | 6.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.7807 | 480 | 1.3 | 487.1720162 | 0.47 | 228.9708476 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 45.50 | 6.50 | 0.07 | 4.65 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0116 | 480 | 1.3 | 7.221294117 | 0.47 | 3.394008235 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.50 | 5.50 | 0.06 | 2.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0046 | 480 | 1.3 | 2.890906826 | 0.47 | 1.358726208 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 11.50 | 3.83 | 0.04 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0027 | 480 | 1.3 | 1.674365368 | 0.47 | 0.786951723 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 5.00 | 0.05 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0037 | 480 | 1.3 | 2.297287688 | 0.47 | 1.079725213 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 31.00 | 5.17 | 0.05 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0049 | 480 | 1.3 | 3.041711 | 0.47 | 1.42960417 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 12.00 | 12.00 | 0.12 | 5.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0433 | 480 | 1.3 | 26.99404924 | 0.47 | 12.68720314 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 14.00 | 14.00 | 0.14 | 6.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0693 | 480 | 1.3 | 43.22576513 | 0.47 | 20.31610961 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 65.00 | 16.25 | 0.16 | 6.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0964 | 480 | 1.3 | 60.17745097 | 0.47 | 28.28340196 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.00 | 9.00 | 0.09 | 4.15 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0198 | 480 | 1.3 | 12.3557321 | 0.47 | 5.807194086 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.50 | 3.50 | 0.04 | 1.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0009 | 480 | 1.3 | 0.585348903 | 0.47 | 0.275113984 |

## LISTADO DE ESPECIES MUESTREADAS EN SP y CH

| Número de muestreo | Sitio muestreado | Unidad de muestreo | Nombre común | Nombre científico | Condición | Suma de diámetros (cm) | Diámetro normal (cm) | Diámetro normal (m) | Atura total (m) | No. Individuos | π | Factor de forma f | V = π(dap)²h(f) /4 (m3) | Densidad específica de la madera de cada especie | Factor de Expansión de Biomasa FEB | Biomasa (kg) | Factor de Carbono en Biomasa FC | Carbono almacenado en mdera CA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.062486225 | 0.47 | 0.029368526 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 29.00 | 9.67 | 0.10 | 4.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0231 | 480 | 1.3 | 14.42574146 | 0.47 | 6.780098485 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.50 | 2.50 | 0.03 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0008 | 480 | 1.3 | 0.505403291 | 0.47 | 0.237539547 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 12.00 | 12.00 | 0.12 | 4.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0365 | 480 | 1.3 | 22.75968858 | 0.47 | 10.69705363 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 11.00 | 3.67 | 0.04 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0021 | 480 | 1.3 | 1.334264689 | 0.47 | 0.627104404 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Muerto | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.047783584 | 0.47 | 0.022458284 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 34.00 | 34.00 | 0.34 | 4.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.2928 | 480 | 1.3 | 182.7097222 | 0.47 | 85.87356943 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0102 | 480 | 1.3 | 6.351540998 | 0.47 | 2.985224269 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 20.00 | 5.00 | 0.05 | 2.65 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0039 | 480 | 1.3 | 2.435124949 | 0.47 | 1.144508726 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.50 | 6.50 | 0.07 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0067 | 480 | 1.3 | 4.193009487 | 0.47 | 1.970714459 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.50 | 2.50 | 0.03 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0008 | 480 | 1.3 | 0.505403291 | 0.47 | 0.237539547 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 2.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0013 | 480 | 1.3 | 0.793942625 | 0.47 | 0.373153034 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 20.50 | 5.13 | 0.05 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0031 | 480 | 1.3 | 1.930870301 | 0.47 | 0.907509042 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 35.00 | 11.67 | 0.12 | 4.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0345 | 480 | 1.3 | 21.51282292 | 0.47 | 10.11102677 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0012 | 480 | 1.3 | 0.727780739 | 0.47 | 0.342056948 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 68.00 | 17.00 | 0.17 | 5.45 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0928 | 480 | 1.3 | 57.89348756 | 0.47 | 27.20993915 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 42.00 | 8.40 | 0.08 | 3.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0162 | 480 | 1.3 | 10.11482904 | 0.47 | 4.753969649 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 14.00 | 14.00 | 0.14 | 3.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0450 | 480 | 1.3 | 28.09674733 | 0.47 | 13.20547125 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 37.00 | 9.25 | 0.09 | 4.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0207 | 480 | 1.3 | 12.89444606 | 0.47 | 6.060389649 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 14.50 | 7.25 | 0.07 | 3.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0121 | 480 | 1.3 | 7.534873886 | 0.47 | 3.541390727 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 30.00 | 7.50 | 0.08 | 3.75 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0124 | 480 | 1.3 | 7.753345945 | 0.47 | 3.644072594 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.50 | 2.50 | 0.03 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0008 | 480 | 1.3 | 0.482430414 | 0.47 | 0.226742295 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 17.00 | 17.00 | 0.17 | 3.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0664 | 480 | 1.3 | 41.42836724 | 0.47 | 19.4713326 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 12.50 | 6.25 | 0.06 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0074 | 480 | 1.3 | 4.594575375 | 0.47 | 2.159450426 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 36.00 | 9.00 | 0.09 | 3.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0143 | 480 | 1.3 | 8.931854529 | 0.47 | 4.197971629 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 4.00 | 0.04 | 0.75 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0007 | 480 | 1.3 | 0.441079236 | 0.47 | 0.207307241 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 4.00 | 0.04 | 1.66 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0016 | 480 | 1.3 | 0.976255376 | 0.47 | 0.458840027 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 23.00 | 23.00 | 0.23 | 3.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0935 | 480 | 1.3 | 58.33272896 | 0.47 | 27.41638261 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.051459244 | 0.47 | 0.024185845 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Muerto | 24.00 | 24.00 | 0.24 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1086 | 480 | 1.3 | 67.74977065 | 0.47 | 31.84239221 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0008 | 480 | 1.3 | 0.496214141 | 0.47 | 0.233220646 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 4.00 | 0.04 | 1.66 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0016 | 480 | 1.3 | 0.976255376 | 0.47 | 0.458840027 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.00367566 | 0.47 | 0.00172756 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.50 | 2.50 | 0.03 | 1.55 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0006 | 480 | 1.3 | 0.356079592 | 0.47 | 0.167357408 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 33.50 | 8.38 | 0.08 | 3.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0140 | 480 | 1.3 | 8.765645765 | 0.47 | 4.119853509 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 4.00 | 0.04 | 1.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0013 | 480 | 1.3 | 0.823347907 | 0.47 | 0.386973516 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.80 | 1.90 | 0.02 | 0.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.053076535 | 0.47 | 0.024945971 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.67 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 819 | 1.3 | 0.104735643 | 0.47 | 0.049225752 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 4.00 | 0.04 | 1.63 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0015 | 480 | 1.3 | 0.958612206 | 0.47 | 0.450547737 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.50 | 9.50 | 0.10 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0122 | 480 | 1.3 | 7.629751868 | 0.47 | 3.585983378 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0010 | 480 | 1.3 | 0.595456969 | 0.47 | 0.279864775 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 11.00 | 5.50 | 0.06 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0055 | 480 | 1.3 | 3.446850446 | 0.47 | 1.62001971 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 154.00 | 19.25 | 0.19 | 4.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0917 | 480 | 1.3 | 57.20659854 | 0.47 | 26.88710131 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 6.00 | 0.06 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0045 | 480 | 1.3 | 2.778799187 | 0.47 | 1.306035618 |
| 2 | Sitio de proyecto | 5 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 0.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.014702641 | 0.47 | 0.006910241 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 5.00 | 0.05 | 1.95 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0029 | 480 | 1.3 | 1.791884396 | 0.47 | 0.842185666 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 2.00 | 0.02 | 1.57 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.230831467 | 0.47 | 0.108490789 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 14.50 | 3.63 | 0.04 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0021 | 480 | 1.3 | 1.304112788 | 0.47 | 0.61293301 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 28.00 | 9.33 | 0.09 | 2.95 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0151 | 480 | 1.3 | 9.445630158 | 0.47 | 4.439446174 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 22.60 | 5.65 | 0.06 | 2.97 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0056 | 480 | 1.3 | 3.484887098 | 0.47 | 1.637896936 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 41.50 | 5.93 | 0.06 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0052 | 480 | 1.3 | 3.229798955 | 0.47 | 1.518005509 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 29.00 | 4.83 | 0.05 | 3.97 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0055 | 480 | 1.3 | 3.408940094 | 0.47 | 1.602201844 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.70 | 1.23 | 0.01 | 1.12 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.062620182 | 0.47 | 0.029431486 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.70 | 0.85 | 0.01 | 0.84 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.022307582 | 0.47 | 0.010484564 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.30 | 1.30 | 0.01 | 1.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.086966123 | 0.47 | 0.040874078 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 30.90 | 5.15 | 0.05 | 2.95 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0046 | 480 | 1.3 | 2.875887159 | 0.47 | 1.351666965 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.70 | 0.70 | 0.01 | 0.63 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.011346763 | 0.47 | 0.005332979 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 1.77 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0009 | 480 | 1.3 | 0.585532686 | 0.47 | 0.275200362 |

## LISTADO DE ESPECIES MUESTREADAS EN SP y CH

| Número de muestreo | Sitio muestreado | Unidad de muestreo | Nombre común | Nombre científico | Condición | Suma de diámetros (cm) | Diámetro normal (cm) | Diámetro normal (m) | Atura total (m) | No. Individuos | π | Factor de forma f | V = π(dap)²h(f) /4 (m3) | Densidad específica de la madera de cada especie | Factor de Expansión de Biomasa FEB | Biomasa (kg) | Factor de Carbono en Biomasa FC | Carbono almacenado en mdera CA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 6.00 | 0.06 | 2.25 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0048 | 480 | 1.3 | 2.977284843 | 0.47 | 1.399323876 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.70 | 0.70 | 0.01 | 1.52 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.027376318 | 0.47 | 0.012866869 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 8.00 | 0.08 | 2.67 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0101 | 480 | 1.3 | 6.280968321 | 0.47 | 2.952055111 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.11 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 819 | 1.3 | 0.069614709 | 0.47 | 0.032718913 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.53 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 819 | 1.3 | 0.008309864 | 0.47 | 0.003905636 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 25.50 | 8.50 | 0.09 | 3.15 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0134 | 480 | 1.3 | 8.365343385 | 0.47 | 3.931711391 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 23.00 | 3.83 | 0.04 | 3.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0029 | 480 | 1.3 | 1.836400727 | 0.47 | 0.863108341 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.20 | 2.07 | 0.02 | 1.67 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.262175864 | 0.47 | 0.123222656 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 24.50 | 8.17 | 0.08 | 3.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0122 | 480 | 1.3 | 7.599529772 | 0.47 | 3.571778993 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 11.50 | 5.75 | 0.06 | 3.05 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0059 | 480 | 1.3 | 3.706558819 | 0.47 | 1.742082645 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.70 | 2.90 | 0.03 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0016 | 480 | 1.3 | 0.9891937 | 0.47 | 0.464921039 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 11.00 | 11.00 | 0.11 | 2.79 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0199 | 480 | 1.3 | 12.40866161 | 0.47 | 5.832070955 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 12.00 | 6.00 | 0.06 | 2.17 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0046 | 480 | 1.3 | 2.871425826 | 0.47 | 1.349570138 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 2.50 | 0.03 | 2.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0009 | 480 | 1.3 | 0.551349045 | 0.47 | 0.259134051 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 13.00 | 13.00 | 0.13 | 4.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0428 | 480 | 1.3 | 26.7110234 | 0.47 | 12.554181 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.91 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.008362127 | 0.47 | 0.0039302 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.20 | 0.60 | 0.01 | 1.74 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.023024336 | 0.47 | 0.010821438 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.30 | 0.30 | 0.00 | 0.45 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.001488642 | 0.47 | 0.000699662 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.30 | 0.30 | 0.00 | 0.65 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.002150261 | 0.47 | 0.001010623 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.30 | 0.30 | 0.00 | 0.83 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.002745718 | 0.47 | 0.001290488 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.36 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.003308094 | 0.47 | 0.001554804 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.000441079 | 0.47 | 0.000207307 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.000588106 | 0.47 | 0.00027641 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.52 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.000764537 | 0.47 | 0.000359333 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 49.50 | 12.38 | 0.12 | 4.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0388 | 480 | 1.3 | 24.20439537 | 0.47 | 11.37606582 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 56.00 | 18.67 | 0.19 | 4.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0862 | 480 | 1.3 | 53.79206327 | 0.47 | 25.28226974 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.55 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.005054033 | 0.47 | 0.002375395 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.124053535 | 0.47 | 0.058305162 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.50 | 2.17 | 0.02 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 480 | 1.3 | 0.310593295 | 0.47 | 0.145978849 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.09 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.040064697 | 0.47 | 0.018830408 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.148864242 | 0.47 | 0.069966194 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.00 | 7.00 | 0.07 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0092 | 480 | 1.3 | 5.76343535 | 0.47 | 2.708814615 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 1.00 | 0.01 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.055134905 | 0.47 | 0.025913405 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Encino Gris | Quercus Grisea | Vivo | 103.00 | 11.44 | 0.11 | 5.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0386 | 721 | 1.3 | 36.15670366 | 0.47 | 16.99365072 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Encino Gris | Quercus Grisea | Vivo | 55.00 | 13.75 | 0.14 | 5.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0557 | 721 | 1.3 | 52.1921029 | 0.47 | 24.53028836 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 25.00 | 8.33 | 0.08 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0110 | 480 | 1.3 | 6.891863063 | 0.47 | 3.239175639 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 6.00 | 0.06 | 3.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0064 | 480 | 1.3 | 3.969713124 | 0.47 | 1.865765168 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 18.00 | 9.00 | 0.09 | 3.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0167 | 480 | 1.3 | 10.42049695 | 0.47 | 4.897633567 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 0.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.05789165 | 0.47 | 0.027209075 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 0.75 | 0.01 | 0.58 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.011991842 | 0.47 | 0.005636166 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 4.00 | 0.04 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0021 | 480 | 1.3 | 1.293832426 | 0.47 | 0.60810124 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 11.50 | 3.83 | 0.04 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0019 | 480 | 1.3 | 1.188259294 | 0.47 | 0.558481868 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 2.50 | 0.03 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0007 | 480 | 1.3 | 0.459457538 | 0.47 | 0.215945043 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 17.00 | 5.67 | 0.06 | 2.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0045 | 480 | 1.3 | 2.832708871 | 0.47 | 1.331373169 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.34 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.049253848 | 0.47 | 0.023149309 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 1.12 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.010291849 | 0.47 | 0.004837169 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.91 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.008362127 | 0.47 | 0.0039302 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.30 | 5.30 | 0.05 | 0.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0008 | 480 | 1.3 | 0.516246489 | 0.47 | 0.24263585 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 2.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0014 | 480 | 1.3 | 0.86010451 | 0.47 | 0.40424912 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.55 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.005054033 | 0.47 | 0.002375395 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.00 | 2.33 | 0.02 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0007 | 480 | 1.3 | 0.420250494 | 0.47 | 0.197517732 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.51 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.004686467 | 0.47 | 0.002202639 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.62 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.005697273 | 0.47 | 0.002677719 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 1.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.011945896 | 0.47 | 0.005614571 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 0.94 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.138204827 | 0.47 | 0.064956269 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 0.86 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.031610679 | 0.47 | 0.014857019 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 0.98 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.036021471 | 0.47 | 0.016930091 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.40 | 0.40 | 0.00 | 1.41 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.00829229 | 0.47 | 0.003897376 |

## LISTADO DE ESPECIES MUESTREADAS EN SP y CH

| Número de muestreo | Sitio muestreado | Unidad de muestreo | Nombre común | Nombre científico | Condición | Suma de diámetros (cm) | Diámetro normal (cm) | Diámetro normal (m) | Atura total (m) | No. Individuos | π | Factor de forma f | V = π(dap)²h(f) /4 (m3) | Densidad específica de la madera de cada especie | Factor de Expansión de Biomasa FEB | Biomasa (kg) | Factor de Carbono en Biomasa FC | Carbono almacenado en mdera CA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.84 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.007718887 | 0.47 | 0.003627877 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.50 | 1.25 | 0.01 | 1.49 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.085573966 | 0.47 | 0.040219764 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 10.00 | 10.00 | 0.10 | 2.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0165 | 480 | 1.3 | 10.29184884 | 0.47 | 4.837168955 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 14.00 | 7.00 | 0.07 | 2.84 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0082 | 480 | 1.3 | 5.115048873 | 0.47 | 2.404072971 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.70 | 3.70 | 0.04 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0017 | 480 | 1.3 | 1.05671558 | 0.47 | 0.496656322 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.70 | 0.85 | 0.01 | 1.27 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.03372694 | 0.47 | 0.015851662 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 2.00 | 0.02 | 1.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.205836977 | 0.47 | 0.096743379 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 17.00 | 4.25 | 0.04 | 2.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0026 | 480 | 1.3 | 1.59339874 | 0.47 | 0.748897408 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.051459244 | 0.47 | 0.024185845 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.50 | 1.25 | 0.01 | 1.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.068918631 | 0.47 | 0.032391756 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.040432263 | 0.47 | 0.019003164 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.45 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.004135118 | 0.47 | 0.001943505 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.30 | 0.30 | 0.00 | 0.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.001323238 | 0.47 | 0.000621922 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 64.00 | 12.80 | 0.13 | 3.05 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0294 | 480 | 1.3 | 18.3677156 | 0.47 | 8.632826331 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.000735132 | 0.47 | 0.000345512 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.80 | 0.27 | 0.00 | 0.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.002091042 | 0.47 | 0.00098279 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 2.00 | 0.02 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.2499449 | 0.47 | 0.117474103 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Muerto | 40.00 | 10.00 | 0.10 | 2.35 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0138 | 480 | 1.3 | 8.637801705 | 0.47 | 4.059766801 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 1.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 819 | 1.3 | 0.301036579 | 0.47 | 0.141487192 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 819 | 1.3 | 0.094073931 | 0.47 | 0.044214747 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 15.50 | 3.88 | 0.04 | 2.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0021 | 480 | 1.3 | 1.324616081 | 0.47 | 0.622569558 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.148864242 | 0.47 | 0.069966194 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.006432406 | 0.47 | 0.003023231 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.52 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.004778358 | 0.47 | 0.002245828 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 2.67 | 0.03 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0010 | 480 | 1.3 | 0.601174662 | 0.47 | 0.282552091 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Encino Gris | Quercus Grisea | Vivo | 61.00 | 8.71 | 0.09 | 6.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0286 | 721 | 1.3 | 26.83323035 | 0.47 | 12.61161827 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 56.00 | 9.33 | 0.09 | 3.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0180 | 480 | 1.3 | 11.20667985 | 0.47 | 5.267139529 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 1.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.115783299 | 0.47 | 0.054418151 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.83 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.001220319 | 0.47 | 0.00057355 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.45 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.000661619 | 0.47 | 0.000310961 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 1.16 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.010659415 | 0.47 | 0.005009925 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 1.02 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.009372934 | 0.47 | 0.004405279 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.008270236 | 0.47 | 0.003887011 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 0.14 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.005145924 | 0.47 | 0.002418584 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.047783584 | 0.47 | 0.022458284 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 0.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.025729622 | 0.47 | 0.012092922 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 0.89 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.032713377 | 0.47 | 0.015375287 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.30 | 0.65 | 0.01 | 0.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.010870765 | 0.47 | 0.00510926 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.55 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.056972735 | 0.47 | 0.026777185 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 3.00 | 0.03 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0012 | 480 | 1.3 | 0.760861682 | 0.47 | 0.357604991 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 6.00 | 0.06 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0053 | 480 | 1.3 | 3.30809427 | 0.47 | 1.554804307 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.50 | 2.50 | 0.03 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0007 | 480 | 1.3 | 0.459457538 | 0.47 | 0.215945043 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 5.00 | 0.05 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0034 | 480 | 1.3 | 2.113504673 | 0.47 | 0.993347196 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.00 | 4.50 | 0.05 | 2.32 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0028 | 480 | 1.3 | 1.726825209 | 0.47 | 0.811607848 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.35 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.003216203 | 0.47 | 0.001511615 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.044107924 | 0.47 | 0.020730724 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.077188866 | 0.47 | 0.036278767 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 27.00 | 13.50 | 0.14 | 7.15 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0768 | 480 | 1.3 | 47.89706991 | 0.47 | 22.51162286 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 73.00 | 12.17 | 0.12 | 5.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0436 | 480 | 1.3 | 27.2049913 | 0.47 | 12.78634591 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 20.00 | 6.67 | 0.07 | 3.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0089 | 480 | 1.3 | 5.55433112 | 0.47 | 2.610535626 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 41.00 | 10.25 | 0.10 | 4.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0266 | 480 | 1.3 | 16.60548459 | 0.47 | 7.804577758 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 8.00 | 4.00 | 0.04 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0020 | 480 | 1.3 | 1.235021861 | 0.47 | 0.580460275 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.00 | 7.00 | 0.07 | 2.45 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0071 | 480 | 1.3 | 4.41263019 | 0.47 | 2.073936189 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 1.50 | 0.02 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.140594006 | 0.47 | 0.066079183 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 21.50 | 7.17 | 0.07 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0097 | 480 | 1.3 | 6.041151906 | 0.47 | 2.839341396 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 29.00 | 7.25 | 0.07 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0099 | 480 | 1.3 | 6.182460625 | 0.47 | 2.905756494 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.35 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.003216203 | 0.47 | 0.001511615 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 1.33 | 0.01 | 1.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.091483101 | 0.47 | 0.042997057 |

## LISTADO DE ESPECIES MUESTREADAS EN SP y CH

| Número de muestreo | Sitio muestreado | Unidad de muestreo | Nombre común | Nombre científico | Condición | Suma de diámetros (cm) | Diámetro normal (cm) | Diámetro normal (m) | Atura total (m) | No. Individuos | π | Factor de forma f | V = π(dap)²h(f) /4 (m3) | Densidad específica de la madera de cada especie | Factor de Expansión de Biomasa FEB | Biomasa (kg) | Factor de Carbono en Biomasa FC | Carbono almacenado en mdera CA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 1.32 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.109167111 | 0.47 | 0.051308542 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 0.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.025729622 | 0.47 | 0.012092922 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.00551349 | 0.47 | 0.002591341 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.43 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.003951335 | 0.47 | 0.001857127 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.25 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.002297288 | 0.47 | 0.001079725 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 4.00 | 0.04 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0015 | 480 | 1.3 | 0.940969037 | 0.47 | 0.442255447 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.70 | 2.23 | 0.02 | 2.17 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0006 | 480 | 1.3 | 0.397834276 | 0.47 | 0.18698211 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 3.00 | 0.03 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0012 | 480 | 1.3 | 0.760861682 | 0.47 | 0.357604991 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 4.00 | 0.04 | 2.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0023 | 480 | 1.3 | 1.411453555 | 0.47 | 0.663383171 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 0.67 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.221642316 | 0.47 | 0.104171889 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.70 | 2.23 | 0.02 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 480 | 1.3 | 0.330000782 | 0.47 | 0.155100367 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.00 | 7.00 | 0.07 | 2.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0084 | 480 | 1.3 | 5.223113286 | 0.47 | 2.454863245 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.60 | 1.52 | 0.02 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.127383683 | 0.47 | 0.059870331 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.20 | 2.10 | 0.02 | 1.57 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.254491692 | 0.47 | 0.119611095 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.40 | 1.47 | 0.01 | 1.48 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.117019955 | 0.47 | 0.054999379 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 0.50 | 0.01 | 1.39 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.01277292 | 0.47 | 0.006003272 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.000294053 | 0.47 | 0.000138205 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.30 | 1.77 | 0.02 | 1.79 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.205351381 | 0.47 | 0.096515149 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 2.00 | 0.02 | 2.15 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0005 | 480 | 1.3 | 0.316106786 | 0.47 | 0.148570189 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.60 | 3.60 | 0.04 | 2.32 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0018 | 480 | 1.3 | 1.105168134 | 0.47 | 0.519429023 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 12.00 | 6.00 | 0.06 | 2.27 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0048 | 480 | 1.3 | 3.003749597 | 0.47 | 1.411762311 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.80 | 2.27 | 0.02 | 2.19 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0007 | 480 | 1.3 | 0.413575495 | 0.47 | 0.194380483 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 5.00 | 0.05 | 2.47 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0036 | 480 | 1.3 | 2.269720235 | 0.47 | 1.066768511 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.50 | 2.50 | 0.03 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0007 | 480 | 1.3 | 0.459457538 | 0.47 | 0.215945043 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.69 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.062118659 | 0.47 | 0.02919577 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 1.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.176431694 | 0.47 | 0.082922896 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 1.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.090972592 | 0.47 | 0.042757118 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.70 | 0.85 | 0.01 | 0.72 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.019120785 | 0.47 | 0.008986769 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.00551349 | 0.47 | 0.002591341 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.00551349 | 0.47 | 0.002591341 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.00 | 3.50 | 0.04 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0016 | 480 | 1.3 | 0.990590451 | 0.47 | 0.465577512 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.50 | 5.50 | 0.06 | 2.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0043 | 480 | 1.3 | 2.668529378 | 0.47 | 1.254208808 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0011 | 480 | 1.3 | 0.661618854 | 0.47 | 0.310960861 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.20 | 6.20 | 0.06 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0061 | 480 | 1.3 | 3.814894312 | 0.47 | 1.793000327 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 6.00 | 0.06 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0057 | 480 | 1.3 | 3.572741812 | 0.47 | 1.679188651 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 2.50 | 0.03 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0008 | 480 | 1.3 | 0.482430414 | 0.47 | 0.226742295 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.50 | 6.50 | 0.07 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0057 | 480 | 1.3 | 3.571822897 | 0.47 | 1.678756761 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 5.00 | 0.05 | 2.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0032 | 480 | 1.3 | 2.021613165 | 0.47 | 0.950158188 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 1.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.140594006 | 0.47 | 0.066079183 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 4.00 | 0.04 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0015 | 480 | 1.3 | 0.940969037 | 0.47 | 0.442255447 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.50 | 4.50 | 0.05 | 2.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0031 | 480 | 1.3 | 1.935235148 | 0.47 | 0.90956052 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 1.21 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0006 | 480 | 1.3 | 0.400279407 | 0.47 | 0.188131321 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 15.50 | 7.75 | 0.08 | 2.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0099 | 480 | 1.3 | 6.18154171 | 0.47 | 2.905324603 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 49.00 | 24.50 | 0.25 | 4.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1485 | 480 | 1.3 | 92.66523399 | 0.47 | 43.55265998 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.50 | 3.75 | 0.04 | 2.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0020 | 480 | 1.3 | 1.240535351 | 0.47 | 0.583051615 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 0.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.025729622 | 0.47 | 0.012092922 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.82 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.007535104 | 0.47 | 0.003541499 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.12 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.041167395 | 0.47 | 0.019348676 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 47.00 | 9.40 | 0.09 | 2.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0151 | 480 | 1.3 | 9.418658979 | 0.47 | 4.42676972 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 41.00 | 10.25 | 0.10 | 3.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0223 | 480 | 1.3 | 13.90226617 | 0.47 | 6.5340651 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 819 | 1.3 | 0.062715954 | 0.47 | 0.029476498 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 23.00 | 11.50 | 0.12 | 5.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0397 | 480 | 1.3 | 24.79140981 | 0.47 | 11.65196261 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.09 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.040064697 | 0.47 | 0.018830408 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.50 | 1.50 | 0.02 | 0.65 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.053756532 | 0.47 | 0.02526557 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 19.00 | 9.50 | 0.10 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0170 | 480 | 1.3 | 10.61530695 | 0.47 | 4.989194265 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 0.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.264647542 | 0.47 | 0.124384345 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 4.00 | 0.04 | 2.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0023 | 480 | 1.3 | 1.411453555 | 0.47 | 0.663383171 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.073513206 | 0.47 | 0.034551207 |

## LISTADO DE ESPECIES MUESTREADAS EN SP y CH

| Número de muestreo | Sitio muestreado | Unidad de muestreo | Nombre común | Nombre científico | Condición | Suma de diámetros (cm) | Diámetro normal (cm) | Diámetro normal (m) | Atura total (m) | No. Individuos | π | Factor de forma f | V = π(dap)²h(f) /4 (m3) | Densidad específica de la madera de cada especie | Factor de Expansión de Biomasa FEB | Biomasa (kg) | Factor de Carbono en Biomasa FC | Carbono almacenado en mdera CA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Pino piñonero | Pinus cembroides | Vivo | 18.00 | 18.00 | 0.18 | 5.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.1012 | 819 | 1.3 | 107.695836 | 0.47 | 50.61704291 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.00 | 3.50 | 0.04 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0017 | 480 | 1.3 | 1.03561729 | 0.47 | 0.486740126 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 21.00 | 10.50 | 0.11 | 2.21 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0144 | 480 | 1.3 | 8.955838212 | 0.47 | 4.20924396 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.00 | 2.33 | 0.02 | 1.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0006 | 480 | 1.3 | 0.360214709 | 0.47 | 0.169300913 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 54.00 | 18.00 | 0.18 | 4.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0821 | 480 | 1.3 | 51.2092993 | 0.47 | 24.06837067 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 0.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.025729622 | 0.47 | 0.012092922 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.00 | 9.00 | 0.09 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0129 | 480 | 1.3 | 8.038669076 | 0.47 | 3.778174466 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 12.00 | 12.00 | 0.12 | 2.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0238 | 480 | 1.3 | 14.82026233 | 0.47 | 6.965523295 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.058810565 | 0.47 | 0.027640965 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.036756603 | 0.47 | 0.017275603 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0011 | 480 | 1.3 | 0.694699797 | 0.47 | 0.326508904 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 3.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0007 | 480 | 1.3 | 0.441079236 | 0.47 | 0.207307241 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.65 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.005972948 | 0.47 | 0.002807286 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 1.50 | 0.02 | 0.75 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.062026768 | 0.47 | 0.029152581 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.30 | 0.30 | 0.00 | 0.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.002646475 | 0.47 | 0.001243843 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.83 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.007626995 | 0.47 | 0.003584688 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.01 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.037124169 | 0.47 | 0.017448359 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.047783584 | 0.47 | 0.022458284 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.03 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.037859301 | 0.47 | 0.017793872 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.12 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.041167395 | 0.47 | 0.019348676 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.50 | 1.25 | 0.01 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.091891508 | 0.47 | 0.043189009 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.50 | 5.50 | 0.06 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0041 | 480 | 1.3 | 2.557340654 | 0.47 | 1.201950107 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.006432406 | 0.47 | 0.003023231 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.047783584 | 0.47 | 0.022458284 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.30 | 0.30 | 0.00 | 0.94 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.003109609 | 0.47 | 0.001461516 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 111.00 | 15.86 | 0.16 | 5.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0770 | 480 | 1.3 | 48.06053365 | 0.47 | 22.58845082 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 27.00 | 9.00 | 0.09 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0110 | 480 | 1.3 | 6.847755139 | 0.47 | 3.218444915 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.30 | 0.30 | 0.00 | 0.55 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.001819452 | 0.47 | 0.000855142 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 0.72 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.026464754 | 0.47 | 0.012438434 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.72 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.006616189 | 0.47 | 0.003109609 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.96 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.008821585 | 0.47 | 0.004146145 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.00 | 4.50 | 0.05 | 2.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0027 | 480 | 1.3 | 1.711938785 | 0.47 | 0.804611229 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.00 | 1.33 | 0.01 | 1.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.078414086 | 0.47 | 0.036854621 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 11.00 | 11.00 | 0.11 | 3.20 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0228 | 480 | 1.3 | 14.23215668 | 0.47 | 6.68911364 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 11.00 | 11.00 | 0.11 | 3.05 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0217 | 480 | 1.3 | 13.56502434 | 0.47 | 6.375561438 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 22.00 | 7.33 | 0.07 | 4.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0149 | 480 | 1.3 | 9.290435612 | 0.47 | 4.366504737 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 17.00 | 17.00 | 0.17 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0357 | 480 | 1.3 | 22.30758236 | 0.47 | 10.48456371 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 4.70 | 1.57 | 0.02 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.13532556 | 0.47 | 0.063603013 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.70 | 1.70 | 0.02 | 1.60 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.169962532 | 0.47 | 0.07988239 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.80 | 0.90 | 0.01 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.044659273 | 0.47 | 0.020989858 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.20 | 1.10 | 0.01 | 1.73 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.076942597 | 0.47 | 0.036163021 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 44.00 | 7.33 | 0.07 | 2.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0092 | 480 | 1.3 | 5.732396441 | 0.47 | 2.694226327 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.051459244 | 0.47 | 0.024185845 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.50 | 0.50 | 0.01 | 0.49 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.004502684 | 0.47 | 0.002116261 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Muerto | 10.00 | 5.00 | 0.05 | 2.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0035 | 480 | 1.3 | 2.20539618 | 0.47 | 1.036536205 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.70 | 1.70 | 0.02 | 1.30 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0002 | 480 | 1.3 | 0.138094557 | 0.47 | 0.064904442 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 34.00 | 8.50 | 0.09 | 3.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0128 | 480 | 1.3 | 7.9669937 | 0.47 | 3.744487039 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.40 | 0.47 | 0.00 | 0.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.00560334 | 0.47 | 0.00263357 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.52 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.000764537 | 0.47 | 0.000359333 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.70 | 1.70 | 0.02 | 1.65 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.175273861 | 0.47 | 0.082378715 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.70 | 1.70 | 0.02 | 1.65 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.175273861 | 0.47 | 0.082378715 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.00 | 3.50 | 0.04 | 1.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0007 | 480 | 1.3 | 0.450268387 | 0.47 | 0.211626142 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.39 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.051091678 | 0.47 | 0.024013089 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.20 | 1.20 | 0.01 | 1.55 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.082040738 | 0.47 | 0.038559147 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.00 | 1.00 | 0.01 | 1.45 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0001 | 480 | 1.3 | 0.053297074 | 0.47 | 0.025049625 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 19.50 | 6.50 | 0.07 | 2.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0072 | 480 | 1.3 | 4.503602783 | 0.47 | 2.116693308 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.60 | 0.60 | 0.01 | 0.39 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.005160627 | 0.47 | 0.002425495 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 0.40 | 0.40 | 0.00 | 0.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.005292951 | 0.47 | 0.002487687 |

| LISTADO DE ESPECIES MUESTREADAS EN SP y CH | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Número de muestreo | Sitio muestreado | Unidad de muestreo | Nombre común | Nombre científico | Condición | Suma de diámetros (cm) | Diámetro normal (cm) | Diámetro normal (m) | Atura total (m) | No. Individuos | π | Factor de forma f | V = π(dap)²h(f) /4 (m3) | Densidad específica de la madera de cada especie | Factor de Expansión de Biomasa FEB | Biomasa (kg) | Factor de Carbono en Biomasa FC | Carbono almacenado en mdera CA |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 1.20 | 0.60 | 0.01 | 0.85 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0000 | 480 | 1.3 | 0.011247521 | 0.47 | 0.005286335 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 36.00 | 36.00 | 0.36 | 2.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.2214 | 480 | 1.3 | 138.1460167 | 0.47 | 64.92862786 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0011 | 480 | 1.3 | 0.694699797 | 0.47 | 0.326508904 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 2.00 | 2.00 | 0.02 | 1.65 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0004 | 480 | 1.3 | 0.24259358 | 0.47 | 0.114018983 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 6.00 | 3.00 | 0.03 | 2.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0013 | 480 | 1.3 | 0.793942625 | 0.47 | 0.373153034 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 3.00 | 3.00 | 0.03 | 2.00 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0011 | 480 | 1.3 | 0.661618854 | 0.47 | 0.310960861 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 7.00 | 7.00 | 0.07 | 2.10 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0061 | 480 | 1.3 | 3.782254449 | 0.47 | 1.777659591 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 12.00 | 4.00 | 0.04 | 2.70 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0025 | 480 | 1.3 | 1.58788525 | 0.47 | 0.746306067 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 9.00 | 4.50 | 0.05 | 2.80 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0033 | 480 | 1.3 | 2.08409939 | 0.47 | 0.979526713 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.50 | 1.83 | 0.02 | 1.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0003 | 480 | 1.3 | 0.18531454 | 0.47 | 0.087097834 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 5.00 | 5.00 | 0.05 | 2.90 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0043 | 480 | 1.3 | 2.664853718 | 0.47 | 1.252481247 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 24.00 | 8.00 | 0.08 | 3.40 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0128 | 480 | 1.3 | 7.998236813 | 0.47 | 3.759171302 |
| 2 | Sitio de proyecto | 6 | Tascate | Juniperus deppeana | Vivo | 18.00 | 9.00 | 0.09 | 2.50 | 1 | 3.1416 | 0.75 | 0.0119 | 480 | 1.3 | 7.443212108 | 0.47 | 3.498309691 |

| RESUMEN SP | | | 16 puntos de mestreo (1.6 ha) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Nombre científico** | **Nombre común** | **No. árboles** | **Biomasa de 46 puntos (kg/ha)** | **Biomasa de 46 puntos (ton/ha)** | **Carbono almacenado de 46 puntos (kg/ha)** | **Carbono almacenado de 46 puntos (ton/ha)** | **Densidad específica (Kg/m3)** | **Biomasa (ton/ha)** | **Carbono almacenado (ton/ha)** | **Biomasa estimada por todo el SP (ton/ha)** | **Carbono estimada por todo el SP (ton/ha)** | **Densidad específica (Bibliografía)** |
| *Arbutus Xalapensis* | Madroño | 4 | 1.98 | 0.002 | 0.93 | 1.02E-03 | 750 | 1.36E-03 | 6.40E-04 | **0.135370971** | **6.36E-02** | https://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v21nspe/v21nspea6.pdf |
| *Buddleja cordata* | Tepozán | 4 | 43.96 | 0.048 | 20.66 | 2.28E-02 | 590 | 3.03E-02 | 1.42E-02 | **3.010459928** | **1.414916166** | https://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v21nspe/v21nspea6.pdf |
| *Juniperus deppeana* | Tascate | 1308 | 20989.79 | 23.137 | 9865.20 | 1.09E+01 | 480 | 1.45E+01 | 6.80E+00 | **1437.401978** | **675.5789298** | file:///C:/Users/chaco/Downloads/5)+RMAE_2023_009_GravedadMadera+118_140.pdf |
| *Pinus cembroides* | Pino Piñonero | 96 | 851.53 | 0.939 | 400.22 | 4.41E-01 | 819 | 5.87E-01 | 2.76E-01 | **58.31378605** | **27.40747944** | http://132.248.9.195/ptd2014/anteriores/microformas/0040138/0040138.pdf |
| *Populus tremuloides* | Alamo Temblón | 1 | 15.44 | 0.017 | 7.26 | 8.00E-03 | 576 | 1.06E-02 | 5.00E-03 | **1.057194286** | **0.496881314** | https://cites.org/sites/default/files/timber_id_materials/files/Mexico_timber_macro_characteristics_2021.pdf |
| *Prunus serotina* | Capulín | 1 | 0.09 | 0.000 | 0.04 | 4.60E-05 | 580 | 6.12E-05 | 2.88E-05 | **0.006083062** | **0.002859039** | https://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v21nspe/v21nspea6.pdf |
| *Quercus Grisea* | Encino Gris | 3 | 115.18 | 0.127 | 54.14 | 5.97E-02 | 721 | 7.94E-02 | 3.73E-02 | **7.887782078** | **3.707257577** | https://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v21nspe/v21nspea6.pdf |
| *Quercus rugosa* | Encino quiebra hacha | 46 | 946.70 | 1.044 | 444.95 | 4.90E-01 | 690 | 6.52E-01 | 3.07E-01 | **64.83090908** | **30.47052727** | https://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v21nspe/v21nspea6.pdf |
| **Total** | | **1463** | **22964.67** | **25.314** | | **11.90** | | **15.82** | **7.44** | **1572.643564** | **739.1424749** | |

**4.1 Cubicación árbol en pie:** Este caso se da cuando el árbol aún se encuentra en pie es decir en su forma natural en el bosque, para conocer el volumen de madera de un árbol en pie se utiliza la siguiente fórmula:

$$V = \frac{3.1415 \times (Dap)^2 \times H_c \times f}{4}$$

Dónde:

**V** = Volumen de la madera en metros cúbicos
**Dap** = Diámetro del árbol a la altura del pecho en metros
**Hc** = Altura comercial del árbol en metros
**f** = Factor de forma = 0.75 (forma del fuste cilíndrico)

$$BAA = VM \times \partial \times FEB \quad (5)$$

donde:

BAA = biomasa en Mg ha$^{-1}$ $VM$ = volumen maderable en m$^3$

∂= densidad de la madera por especie en Mg m$^{-3}$ FEB = factor de expansión de biomasa de 1.30

El contenido de C se estimó utilizando la ecuación sugerida por Gaslee, Brown y Casarim (2014) (ecuación 6).

$$CA = BAA * Fc \quad (6)$$

donde:

CA = C almacenado en madera, Mg ha$^{-1}$

BAA = biomasa total arbórea aérea

Fc = fracción de C contenida en la biomasa 0.47 (IPCC, 2006).

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-40182009000100007#:~:text=En%20general%2C%20los%20factores%20de,las%20especies%20objeto%20de%20investigaci%C3%B3n.&text=Las%20funciones%20de%20biomasa%20y,total%20de%20%C3%A1rboles%20y%20rodales.&text=Los%20autores%20agradecen%20el%20financiamiento,la%20Fundaci%C3%B3n%20Alexander%20von%20Humboldt.

| Estrato arbustivo | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **No.** | **Nombre común** | **Nombre científico** | **No. Individuos totales en 16000m2** | **Biomasa en 1.6ha (ton)** | **BH en SP (t/99.4ha)** | **Carbono en SP (t/99.4ha)** |
| 1 | Amargocilla | Ageratina petiolaris | 202 | 0.0091 | 0.5647 | 0.2654 |
| 2 | Amargoso | Ageratina scorodonioides | 105 | 0.0053 | 0.3262 | 0.1533 |
| 3 | Jaral de río | Baccharis salicifolia | 110 | 0.0088 | 0.5467 | 0.2569 |
| 4 | Costilla de vaca | Brickellia laciniata | 91 | 0.0023 | 0.1413 | 0.0664 |
| 5 | Jara blanca | Brickellia secundiflora | 17 | 0.0005 | 0.0317 | 0.0149 |
| 6 | Peistó | Brickellia veronicifolia | 123 | 0.0117 | 0.7259 | 0.3412 |
| 7 | Palo blanco | Forestiera durangensis | 25 | 0.0005 | 0.0311 | 0.0146 |
| 8 | Granjeno | Forestiera phillyreoides | 19 | 0.0017 | 0.1062 | 0.0499 |
| 9 | Tatalencho | Gymnosperma glutinosum | 105 | 0.0100 | 0.6197 | 0.2913 |
| 10 | Garabatillo | Mimosa aculeaticarpa | 39 | 0.0034 | 0.2108 | 0.0991 |
| 11 | Gatuño | Mimosa biuncifera | 61 | 0.0113 | 0.7011 | 0.3295 |
| 12 | Tatalencho | Prunus serotina | 4 | 0.0002 | 0.0149 | 0.0070 |
| 13 | Gordolobo | Pseudognaphalium canescens | 101 | 0.0025 | 0.1569 | 0.0737 |
| 14 | Romerillo cimarrón | Purshia mexicana | 568 | 0.0256 | 1.5879 | 0.7463 |
| 15 | Encinillo | Quercus striatula | 997 | 0.1097 | 6.8132 | 3.2022 |
| 16 | Zumaque | Rhus trilobata | 391 | 0.0156 | 0.9716 | 0.4567 |
| 17 | Capulín | Rhus virens | 4 | 0.0003 | 0.0211 | 0.0099 |
| 18 | Jarilla | Stevia lucida | 66 | 0.0017 | 0.1025 | 0.0482 |
| 19 | Romerillo | Tetradymia glabrata | 619 | 0.0186 | 1.1537 | 0.5422 |
| 20 | Zaluzanea | Zaluzania augusta | 6 | 0.0003 | 0.0186 | 0.0088 |
| **Total** | | | **3653** | **0.2390** | **14.8459** | **6.9776** |

| Estrato herbáceo | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **No.** | **Nombre común** | **Nombre científico** | **No. Individuos totales en 64m2** | **Biomasa en 64m2 (ton)** | **BH en SP (t/99.4ha)** | **Carbono en SP (t/99.4ha)** |
| 1 | Chilitos | Acalypha phleoides | 9 | 0.0023 | 0.1398 | 0.0657 |
| 2 | Ageratina | Ageratina gracilis | 11 | 0.0055 | 0.3417 | 0.1606 |
| 3 | Amargocilla | Ageratina petiolaris | 48 | 0.0120 | 0.7455 | 0.3504 |
| 4 | Hierba de carranza | Alchemilla procumbens | 154 | 0.0385 | 2.3918 | 1.1242 |
| 5 | Arracacha | Arracacia pringlei | 13 | 0.0228 | 1.4133 | 0.6643 |
| 6 | Costilla de vaca | Atriplex canescens | 12 | 0.0570 | 3.5411 | 1.6643 |
| 7 | Azumiate | Baccharis salicifolia | 53 | 0.2253 | 13.9937 | 6.5770 |
| 8 | Rosilla | Bidens bipinnata | 1 | 0.0008 | 0.0466 | 0.0219 |
| 9 | Mostaza | Brassica rapa | 10 | 0.0250 | 1.5531 | 0.7300 |
| 10 | Peistó | Brickellia veronicifolia | 12 | 0.0120 | 0.7455 | 0.3504 |
| 11 | Garañosa | Castilleja tenuiflora | 10 | 0.0175 | 1.0872 | 0.5110 |
| 12 | Helecho | Cheilanthes mexicana | 88 | 0.0440 | 2.7335 | 1.2847 |
| 13 | Zacate de toche | Cyperus seslerioides | 72 | 0.0180 | 1.1183 | 0.5256 |
| 14 | Dalia | Dahlia pinnata | 2 | 0.0075 | 0.4659 | 0.2190 |
| 15 | Hierba oreja de ratón | Dichondra argentea | 232 | 0.1740 | 10.8098 | 5.0806 |
| 16 | Epazote | Dysphania ambrosioides | 5 | 0.0100 | 0.6213 | 0.2920 |
| 17 | Estrellita amarilla | Echeandia flavescens | 92 | 0.2760 | 17.1465 | 8.0589 |
| 18 | Zacate pata de ganso | Eleusine multiflora | 372 | 1.2090 | 75.1091 | 35.3013 |
| 19 | Pasto eragrostis | Eragrostis curvula | 28 | 0.1050 | 6.5231 | 3.0659 |
| 20 | Zacate llanero | Eragrostis intermedia | 76 | 0.3040 | 18.8860 | 8.8764 |
| 21 | Purple love grass | Eragrostis pectinacea | 4 | 0.0100 | 0.6213 | 0.2920 |
| 22 | Falso tridente avenáceo | Erioneuron avenaceum | 10 | 0.0100 | 0.6213 | 0.2920 |
| 23 | Aguja de pastor | Erodium cicutarium | 88 | 0.0660 | 4.1003 | 1.9271 |
| 24 | Golondrina | Euphorbia graminea | 107 | 0.1070 | 6.6474 | 3.1243 |
| 25 | Hierba de la golondrina | Euphorbia indivisa | 161 | 0.4025 | 25.0053 | 11.7525 |
| 26 | Pico de pájaro | Evolvulus alsinoides | 19 | 0.0333 | 2.0657 | 0.9709 |
| 27 | Helecho gaga | Gaga chaerophylla | 18 | 0.0090 | 0.5591 | 0.2628 |
| 28 | Kaulfuss' Lipfern | Gaga kaulfussii | 46 | 0.0230 | 1.4289 | 0.6716 |
| 29 | Amor de hortelano | Galium mexicanum | 11 | 0.0028 | 0.1708 | 0.0803 |
| 30 | Amor seco | Gomphrena serrata | 134 | 0.1005 | 6.2436 | 2.9345 |
| 31 | Tatalencho | Grindelia inuloides | 42 | 0.0315 | 1.9569 | 0.9198 |
| 32 | Jarilla | Gymnosperma glutinosum | 63 | 0.0788 | 4.8923 | 2.2994 |
| 33 | Jarilla | Heterosperma pinnatum | 10 | 0.0075 | 0.4659 | 0.2190 |
| 34 | Lemmon's Hawkweed | Hieracium crepidispermum | 4 | 0.0030 | 0.1864 | 0.0876 |
| 35 | Porotillo | Hoffmannseggia glauca | 7 | 0.0158 | 0.9785 | 0.4599 |
| 36 | Malacote | Hydrocotyle ranunculoides | 23 | 0.0173 | 1.0717 | 0.5037 |
| 37 | Hierba de Nuño Chávez | Ipomoea capillacea | 50 | 0.0250 | 1.5531 | 0.7300 |
| 38 | Trompillo | Ipomoea pubescens | 26 | 0.0065 | 0.4038 | 0.1898 |
| 39 | Hierba dulce | Lippia umbellata | 41 | 0.0410 | 2.5471 | 1.1971 |
| 40 | Malva de castilla | Malva parviflora | 89 | 0.1780 | 11.0583 | 5.1974 |
| 41 | Estrellita | Mecardonia procumbens | 11 | 0.0055 | 0.3417 | 0.1606 |
| 42 | Cola de zorra | Melampodium sericeum | 29 | 0.1813 | 11.2602 | 5.2923 |

| Estrato herbáceo | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **No.** | **Nombre común** | **Nombre científico** | **No. Individuos totales en 64m2** | **Biomasa en 64m2 (ton)** | **BH en SP (t/99.4ha)** | **Carbono en SP (t/99.4ha)** |
| 43 | Chujcho | Milla biflora | 1 | 0.0030 | 0.1864 | 0.0876 |
| 44 | Acedera | Muhlenbergia emersleyi | 82 | 0.2665 | 16.5563 | 7.7815 |
| 45 | Liendrilla aparejo | Muhlenbergia repens | 189 | 0.5198 | 32.2895 | 15.1761 |
| 46 | Trébol | Oxalis corniculata | 29 | 0.0073 | 0.4504 | 0.2117 |
| 47 | Nube cimarrón | Oxalis hernandezii | 293 | 1.0988 | 68.2598 | 32.0821 |
| 48 | Helecho de 3 hojas | Oxalis latifolia | 33 | 0.0083 | 0.5125 | 0.2409 |
| 49 | Nube cimarrón | Parthenium bipinnatifidum | 43 | 0.0430 | 2.6714 | 1.2555 |
| 50 | Helecho de 3 hojas | Pellaea ternifolia | 16 | 0.0160 | 0.9940 | 0.4672 |
| 51 | Tomate de monte | Physalis leptophylla | 3 | 0.0038 | 0.2330 | 0.1095 |
| 52 | Arrocillo | Piptochaetium fimbriatum | 34 | 0.2635 | 16.3699 | 7.6939 |
| 53 | Altarreina | Piqueria trinervia | 2 | 0.0015 | 0.0932 | 0.0438 |
| 54 | Calcomeca | Psacalium sinuatum | 7 | 0.0053 | 0.3262 | 0.1533 |
| 55 | Romerillo cimarrón | Purshia mexicana | 1 | 0.0048 | 0.2951 | 0.1387 |
| 56 | Zumaque | Rhus trilobata | 1 | 0.0035 | 0.2174 | 0.1022 |
| 57 | Hierba de aflojaduras | Salvia nana | 9 | 0.0135 | 0.8387 | 0.3942 |
| 58 | Salvia hoja de tilo | Salvia tiliifolia | 82 | 0.0615 | 3.8207 | 1.7957 |
| 59 | Ojo de gallo | Sanvitalia procumbens | 27 | 0.0540 | 3.3548 | 1.5767 |
| 60 | Hierba del negro | Sphaeralcea angustifolia | 5 | 0.0088 | 0.5436 | 0.2555 |
| 61 | Cola de ratón | Sporobolus indicus | 3 | 0.0023 | 0.1398 | 0.0657 |
| 62 | Hierba de la araña | Stevia lucida | 73 | 0.0548 | 3.4013 | 1.5986 |
| 63 | Burrillo | Stevia serrata | 38 | 0.0095 | 0.5902 | 0.2774 |
| 64 | Romeritos | Suaeda nigra | 80 | 0.1000 | 6.2125 | 2.9199 |
| 65 | Anisillo | Tagetes filifolia | 1130 | 2.2600 | 140.4025 | 65.9892 |
| 66 | Cinco llagas | Tagetes lunulata | 14 | 0.0140 | 0.8698 | 0.4088 |
| 67 | Agrimonia | Teucrium cubense | 22 | 0.0165 | 1.0251 | 0.4818 |
| 68 | Hiedra mala | Toxicodendron radicans | 83 | 0.0415 | 2.5782 | 1.2117 |
| 69 | Barba larga | Trachypogon spicatus | 471 | 0.8243 | 51.2065 | 24.0671 |
| 70 | Matlaxóchitl | Tradescantia crassifolia | 16 | 0.0240 | 1.4910 | 0.7008 |
| 71 | Carretilla | Trifolium amabile | 100 | 0.1750 | 10.8719 | 5.1098 |
| 72 | Hierba de pollo | Tripogandra purpurascens | 1 | 0.0015 | 0.0932 | 0.0438 |
| 73 | Bejuco blanco | Vitis tiliifolia | 10 | 0.0075 | 0.4659 | 0.2190 |
| **Total** | | | **5191** | **9.8343** | **610.9528** | **287.1478** |

| Estrato suculento | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **No.** | **Nombre común** | **Nombre científico** | **No. Individuos totales en 16000m2** | **Biomasa en 1.6ha (ton)** | **Biomasa en SP (t/99.4ha)** | **Carbono en SP (t/99.4ha)** |
| 1 | Nopal camueso | Opuntia robusta | 1 | 0.0017 | 0.1027 | 0.0483 |
| 2 | Nopal cardona | Opuntia streptacantha | 3 | 0.0073 | 0.4518 | 0.2123 |
| 3 | Palma pita | Yucca filifera | 6 | 0.2553 | 15.8576 | 7.4531 |
| **Total** | | | **10** | **0.2642** | **16.4121** | **7.7137** |

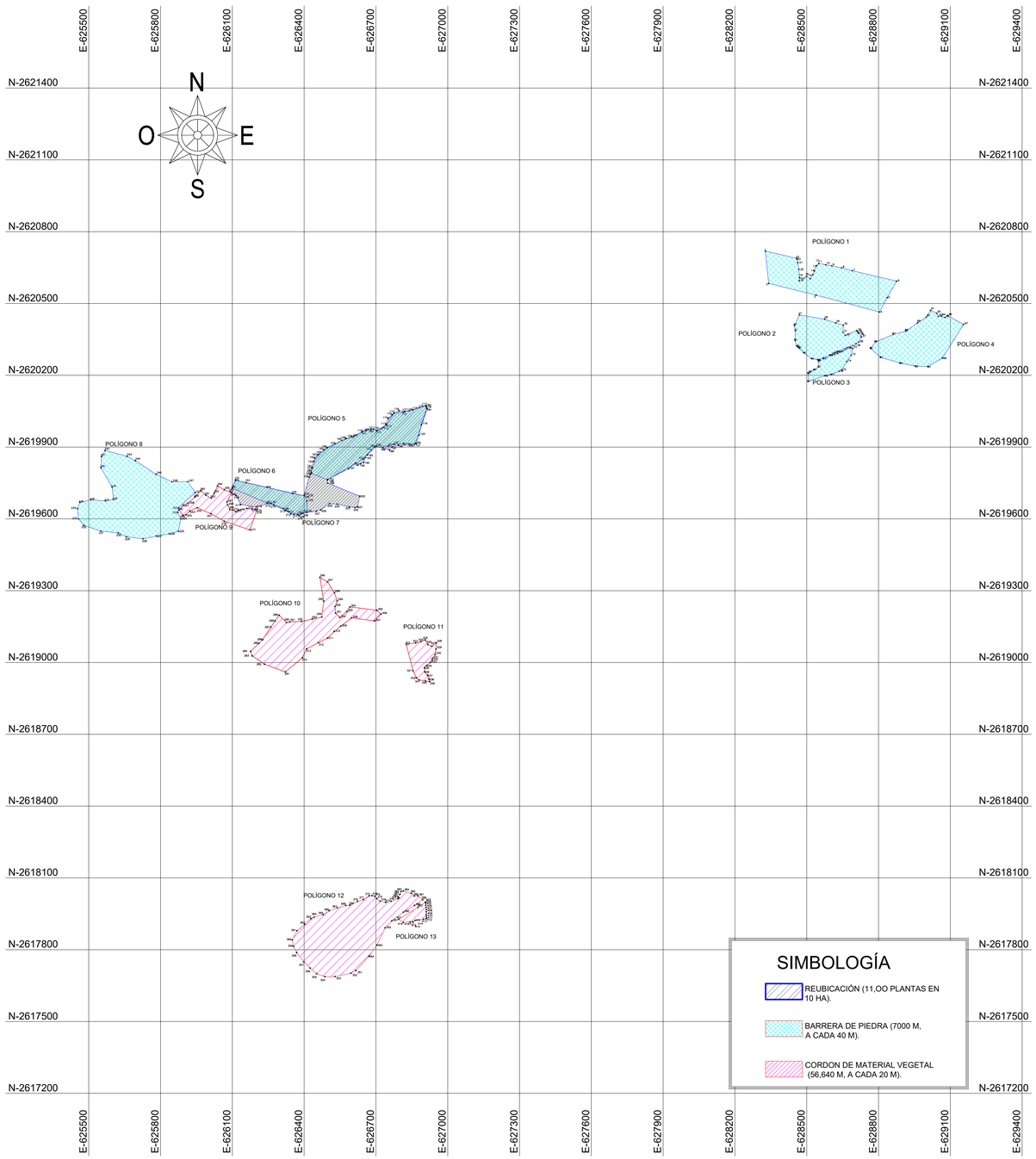
| Estrato arbóreo | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **No.** | **Nombre común** | **Nombre científico** | **No. árboles** | **Biomasa en 1.6ha (ton)** | **Biomasa en SP (t/99.4ha)** | **Carbono en SP (t/99.4ha)** |
| 1 | Madroño | Arbutus Xalapensis | 4 | 0.0020 | 0.1354 | 0.0636 |
| 2 | Tepozán | Buddleja cordata | 4 | 0.0480 | 3.0105 | 1.4149 |
| 3 | Tascate | Juniperus deppeana | 1308 | 23.1370 | 1437.4020 | 675.5789 |
| 4 | Pino Piñonero | Pinus cembroides | 96 | 0.9390 | 58.3138 | 27.4075 |
| 5 | Alamo Temblón | Populus tremuloides | 1 | 0.0170 | 1.0572 | 0.4969 |
| 6 | Capulín | Prunus serotina | 1 | 0.0000 | 0.0061 | 0.0029 |
| 7 | Encino Gris | Quercus Grisea | 3 | 0.1270 | 7.8878 | 3.7073 |
| 8 | Encino quiebra hacha | Quercus rugosa | 46 | 1.0440 | 64.8309 | 30.4705 |
| **Total** | | | **1463** | **25.3140** | **1572.6436** | 739.1425 |

| Resumen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Estrato** | **Número total de individuos** | **Biomasa en 1.6ha** (ton) | **Carbono en 1.6ha** (ton) | **Biomasa en SP** (t/99.4ha) | **Carbono en SP** (t/99.4ha) |
| Arbustivo | 3653 | 0.2390 | 0.1123 | 14.8459 | 6.9776 |
| Herbáceo | 5191 | 9.8343 | 4.6221 | 610.9528 | 287.1478 |
| Suculento | 10 | 0.2642 | 0.1242 | 16.4121 | 7.7137 |
| Arbóreo | 1463 | 25.3140 | 11.8977 | 1572.6436 | 739.1425 |
| **Total** | **10317** | **35.6514** | **16.7562** | **2214.8543** | **1040.9815** |

22.28223626 10.4727

| MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO "NUEVO DEPÓSITO DE JALES DE LA UNIDAD MINERA SAN MARTÍN Y OBRAS ASOCIADAS" | | | | PREPARACIÓN DEL SITIO | | | | | CONSTRUCCIÓN | | | | | | | OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO | | | CIERRE OPERATIVO | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SISTEMA | SUBSITEMA | COMPONENTES | FACTOR AMBIENTAL | Rehabilitación de caminos existentes | Ahuyentamiento y reubicación de fauna silvestre | Desmonte, remoción y recuperación del suelo vegetal. | Acarreo de material vegetal. | Rescate y reubicación de flora. | Trazo y nivelación del terreno. | Conformación de los bordos. | Traslado del material para la conformación del bordo. | Colocación del geotextil. | Instalación de los pozos de monitoreo. | Excavación y colocación para la tubería de jales. | Excavación y colocación para la línea de agua recuperada. | Rebombeo y recepción de los jales. | Recolección y conducción del agua recuperada | Monitoreo de agua subterránea. | Extraer toda el agua para secar los jales. | Colocación de la capa de suelo vegetal | Reforestación | Programa de seguimiento y control | Control de la calidad de agua | Control de la estabilidad de los taludes | Rehabilitación de caminos de acceso | |
| MEDIO FÍSICO | MEDIO INERTE | Atmósfera | Calidad del aire por material particulado (PST, PM-10) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Calidad del aire por emisiones (NOx, SOx, COx) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Niveles sonoros | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Geomorfología | Topografía | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Hidrología | Cauces | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Escurrimientos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Calidad del agua – Sedimentos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Calidad del agua – Química | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Infiltración | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Suelo | Profundidad efectiva del suelo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Potencial de erosión | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Cobertura | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MEDIO BIÓTICO | Flora | Distribución espacial y temporal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Cobertura vegetal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Especies protegidas, o de interés especial | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Fauna | Distribución espacial y temporal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Hábitat | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Especies protegidas, o de interés especial | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MEDIO PERCEPTUAL | Paisaje | Cualidades estéticas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Continuidad paisajística y visibilidad | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Infraestructura | Servicios e infraestructura | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Generación de residuos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MEDIO SOCIOECONÓMICO | MEDIO CULTURAL | Cultura | Capacitación, educación y programas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | MEDIO SOCIOECONÓMICO | Medio socioeconómico | Desarrollo económico | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Uso de territorio para actividades productivas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | 5 | 4 | 2 | 2 | 12 | 1 | 2 | 2 | 7 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 13 | 20 | 15 | 7 | 1 | 13 | RESULTADOS |
| | | | | -3 | 0 | -15 | -2 | 0 | -6 | -10 | -3 | -2 | -3 | -8 | -8 | 0 | -1 | 0 | 0 | -2 | 0 | 0 | 0 | -2 | 0 | 123 | 65.43% |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | -65 | 34.57% |

| PREPARACIÓN DEL SITIO | CONSTRUCCIÓN | OPERACIÓN Y | CIERRE OPERATIVO |
|---|---|---|---|
| 25 | 18 | 11 | 71 |
| -20 | -40 | -1 | -4 |




### CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONO 4 BARRERA DE PIEDRA

| LADO EST | LADO PV | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS Y | COORDENADAS X |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 81 | 2,620,236.6441 | 629,005.4374 |
| 81 | 82 | N 8°49'15.87" W | 52.339 | 82 | 2,620,238.6341 | 628,953.1365 |
| 82 | 83 | N 78°33'43.69" W | 64.085 | 83 | 2,620,251.3425 | 628,890.3238 |
| 83 | 84 | N 73°54'05.70" W | 84.618 | 84 | 2,620,274.8057 | 628,809.0239 |
| 84 | 85 | N 48°02'31.95" W | 55.935 | 85 | 2,620,312.2026 | 628,767.4288 |
| 85 | 86 | N 36°24'22.49" E | 33.649 | 86 | 2,620,339.2847 | 628,787.4000 |
| 86 | 87 | N 67°11'51.90" E | 81.578 | 87 | 2,620,370.9002 | 628,862.6022 |
| 87 | 88 | N 75°17'52.55" E | 53.622 | 88 | 2,620,384.5090 | 628,914.4681 |
| 88 | 89 | N 54°49'09.87" E | 59.499 | 89 | 2,620,418.7903 | 628,963.0884 |
| 89 | 90 | N 57°14'44.65" E | 44.055 | 90 | 2,620,442.6260 | 629,000.1490 |
| 90 | 91 | N 31°39'27.82" E | 33.271 | 91 | 2,620,470.9464 | 629,017.6112 |
| 91 | 92 | S 65°05'45.48" E | 28.513 | 92 | 2,620,458.9397 | 629,043.4727 |
| 92 | 93 | S 24°58'23.61" E | 14.896 | 93 | 2,620,445.4331 | 629,049.7537 |
| 93 | 94 | N 81°40'26.55" E | 12.412 | 94 | 2,620,447.2304 | 629,062.0348 |
| 94 | 95 | S 69°17'15.31" E | 16.870 | 95 | 2,620,441.2637 | 629,077.8149 |
| 95 | 96 | N 56°58'35.25" E | 13.809 | 96 | 2,620,448.7894 | 629,089.3930 |
| 96 | 97 | S 61°10'15.74" E | 75.096 | 97 | 2,620,412.5782 | 629,155.1821 |
| 97 | 98 | S 32°06'26.64" W | 166.287 | 98 | 2,620,271.7246 | 629,066.7994 |
| 98 | 81 | S 60°14'36.73" W | 70.682 | 81 | 2,620,236.6441 | 629,005.4374 |

**SUPERFICIE = 49,858.039 m2**

### CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONO 3 BARRERA DE PIEDRA

| LADO EST | LADO PV | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS Y | COORDENADAS X |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 61 | 2,620,174.9948 | 628,505.8939 |
| 61 | 62 | N 00°50'40.17" E | 33.203 | 62 | 2,620,208.1944 | 628,506.3833 |
| 62 | 63 | N 49°16'38.68" E | 8.903 | 63 | 2,620,214.0030 | 628,513.1310 |
| 63 | 64 | N 64°22'39.58" E | 20.616 | 64 | 2,620,222.9179 | 628,531.7193 |
| 64 | 65 | N 57°27'56.75" E | 21.787 | 65 | 2,620,234.6350 | 628,550.0871 |
| 65 | 66 | N 00°41'19.89" E | 23.584 | 66 | 2,620,258.2169 | 628,550.3707 |
| 66 | 67 | N 64°31'46.89" E | 61.619 | 67 | 2,620,284.7158 | 628,606.0010 |
| 67 | 68 | N 76°39'43.52" E | 9.491 | 68 | 2,620,286.9053 | 628,615.2361 |
| 68 | 69 | N 73°49'45.54" E | 15.023 | 69 | 2,620,291.0891 | 628,629.6644 |
| 69 | 70 | N 64°11'26.45" E | 22.235 | 70 | 2,620,300.7695 | 628,649.6811 |
| 70 | 71 | N 68°19'15.71" E | 37.431 | 71 | 2,620,314.5987 | 628,684.4643 |
| 71 | 72 | S 73°26'51.20" E | 8.160 | 72 | 2,620,312.2718 | 628,692.2865 |
| 72 | 73 | S 12°58'13.95" E | 29.790 | 73 | 2,620,283.2415 | 628,685.6000 |
| 73 | 74 | S 34°32'20.15" W | 31.803 | 74 | 2,620,257.0439 | 628,667.5687 |
| 74 | 75 | S 31°42'53.97" W | 40.206 | 75 | 2,620,222.8415 | 628,646.4325 |
| 75 | 76 | S 61°22'04.08" W | 12.319 | 76 | 2,620,216.9382 | 628,635.6196 |
| 76 | 77 | S 69°08'36.57" W | 36.319 | 77 | 2,620,204.0077 | 628,601.6808 |
| 77 | 78 | S 77°26'03.14" W | 25.569 | 78 | 2,620,198.4449 | 628,576.7249 |
| 78 | 61 | S 71°40'53.71" W | 74.611 | 61 | 2,620,174.9948 | 628,505.8939 |

**SUPERFICIE = 11,137.822 m2**

### CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONO 2 BARRERA DE PIEDRA

| LADO EST | LADO PV | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS Y | COORDENADAS X |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 26 | 2,620,407.6040 | 628,448.9265 |
| 26 | 27 | N 25°02'13.44" E | 49.217 | 27 | 2,620,452.1967 | 628,469.7555 |
| 27 | 28 | S 80°13'16.09" E | 106.386 | 28 | 2,620,434.1274 | 628,574.5962 |
| 28 | 29 | S 71°21'56.21" E | 48.923 | 29 | 2,620,418.4950 | 628,620.9549 |
| 29 | 30 | S 73°49'02.00" E | 33.180 | 30 | 2,620,409.2476 | 628,652.8203 |
| 30 | 31 | S 03°26'11.08" W | 29.229 | 31 | 2,620,380.0713 | 628,651.0683 |
| 31 | 32 | S 36°40'07.80" E | 16.754 | 32 | 2,620,366.6331 | 628,661.0724 |
| 32 | 33 | N 67°13'55.81" E | 51.989 | 33 | 2,620,386.7528 | 628,709.0116 |
| 33 | 34 | S 32°12'26.85" E | 6.259 | 34 | 2,620,381.4567 | 628,712.3477 |
| 34 | 35 | S 38°30'35.53" E | 4.676 | 35 | 2,620,377.7977 | 628,715.2592 |
| 35 | 36 | S 50°53'01.61" E | 3.206 | 36 | 2,620,375.7750 | 628,717.7467 |
| 36 | 37 | S 34°39'32.48" E | 18.306 | 37 | 2,620,360.7175 | 628,728.1570 |
| 37 | 38 | S 27°08'45.28" W | 24.045 | 38 | 2,620,339.3213 | 628,717.1864 |
| 38 | 39 | S 59°30'11.85" W | 13.893 | 39 | 2,620,331.4531 | 628,705.7367 |
| 39 | 40 | S 66°25'08.89" W | 40.562 | 40 | 2,620,315.2264 | 628,668.5613 |
| 40 | 41 | S 69°06'56.45" W | 43.187 | 41 | 2,620,299.8308 | 628,628.2112 |
| 41 | 42 | S 67°43'04.45" W | 35.184 | 42 | 2,620,285.3620 | 628,596.1396 |
| 42 | 43 | S 63°23'18.38" W | 30.312 | 43 | 2,620,271.7840 | 628,569.0388 |
| 43 | 44 | S 75°07'30.32" W | 24.284 | 44 | 2,620,265.5501 | 628,545.5685 |
| 44 | 45 | N 79°47'18.75" W | 26.155 | 45 | 2,620,270.1869 | 628,519.8280 |
| 45 | 46 | N 53°18'22.07" W | 39.469 | 46 | 2,620,293.7714 | 628,488.1799 |
| 46 | 47 | N 43°19'46.04" W | 26.592 | 47 | 2,620,313.1150 | 628,469.8326 |
| 47 | 48 | N 55°42'36.01" W | 6.414 | 48 | 2,620,316.7287 | 628,464.6331 |
| 48 | 49 | N 49°26'25.25" W | 8.039 | 49 | 2,620,322.3691 | 628,458.9054 |
| 49 | 50 | N 17°25'45.11" W | 24.664 | 50 | 2,620,345.8002 | 628,451.5180 |
| 50 | 51 | N 02°33'53.68" E | 39.721 | 51 | 2,620,385.5819 | 628,453.2840 |
| 51 | 26 | N 11°11'33.24" W | 22.449 | 26 | 2,620,407.6040 | 628,448.9265 |

**SUPERFICIE = 32,872.272 m2**

### CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONO 1 BARRERA DE PIEDRA

| LADO EST | LADO PV | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS Y | COORDENADAS X |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1 | 2,620,718.9734 | 626,327.1392 |
| 1 | 2 | S 05°53'27.75" E | 135.980 | 2 | 2,620,583.7111 | 628,341.0958 |
| 2 | 3 | S 76°08'27.23" E | 204.092 | 3 | 2,620,534.8239 | 628,539.2464 |
| 3 | 4 | S 75°09'47.79" E | 273.585 | 4 | 2,620,464.7682 | 628,803.7101 |
| 4 | 5 | N 28°34'29.40" E | 67.884 | 5 | 2,620,524.3835 | 628,836.1795 |
| 5 | 6 | N 29°47'15.80" E | 79.346 | 6 | 2,620,593.2459 | 628,875.5978 |
| 6 | 7 | N 76°45'11.48" E | 190.911 | 7 | 2,620,636.9925 | 628,689.7663 |
| 7 | 8 | N 75°02'10.10" E | 45.512 | 8 | 2,620,648.7441 | 628,645.7977 |
| 8 | 9 | N 78°41'50.44" E | 42.452 | 9 | 2,620,657.0644 | 628,604.1688 |
| 9 | 10 | N 79°40'21.14" E | 25.254 | 10 | 2,620,661.5918 | 628,579.3239 |
| 10 | 11 | N 78°22'30.78" E | 29.373 | 11 | 2,620,667.5105 | 628,550.5536 |
| 11 | 12 | S 42°09'35.33" W | 12.966 | 12 | 2,620,657.8991 | 628,541.8508 |
| 12 | 13 | S 22°56'24.65" W | 23.861 | 13 | 2,620,635.9257 | 628,532.5507 |
| 13 | 14 | S 24°22'33.52" W | 16.427 | 14 | 2,620,620.9633 | 628,525.7710 |
| 14 | 15 | S 31°50'17.52" W | 21.010 | 15 | 2,620,603.1146 | 628,514.6878 |
| 15 | 16 | N 54°12'31.09" W | 18.889 | 16 | 2,620,614.1614 | 628,499.3662 |
| 16 | 17 | S 44°24'25.87" W | 24.978 | 17 | 2,620,596.3179 | 628,481.8881 |
| 17 | 18 | S 83°08'18.19" W | 13.009 | 18 | 2,620,594.7636 | 628,468.9721 |
| 18 | 19 | N 02°10'40.21" E | 14.046 | 19 | 2,620,608.7990 | 628,469.5058 |
| 19 | 20 | N 03°48'30.52" W | 34.358 | 20 | 2,620,643.0807 | 628,467.2237 |
| 20 | 21 | N 09°45'24.43" W | 27.921 | 21 | 2,620,670.5978 | 628,462.4921 |
| 21 | 22 | N 14°27'34.39" W | 15.353 | 22 | 2,620,685.4647 | 628,458.6584 |
| 22 | 23 | N 00°52'04.25" W | 2.917 | 23 | 2,620,688.3811 | 628,458.6143 |
| 23 | 1 | N 76°54'04.35" W | 134.987 | 1 | 2,620,718.9734 | 628,327.1392 |

**SUPERFICIE = 64,865.149 m2**

### CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONO 7 REUBICACION

| LADO EST | LADO PV | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS Y | COORDENADAS X |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 151 | 2,619,714.2155 | 626,090.2776 |
| 151 | 152 | N 25°54'39.16" E | 52.283 | 152 | 2,619,761.2429 | 626,113.1240 |
| 152 | 153 | S 77°52'13.26" E | 45.848 | 153 | 2,619,751.6092 | 626,157.9479 |
| 153 | 154 | S 77°09'25.80" E | 90.001 | 154 | 2,619,731.6041 | 626,245.6974 |
| 154 | 155 | S 76°30'09.12" E | 109.726 | 155 | 2,619,705.9937 | 626,352.3930 |
| 155 | 156 | S 78°44'29.91" E | 47.927 | 156 | 2,619,696.6369 | 626,399.5973 |
| 156 | 157 | N 12°36'14.44" E | 5.047 | 157 | 2,619,701.5625 | 626,400.4986 |
| 157 | 158 | N 15°38'06.54" E | 76.822 | 158 | 2,619,775.5420 | 626,421.2020 |
| 158 | 159 | N 27°47'48.42" E | 10.684 | 159 | 2,619,784.9931 | 626,426.1854 |
| 159 | 160 | N 29°43'45.63" E | 9.465 | 160 | 2,619,793.2120 | 626,430.8789 |
| 160 | 161 | N 09°29'23.67" E | 22.638 | 161 | 2,619,815.5401 | 626,434.6113 |
| 161 | 162 | N 13°10'05.75" E | 39.850 | 162 | 2,619,854.3423 | 626,443.6896 |
| 162 | 163 | N 44°33'10.83" E | 19.927 | 163 | 2,619,868.5467 | 626,457.6655 |
| 163 | 164 | N 51°38'25.80" E | 32.184 | 164 | 2,619,888.5196 | 626,482.9017 |
| 164 | 165 | N 62°22'30.51" E | 84.523 | 165 | 2,619,927.7111 | 626,557.7890 |
| 165 | 166 | N 71°24'38.41" E | 44.855 | 166 | 2,619,942.0100 | 626,600.3026 |
| 166 | 167 | N 63°32'43.00" E | 46.998 | 167 | 2,619,962.9470 | 626,642.3799 |
| 167 | 168 | N 70°43'28.82" E | 15.837 | 168 | 2,619,968.1749 | 626,657.3289 |
| 168 | 169 | N 77°32'19.62" E | 22.418 | 169 | 2,619,973.0121 | 626,679.2185 |
| 169 | 170 | N 81°30'57.60" E | 10.424 | 170 | 2,619,974.5500 | 626,689.5286 |
| 170 | 171 | S 68°44'13.80" E | 16.210 | 171 | 2,619,967.8888 | 626,704.3072 |
| 171 | 172 | N 61°36'01.74" E | 31.895 | 172 | 2,619,983.0585 | 626,732.3636 |
| 172 | 173 | N 38°08'34.28" E | 16.684 | 173 | 2,619,996.1797 | 626,742.6878 |
| 173 | 174 | N 19°30'19.54" E | 25.222 | 174 | 2,620,019.9540 | 626,751.0893 |
| 174 | 175 | N 47°00'04.08" E | 22.816 | 175 | 2,620,035.4849 | 626,767.8052 |
| 175 | 176 | N 58°56'45.03" E | 32.979 | 176 | 2,620,052.4968 | 626,796.0553 |
| 176 | 177 | S 83°11'03.47" E | 23.383 | 177 | 2,620,049.7218 | 626,819.2731 |
| 177 | 178 | N 84°52'13.57" E | 20.303 | 178 | 2,620,051.5371 | 626,839.4951 |
| 178 | 179 | N 72°30'55.51" E | 44.461 | 179 | 2,620,064.8954 | 626,881.9020 |
| 179 | 180 | N 74°42'04.10" E | 28.509 | 180 | 2,620,072.4176 | 626,909.4008 |
| 180 | 181 | S 22°02'26.81" E | 13.439 | 181 | 2,620,059.9608 | 626,914.4440 |
| 181 | 182 | S 18°53'16.17" W | 150.709 | 182 | 2,619,917.3667 | 626,865.6570 |
| 182 | 183 | S 44°34'06.51" W | 6.603 | 183 | 2,619,912.6624 | 626,861.0231 |
| 183 | 184 | N 86°06'41.24" W | 23.186 | 184 | 2,619,914.2348 | 626,837.8900 |
| 184 | 185 | N 84°09'06.48" W | 22.792 | 185 | 2,619,916.5571 | 626,815.2168 |
| 185 | 186 | S 67°34'34.38" W | 23.602 | 186 | 2,619,907.5542 | 626,793.3997 |
| 186 | 187 | S 75°37'41.46" W | 27.138 | 187 | 2,619,900.8183 | 626,767.1113 |
| 187 | 188 | S 40°50'50.47" W | 16.470 | 188 | 2,619,888.2068 | 626,756.2094 |
| 188 | 189 | N 72°04'34.09" W | 28.660 | 189 | 2,619,897.0269 | 626,728.9408 |
| 189 | 190 | N 83°01'12.92" W | 34.020 | 190 | 2,619,901.1610 | 626,695.1725 |
| 190 | 191 | S 50°33'29.56" W | 20.712 | 191 | 2,619,888.0216 | 626,679.1622 |
| 191 | 192 | S 30°59'07.87" W | 26.186 | 192 | 2,619,867.1046 | 626,663.4084 |
| 192 | 193 | S 37°34'40.42" W | 14.350 | 193 | 2,619,855.7318 | 626,654.6571 |
| 193 | 194 | S 16°40'10.94" W | 21.571 | 194 | 2,619,835.0678 | 626,648.4696 |
| 194 | 195 | S 68°41'41.99" W | 14.194 | 195 | 2,619,829.9106 | 626,635.2455 |
| 195 | 196 | N 81°23'19.42" W | 19.942 | 196 | 2,619,832.8965 | 626,615.5284 |
| 196 | 197 | S 52°06'56.84" W | 38.018 | 197 | 2,619,809.5507 | 626,585.5224 |
| 197 | 198 | S 62°50'31.42" W | 97.266 | 198 | 2,619,765.1541 | 626,498.9797 |
| 198 | 199 | S 01°54'50.84" W | 15.197 | 199 | 2,619,749.9652 | 626,498.4721 |
| 199 | 200 | S 67°30'01.05" E | 144.321 | 200 | 2,619,694.9306 | 626,631.8879 |
| 200 | 201 | S 11°24'58.34" W | 45.929 | 201 | 2,619,649.9101 | 626,622.7949 |
| 201 | 202 | S 75°45'08.43" W | 10.588 | 202 | 2,619,647.3042 | 626,612.5344 |
| 202 | 203 | N 82°57'05.75" W | 24.178 | 203 | 2,619,650.2710 | 626,588.5392 |
| 203 | 204 | N 77°31'30.35" W | 50.682 | 204 | 2,619,661.2190 | 626,539.0534 |
| 204 | 205 | N 80°53'25.15" W | 33.406 | 205 | 2,619,663.8069 | 626,505.7480 |
| 205 | 206 | S 54°29'52.85" W | 45.122 | 206 | 2,619,637.5997 | 626,469.0170 |
| 206 | 207 | S 72°57'43.80" W | 19.337 | 207 | 2,619,631.9340 | 626,450.5290 |
| 207 | 208 | S 81°55'45.05" W | 55.760 | 208 | 2,619,624.1055 | 626,395.3216 |
| 208 | 209 | S 68°46'10.85" W | 9.711 | 209 | 2,619,620.2751 | 626,386.3976 |
| 209 | 210 | S 48°05'51.64" W | 11.035 | 210 | 2,619,612.6234 | 626,378.4469 |
| 210 | 211 | N 71°13'42.83" W | 22.054 | 211 | 2,619,618.2462 | 626,357.1223 |
| 211 | 212 | N 76°31'30.08" W | 12.676 | 212 | 2,619,621.1999 | 626,344.7955 |
| 212 | 213 | N 58°17'50.34" W | 25.496 | 213 | 2,619,634.5986 | 626,323.1035 |
| 213 | 214 | N 64°54'08.43" W | 55.419 | 214 | 2,619,658.1054 | 626,272.9164 |
| 214 | 215 | N 75°34'55.91" W | 25.466 | 215 | 2,619,664.4463 | 626,248.2521 |
| 215 | 216 | S 73°07'09.69" W | 50.470 | 216 | 2,619,649.7908 | 626,199.9564 |
| 216 | 217 | N 81°22'19.86" W | 85.754 | 217 | 2,619,659.6549 | 626,134.9467 |
| 217 | 218 | N 26°44'47.41" W | 42.041 | 218 | 2,619,697.1974 | 626,116.0266 |
| 218 | 151 | N 56°32'17.87" W | 30.865 | 151 | 2,619,714.2155 | 626,090.2776 |

**SUPERFICIE = 100,224.561 m2**

### CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONO 6 BARRERA DE PIEDRA

| LADO EST | LADO PV | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS Y | COORDENADAS X |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 130 | 2,619,728.5343 | 626,099.8765 |
| 130 | 131 | N 22°02'55.41" E | 35.289 | 131 | 2,619,761.2429 | 626,113.1240 |
| 131 | 132 | S 77°16'57.25" E | 293.413 | 132 | 2,619,696.6369 | 626,399.3973 |
| 132 | 133 | S 28°46'54.43" E | 25.155 | 133 | 2,619,674.5892 | 626,411.5090 |
| 133 | 134 | S 00°00'00" E | 46.704 | 134 | 2,619,627.8848 | 626,411.5090 |
| 134 | 135 | S 76°30'15.36" W | 19.642 | 135 | 2,619,623.3008 | 626,392.4090 |
| 135 | 136 | S 76°30'15.12" W | 19.642 | 136 | 2,619,618.7168 | 626,373.3091 |
| 136 | 137 | N 72°59'59.02" W | 41.378 | 137 | 2,619,630.8148 | 626,333.7390 |
| 137 | 138 | N 58°14'02.73" W | 23.817 | 138 | 2,619,643.3531 | 626,313.4899 |
| 138 | 139 | N 67°37'42.08" W | 56.856 | 139 | 2,619,664.9933 | 626,260.9130 |
| 139 | 140 | N 89°33'08.55" W | 13.837 | 140 | 2,619,665.1014 | 626,247.0765 |
| 140 | 130 | N 68°41'14.42" W | 160.286 | 130 | 2,619,728.5343 | 626,099.8765 |

**SUPERFICIE = 19,247.518 m2**

### CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONO 5 BARRERA DE PIEDRA

| LADO EST | LADO PV | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS Y | COORDENADAS X |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 101 | 2,619,763.0470 | 626,496.9909 |
| 101 | 102 | N 67°37'05.73" W | 72.319 | 102 | 2,619,790.5843 | 626,430.1198 |
| 102 | 103 | N 08°49'45.26" E | 22.187 | 103 | 2,619,812.5089 | 626,433.5254 |
| 103 | 104 | N 14°50'04.39" E | 27.881 | 104 | 2,619,839.4610 | 626,440.6638 |
| 104 | 105 | N 37°15'32.65" E | 35.162 | 105 | 2,619,868.8636 | 626,459.9477 |
| 105 | 106 | N 50°37'07.71" E | 45.881 | 106 | 2,619,897.9738 | 626,495.4106 |
| 106 | 107 | N 60°07'21.54" E | 37.794 | 107 | 2,619,913.8731 | 626,529.6981 |
| 107 | 108 | N 64°21'04.52" E | 51.269 | 108 | 2,619,936.0651 | 626,575.9156 |
| 108 | 109 | N 75°13'23.30" E | 32.104 | 109 | 2,619,944.2535 | 626,606.9581 |
| 109 | 110 | N 59°20'06.18" E | 42.965 | 110 | 2,619,966.1666 | 626,643.9154 |
| 110 | 111 | N 73°06'01.00" E | 37.185 | 111 | 2,619,976.9762 | 626,679.4948 |
| 111 | 112 | S 74°53'09.45" E | 27.034 | 112 | 2,619,969.9272 | 626,705.5941 |
| 112 | 113 | N 60°47'34.28" E | 44.458 | 113 | 2,619,991.6213 | 626,744.3997 |
| 113 | 114 | N 31°10'38.47" E | 59.695 | 114 | 2,620,042.6942 | 626,775.3030 |
| 114 | 115 | N 87°13'19.17" E | 38.450 | 115 | 2,620,044.5578 | 626,813.7074 |
| 115 | 116 | N 74°12'29.76" E | 42.381 | 116 | 2,620,056.0914 | 626,854.4888 |
| 116 | 117 | N 72°34'26.54" E | 54.185 | 117 | 2,620,072.3183 | 626,906.1869 |
| 117 | 118 | S 35°06'11.88" E | 10.550 | 118 | 2,620,063.6873 | 626,912.2536 |
| 118 | 119 | S 17°59'41.62" W | 73.141 | 119 | 2,619,994.1238 | 626,889.6579 |
| 119 | 120 | S 12°11'50.37" W | 44.128 | 120 | 2,619,950.9914 | 626,880.3345 |
| 120 | 121 | S 18°19'14.35" W | 39.773 | 121 | 2,619,913.2347 | 626,867.8325 |
| 121 | 122 | S 89°07'54.61" W | 92.431 | 122 | 2,619,911.8342 | 626,775.4126 |
| 122 | 123 | S 73°03'59.69" W | 24.772 | 123 | 2,619,904.6191 | 626,751.7146 |
| 123 | 124 | S 89°55'51.97" W | 49.124 | 124 | 2,619,904.5600 | 626,702.5906 |
| 124 | 125 | S 45°53'24.20" W | 78.129 | 125 | 2,619,850.1794 | 626,646.4936 |
| 125 | 101 | S 59°45'56.65" W | 173.041 | 101 | 2,619,763.0470 | 626,496.9909 |

**SUPERFICIE = 52,580.790 m2**

### CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONO 8 BARRERA DE PIEDRA

| LADO EST | LADO PV | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS Y | COORDENADAS X |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 221 | 2,619,710.3116 | 625,945.2977 |
| 221 | 222 | S 47°35'20.33" W | 94.771 | 222 | 2,619,646.3936 | 625,875.3257 |
| 222 | 223 | S 07°40'44.08" W | 19.324 | 223 | 2,619,627.2433 | 625,872.7436 |
| 223 | 224 | S 24°21'52.84" E | 29.869 | 224 | 2,619,600.0346 | 625,885.0659 |
| 224 | 225 | S 11°37'53.86" W | 53.129 | 225 | 2,619,547.9970 | 625,874.3541 |
| 225 | 226 | S 75°00'59.32" W | 39.611 | 226 | 2,619,537.7558 | 625,836.0894 |
| 226 | 227 | S 80°01'18.48" W | 54.176 | 227 | 2,619,528.3685 | 625,782.7326 |
| 227 | 228 | S 78°17'23.57" W | 56.994 | 228 | 2,619,516.8010 | 625,726.9250 |
| 228 | 229 | N 82°55'50.19" W | 69.854 | 229 | 2,619,525.3080 | 625,657.6023 |
| 229 | 230 | N 69°36'15.85" W | 38.024 | 230 | 2,619,541.1033 | 625,622.9731 |
| 230 | 231 | N 83°32'20.28" W | 72.216 | 231 | 2,619,549.2295 | 625,551.2162 |
| 231 | 232 | N 71°46'26.72" W | 75.705 | 232 | 2,619,572.9075 | 625,479.3089 |
| 232 | 233 | N 44°33'51.81" W | 90.311 | 233 | 2,619,600.4919 | 625,457.2631 |
| 233 | 234 | N 08°02'09.06" W | 42.819 | 234 | 2,619,643.0731 | 625,452.7607 |
| 234 | 235 | N 21°53'08.84" E | 28.322 | 235 | 2,619,669.3535 | 625,463.3178 |
| 235 | 236 | N 77°13'01.31" E | 47.151 | 236 | 2,619,679.7861 | 625,509.3003 |
| 236 | 237 | S 85°39'17.66" E | 60.833 | 237 | 2,619,675.1923 | 625,569.7591 |
| 237 | 238 | N 80°29'55.80" E | 34.367 | 238 | 2,619,680.8653 | 625,603.6550 |
| 238 | 239 | N 06°08'11.45" W | 50.896 | 239 | 2,619,731.4692 | 625,598.2144 |
| 239 | 240 | N 29°50'33.70" W | 94.604 | 240 | 2,619,813.5280 | 625,551.1377 |
| 240 | 241 | N 02°47'45.35" E | 46.980 | 241 | 2,619,860.4517 | 625,553.4293 |
| 241 | 242 | N 30°44'36.89" E | 29.877 | 242 | 2,619,886.1301 | 625,568.7024 |
| 242 | 243 | S 74°35'51.90" E | 94.733 | 243 | 2,619,860.9696 | 625,660.0332 |
| 243 | 244 | S 62°56'38.37" E | 38.929 | 244 | 2,619,843.2621 | 625,694.7023 |
| 244 | 245 | S 54°30'31.16" E | 103.590 | 245 | 2,619,786.2257 | 625,781.1761 |
| 245 | 246 | S 64°40'37.75" E | 73.172 | 246 | 2,619,754.9288 | 625,847.3170 |
| 246 | 247 | N 89°44'02.98" E | 66.060 | 247 | 2,619,755.2353 | 625,913.3768 |
| 247 | 221 | S 39°23'45.82" E | 55.110 | 221 | 2,619,710.3116 | 625,945.2977 |

**SUPERFICIE = 105,086.850 m2**

### CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONO 9 CORDON DE MATERIAL VEGETAL

| LADO EST | LADO PV | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS Y | COORDENADAS X |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 251 | 2,619,621.3641 | 626,010.6206 |
| 251 | 252 | N 66°19'33.87" W | 63.030 | 252 | 2,619,646.6724 | 625,952.8953 |
| 252 | 253 | S 66°15'47.87" W | 33.603 | 253 | 2,619,633.1462 | 625,922.1354 |
| 253 | 254 | S 44°55'00.10" W | 22.370 | 254 | 2,619,617.3054 | 625,906.3406 |
| 254 | 255 | S 79°55'25.02" W | 12.967 | 255 | 2,619,615.0367 | 625,893.5734 |
| 255 | 256 | N 35°12'19.72" W | 27.891 | 256 | 2,619,637.8265 | 625,877.4937 |
| 256 | 257 | N 43°03'53.87" W | 26.600 | 257 | 2,619,657.2614 | 625,895.6548 |
| 257 | 258 | N 65°56'16.22" E | 19.993 | 258 | 2,619,665.4131 | 625,913.9104 |
| 258 | 259 | N 49°07'12.77" E | 40.109 | 259 | 2,619,691.6633 | 625,944.2361 |
| 259 | 260 | N 43°08'56.47" E | 36.643 | 260 | 2,619,718.3974 | 625,969.2963 |
| 260 | 261 | S 47°53'19.69" E | 27.572 | 261 | 2,619,633.1462 | 625,989.0924 |
| 261 | 262 | S 67°38'09.53" E | 26.040 | 262 | 2,619,686.8354 | 626,012.0059 |
| 262 | 263 | N 31°33'37.39" E | 23.354 | 263 | 2,619,706.7353 | 626,024.2295 |
| 263 | 264 | N 24°01'24.68" E | 33.473 | 264 | 2,619,737.3086 | 626,037.8566 |
| 264 | 265 | S 41°18'05.54" E | 32.627 | 265 | 2,619,721.6411 | 626,066.4757 |
| 265 | 266 | S 67°48'36.44" E | 32.592 | 266 | 2,619,709.3317 | 626,096.6541 |
| 266 | 267 | S 28°13'51.20" W | 43.168 | 267 | 2,619,670.6094 | 626,077.5744 |
| 267 | 268 | S 12°40'10.27" E | 11.771 | 268 | 2,619,659.1248 | 626,080.1562 |
| 268 | 269 | S 25°22'59.73" E | 22.890 | 269 | 2,619,638.4441 | 626,089.9696 |
| 269 | 270 | S 86°19'38.32" E | 10.780 | 270 | 2,619,637.7536 | 626,100.7264 |
| 270 | 271 | S 59°59'10.49" E | 16.144 | 271 | 2,619,629.6784 | 626,114.7054 |
| 271 | 272 | N 45°05'26.99" E | 13.917 | 272 | 2,619,636.4060 | 626,126.8879 |
| 272 | 273 | N 77°35'14.87" E | 34.671 | 273 | 2,619,643.8584 | 626,160.7481 |
| 273 | 274 | S 82°47'38.75" E | 27.672 | 274 | 2,619,641.1388 | 626,182.2501 |
| 274 | 275 | N 88°40'54.32" E | 13.088 | 275 | 2,619,641.4409 | 626,195.3343 |
| 275 | 276 | N 88°23'50.25" E | 8.682 | 276 | 2,619,641.6837 | 626,204.0129 |
| 276 | 277 | S 19°28'38.30" W | 92.905 | 277 | 2,619,554.0958 | 626,173.0355 |
| 277 | 278 | N 71°17'20.47" W | 112.839 | 278 | 2,619,590.2938 | 626,066.1606 |
| 278 | 251 | N 60°46'35.26" W | 63.640 | 251 | 2,619,621.3641 | 626,010.6206 |

**SUPERFICIE = 23,197.807 m2**

### CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONO 10 CORDON DE MATERIAL VEGETAL

| LADO EST | LADO PV | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS Y | COORDENADAS X |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 281 | 2,618,960.6095 | 626,321.2269 |
| 281 | 282 | N 69°36'04.04" W | 92.631 | 282 | 2,618,992.8964 | 626,234.4047 |
| 282 | 283 | N 55°55'41.28" W | 62.042 | 283 | 2,619,027.6542 | 626,183.0133 |
| 283 | 284 | N 19°44'57.25" W | 19.748 | 284 | 2,619,046.2406 | 626,176.3404 |
| 284 | 285 | N 45°36'41.79" E | 47.919 | 285 | 2,619,079.7607 | 626,210.5839 |
| 285 | 286 | N 45°56'08.38" E | 22.247 | 286 | 2,619,095.2330 | 626,226.5700 |
| 286 | 287 | N 37°03'30.49" E | 62.605 | 287 | 2,619,147.7029 | 626,260.7205 |
| 287 | 288 | N 34°21'21.28" E | 31.662 | 288 | 2,619,173.8417 | 626,278.5885 |
| 288 | 289 | N 34°59'07.59" E | 29.256 | 289 | 2,619,197.8109 | 626,295.3629 |
| 289 | 290 | S 45°16'47.78" E | 44.049 | 290 | 2,619,166.8164 | 626,326.6617 |
| 290 | 291 | N 78°36'22.75" E | 13.061 | 291 | 2,619,169.3967 | 626,339.4658 |
| 291 | 292 | N 87°21'08.43" E | 49.068 | 292 | 2,619,171.6633 | 626,388.4817 |
| 292 | 293 | N 78°01'21.60" E | 46.025 | 293 | 2,619,181.2146 | 626,433.5046 |
| 293 | 294 | N 77°42'40.26" E | 41.200 | 294 | 2,619,189.9837 | 626,473.7609 |
| 294 | 295 | N 06°54'42.95" E | 67.581 | 295 | 2,619,257.0734 | 626,481.8939 |
| 295 | 296 | N 09°14'33.87" W | 99.910 | 296 | 2,619,355.6867 | 626,465.8465 |
| 296 | 297 | S 59°38'19.48" E | 37.268 | 297 | 2,619,336.8495 | 626,498.0035 |
| 297 | 298 | S 32°08'30.42" E | 53.848 | 298 | 2,619,291.2546 | 626,526.6515 |
| 298 | 299 | S 18°49'37.09" E | 35.494 | 299 | 2,619,257.6600 | 626,538.1057 |
| 299 | 300 | S 21°00'18.48" W | 25.803 | 300 | 2,619,233.5715 | 626,528.8565 |
| 300 | 301 | S 05°07'47.00" E | 27.411 | 301 | 2,619,206.2705 | 626,531.3073 |
| 301 | 302 | S 44°28'21.71" E | 25.492 | 302 | 2,619,188.0794 | 626,549.1665 |
| 302 | 303 | N 49°25'21.28" E | 37.870 | 303 | 2,619,212.7131 | 626,577.8301 |
| 303 | 304 | N 34°25'53.56" E | 23.747 | 304 | 2,619,232.2995 | 626,591.3570 |
| 304 | 305 | S 82°54'56.01" E | 112.909 | 305 | 2,619,218.3742 | 626,703.4043 |
| 305 | 306 | S 48°42'58.51" E | 23.931 | 306 | 2,619,202.5849 | 626,721.3872 

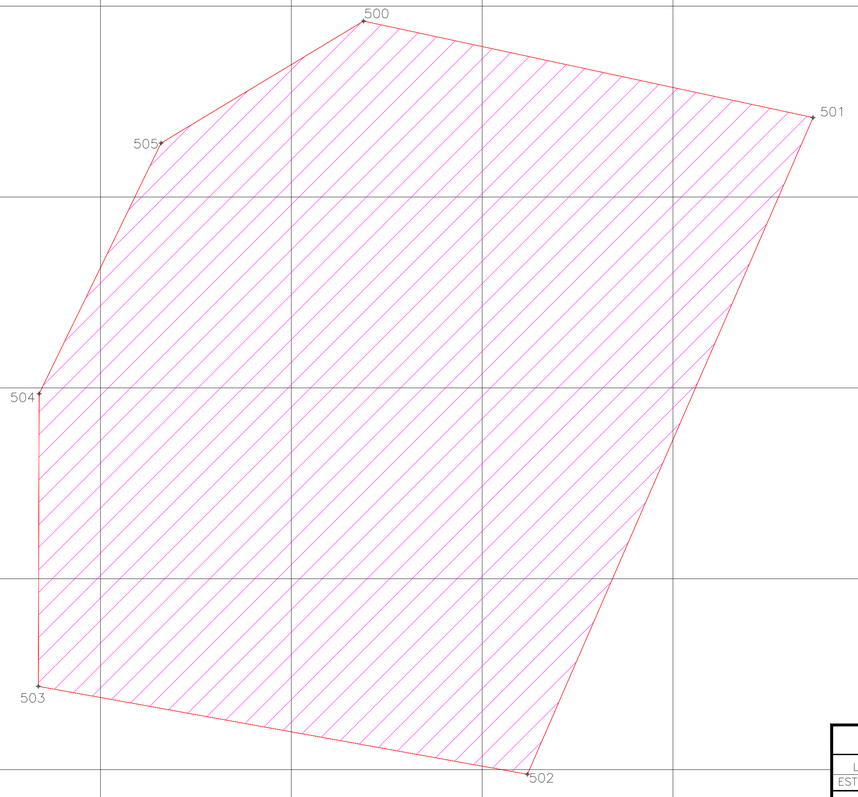
E-633600 E-633900 E-634200 E-634500 E-634800 E-635100 E-635400 E-635700 E-636000 E-636300 E-636600 E-636900

N-2615700 N-2615400 N-2615100 N-2614800 N-2614500 N-2614200

N

O E

S




SIMBOLOGÍA

- REUBICACIÓN (11,OO PLANTAS EN 10 HA).
- BARRERA DE PIEDRA (7000 M, A CADA 40 M).
- CORDON DE MATERIAL VEGETAL (56,640 M, A CADA 20 M).

CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONO 14 CORDON DE MATERIAL VEGETAL

| LADO EST | LADO PV | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS Y | COORDENADAS X |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 500 | 2,615,676.5100 | 635,213.5100 |
| 500 | 501 | S 77°53'30.24" E | 722.780 | 501 | 2,615,524.9000 | 635,920.2100 |
| 501 | 502 | S 23°30'25.08" W | 1,125.656 | 502 | 2,614,492.6600 | 635,471.2300 |
| 502 | 503 | N 79°48'17.34" W | 781.347 | 503 | 2,614,630.9600 | 634,702.2200 |
| 503 | 504 | N 00°10'01.13" E | 459.792 | 504 | 2,615,090.7500 | 634,703.5600 |
| 504 | 505 | N 25°56'44.96" E | 438.219 | 505 | 2,615,484.8000 | 634,895.2900 |
| 505 | 500 | N 58°56'00.08" E | 371.506 | 500 | 2,615,676.5100 | 635,213.5100 |
| SUPERFICIE = 997,313.352 m2 | | | | | | |

ESCALA GRÁFICA

0 45 90 225 450

METROS DATUM: WGS84

Industria Minera México, S.A. de C.V.

GrupoMéxico MINERÍA

Manifiesto de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA–R)

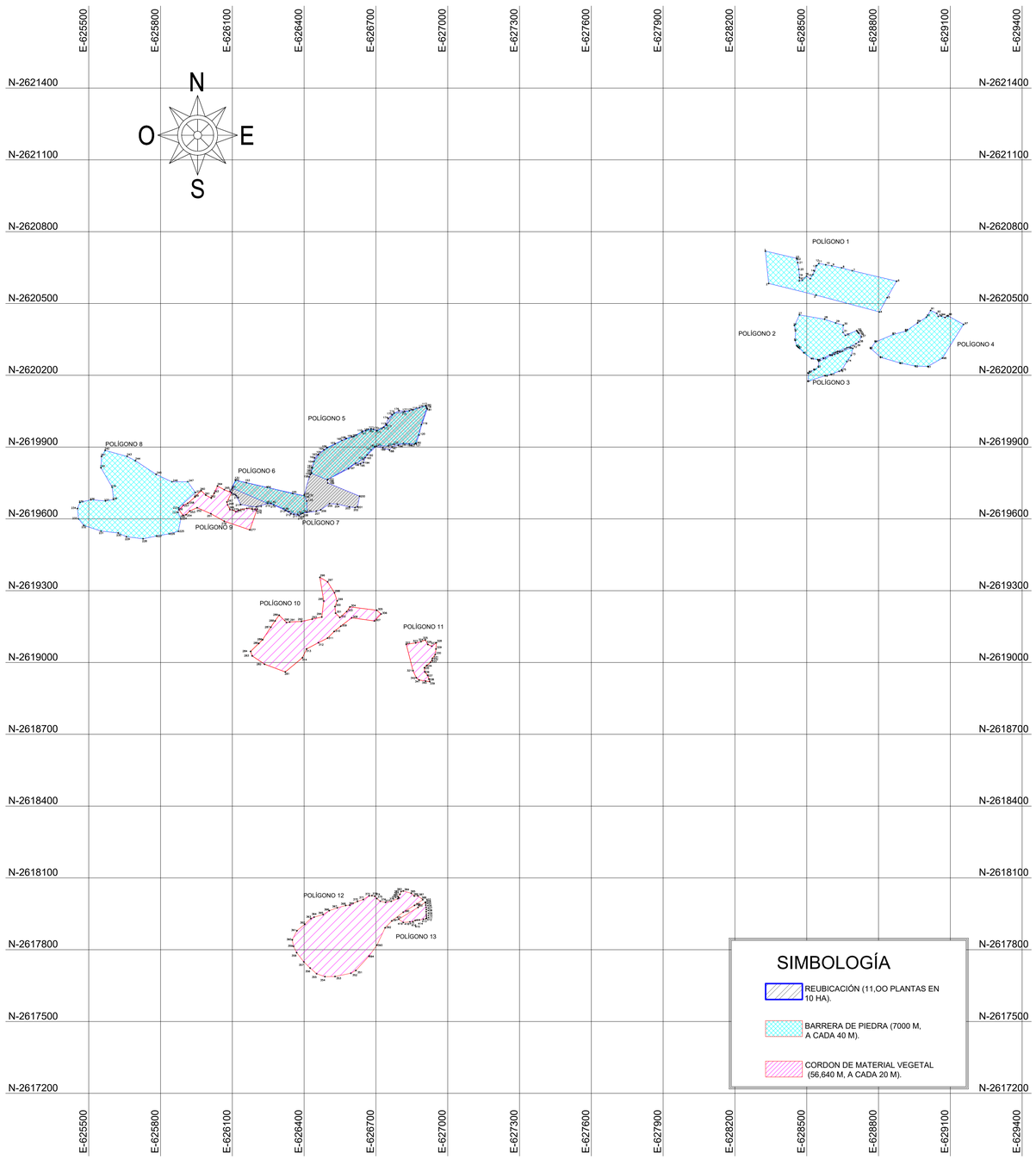
Proyecto: "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Marín y Obras Asociadas".

PLANO: Medidas de Mitigación

ESCALA: 1:4,500

[redacted]

CLAVE: COM-02




### CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONO 4 BARRERA DE PIEDRA

| LADO EST | LADO PV | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS Y | COORDENADAS X |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 81 | 2,620,236.6441 | 629,005.4374 |
| 81 | 82 | N 8°49'15.87" W | 52.339 | 82 | 2,620,238.6341 | 628,953.1365 |
| 82 | 83 | N 78°33'43.69" W | 64.085 | 83 | 2,620,251.3425 | 628,890.3238 |
| 83 | 84 | N 73°54'05.70" W | 84.618 | 84 | 2,620,274.8057 | 628,809.0239 |
| 84 | 85 | N 48°02'31.95" W | 55.935 | 85 | 2,620,312.2026 | 628,767.4288 |
| 85 | 86 | N 36°24'22.49" E | 33.649 | 86 | 2,620,339.2847 | 628,787.4000 |
| 86 | 87 | N 67°11'51.90" E | 81.578 | 87 | 2,620,370.9002 | 628,862.6022 |
| 87 | 88 | N 75°17'52.55" E | 53.622 | 88 | 2,620,384.5090 | 628,914.4681 |
| 88 | 89 | N 54°49'09.87" E | 59.499 | 89 | 2,620,418.7903 | 628,963.0884 |
| 89 | 90 | N 57°14'44.65" E | 44.055 | 90 | 2,620,442.6260 | 629,000.1490 |
| 90 | 91 | N 31°39'27.82" E | 33.271 | 91 | 2,620,470.9464 | 629,017.6112 |
| 91 | 92 | S 65°05'45.48" E | 28.513 | 92 | 2,620,458.9397 | 629,043.4727 |
| 92 | 93 | S 24°58'23.61" E | 14.896 | 93 | 2,620,445.4331 | 629,049.7537 |
| 93 | 94 | N 81°40'26.55" E | 12.412 | 94 | 2,620,447.2304 | 629,062.0348 |
| 94 | 95 | S 69°17'15.31" E | 16.870 | 95 | 2,620,441.2637 | 629,077.8149 |
| 95 | 96 | N 56°58'35.25" E | 13.809 | 96 | 2,620,448.7894 | 629,089.3930 |
| 96 | 97 | S 61°10'15.74" E | 75.096 | 97 | 2,620,412.5782 | 629,155.1821 |
| 97 | 98 | S 32°06'26.64" W | 166.287 | 98 | 2,620,271.7246 | 629,066.7994 |
| 98 | 81 | S 60°14'36.73" W | 70.682 | 81 | 2,620,236.6441 | 629,005.4374 |

**SUPERFICIE = 49,858.039 m2**

### CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONO 3 BARRERA DE PIEDRA

| LADO EST | LADO PV | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS Y | COORDENADAS X |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 61 | 2,620,174.9948 | 628,505.8939 |
| 61 | 62 | N 00°50'40.17" E | 33.203 | 62 | 2,620,208.1944 | 628,506.3833 |
| 62 | 63 | N 49°16'38.68" E | 8.903 | 63 | 2,620,214.0030 | 628,513.1310 |
| 63 | 64 | N 64°22'39.58" E | 20.616 | 64 | 2,620,222.9179 | 628,531.7193 |
| 64 | 65 | N 57°27'56.75" E | 21.787 | 65 | 2,620,234.6350 | 628,550.0871 |
| 65 | 66 | N 00°41'19.89" E | 23.584 | 66 | 2,620,258.2169 | 628,550.3707 |
| 66 | 67 | N 64°31'46.89" E | 61.619 | 67 | 2,620,284.7158 | 628,606.0010 |
| 67 | 68 | N 76°39'43.52" E | 9.491 | 68 | 2,620,286.9053 | 628,615.2361 |
| 68 | 69 | N 73°49'45.54" E | 15.023 | 69 | 2,620,291.0891 | 628,629.6644 |
| 69 | 70 | N 64°11'26.45" E | 22.235 | 70 | 2,620,300.7695 | 628,649.6811 |
| 70 | 71 | N 68°19'15.71" E | 37.431 | 71 | 2,620,314.5987 | 628,684.4643 |
| 71 | 72 | S 73°26'51.20" E | 8.160 | 72 | 2,620,312.2718 | 628,692.2865 |
| 72 | 73 | S 12°58'13.95" E | 29.790 | 73 | 2,620,283.2415 | 628,685.6000 |
| 73 | 74 | S 34°32'20.15" W | 31.803 | 74 | 2,620,257.0439 | 628,667.5687 |
| 74 | 75 | S 31°42'53.97" W | 40.206 | 75 | 2,620,222.8415 | 628,646.4325 |
| 75 | 76 | S 61°22'04.08" W | 12.319 | 76 | 2,620,216.9382 | 628,635.6196 |
| 76 | 77 | S 69°08'36.57" W | 36.319 | 77 | 2,620,204.0077 | 628,601.6808 |
| 77 | 78 | S 77°26'03.14" W | 25.569 | 78 | 2,620,198.4449 | 628,576.7249 |
| 78 | 61 | S 71°40'53.71" W | 74.611 | 61 | 2,620,174.9948 | 628,505.8939 |

**SUPERFICIE = 11,137.822 m2**

### CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONO 2 BARRERA DE PIEDRA

| LADO EST | LADO PV | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS Y | COORDENADAS X |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 26 | 2,620,407.6040 | 628,448.9265 |
| 26 | 27 | N 25°02'13.44" E | 49.217 | 27 | 2,620,452.1967 | 628,469.7555 |
| 27 | 28 | S 80°13'16.09" E | 106.386 | 28 | 2,620,434.1274 | 628,574.5962 |
| 28 | 29 | S 71°21'56.21" E | 48.923 | 29 | 2,620,418.4950 | 628,620.9549 |
| 29 | 30 | S 73°49'02.00" E | 33.180 | 30 | 2,620,409.2476 | 628,652.8203 |
| 30 | 31 | S 03°26'11.08" W | 29.229 | 31 | 2,620,380.0713 | 628,651.0683 |
| 31 | 32 | S 36°40'07.80" E | 16.754 | 32 | 2,620,366.6331 | 628,661.0724 |
| 32 | 33 | N 67°13'55.81" E | 51.989 | 33 | 2,620,386.7528 | 628,709.0116 |
| 33 | 34 | S 32°12'26.85" E | 6.259 | 34 | 2,620,381.4567 | 628,712.3477 |
| 34 | 35 | S 38°30'35.53" E | 4.676 | 35 | 2,620,377.7977 | 628,715.2592 |
| 35 | 36 | S 50°53'01.61" E | 3.206 | 36 | 2,620,375.7750 | 628,717.7467 |
| 36 | 37 | S 34°39'32.48" E | 18.306 | 37 | 2,620,360.7175 | 628,728.1570 |
| 37 | 38 | S 27°08'45.28" W | 24.045 | 38 | 2,620,339.3213 | 628,717.1864 |
| 38 | 39 | S 59°30'11.85" W | 13.893 | 39 | 2,620,331.4531 | 628,705.7367 |
| 39 | 40 | S 66°25'08.89" W | 40.562 | 40 | 2,620,315.2264 | 628,668.5613 |
| 40 | 41 | S 69°06'56.45" W | 43.187 | 41 | 2,620,299.8308 | 628,628.2112 |
| 41 | 42 | S 67°43'04.45" W | 35.184 | 42 | 2,620,285.3620 | 628,596.1396 |
| 42 | 43 | S 63°23'18.38" W | 30.312 | 43 | 2,620,271.7840 | 628,569.0388 |
| 43 | 44 | S 75°07'30.32" W | 24.284 | 44 | 2,620,265.5501 | 628,545.5685 |
| 44 | 45 | N 79°47'18.75" W | 26.155 | 45 | 2,620,270.1869 | 628,519.8280 |
| 45 | 46 | N 53°18'22.07" W | 39.469 | 46 | 2,620,293.7714 | 628,488.1799 |
| 46 | 47 | N 43°19'46.04" W | 26.592 | 47 | 2,620,313.1150 | 628,469.8326 |
| 47 | 48 | N 55°42'36.01" W | 6.414 | 48 | 2,620,316.7287 | 628,464.6331 |
| 48 | 49 | N 49°26'25.25" W | 8.039 | 49 | 2,620,322.3691 | 628,458.9054 |
| 49 | 50 | N 17°25'45.11" W | 24.664 | 50 | 2,620,345.8002 | 628,451.5180 |
| 50 | 51 | N 02°33'53.68" E | 39.721 | 51 | 2,620,385.5819 | 628,453.2840 |
| 51 | 26 | N 11°11'33.24" W | 22.449 | 26 | 2,620,407.6040 | 628,448.9265 |

**SUPERFICIE = 32,872.272 m2**

### CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONO 1 BARRERA DE PIEDRA

| LADO EST | LADO PV | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS Y | COORDENADAS X |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1 | 2,620,718.9734 | 626,327.1392 |
| 1 | 2 | S 05°53'27.75" E | 135.980 | 2 | 2,620,583.7111 | 628,341.0958 |
| 2 | 3 | S 76°08'27.23" E | 204.092 | 3 | 2,620,534.8239 | 628,539.2464 |
| 3 | 4 | S 75°09'47.79" E | 273.585 | 4 | 2,620,464.7682 | 628,803.7101 |
| 4 | 5 | N 28°34'29.40" E | 67.884 | 5 | 2,620,524.3835 | 628,836.1795 |
| 5 | 6 | N 29°47'15.80" E | 79.346 | 6 | 2,620,593.2459 | 628,875.5978 |
| 6 | 7 | N 76°45'11.48" E | 190.911 | 7 | 2,620,636.9925 | 628,689.7663 |
| 7 | 8 | N 75°02'10.10" E | 45.512 | 8 | 2,620,648.7441 | 628,645.7977 |
| 8 | 9 | N 78°41'50.44" E | 42.452 | 9 | 2,620,657.0644 | 628,604.1688 |
| 9 | 10 | N 79°40'21.14" E | 25.254 | 10 | 2,620,661.5918 | 628,579.3239 |
| 10 | 11 | N 78°22'30.78" E | 29.373 | 11 | 2,620,667.5105 | 628,550.5536 |
| 11 | 12 | S 42°09'35.33" W | 12.966 | 12 | 2,620,657.8991 | 628,541.8508 |
| 12 | 13 | S 22°56'24.65" W | 23.861 | 13 | 2,620,635.9257 | 628,532.5507 |
| 13 | 14 | S 24°22'33.52" W | 16.427 | 14 | 2,620,620.9633 | 628,525.7710 |
| 14 | 15 | S 31°50'17.52" W | 21.010 | 15 | 2,620,603.1146 | 628,514.6878 |
| 15 | 16 | N 54°12'31.09" W | 18.889 | 16 | 2,620,614.1614 | 628,499.3662 |
| 16 | 17 | S 44°24'25.87" W | 24.978 | 17 | 2,620,596.3179 | 628,481.8881 |
| 17 | 18 | S 83°08'18.19" W | 13.009 | 18 | 2,620,594.7636 | 628,468.9721 |
| 18 | 19 | N 02°10'40.21" E | 14.046 | 19 | 2,620,608.7990 | 628,469.5058 |
| 19 | 20 | N 03°48'30.52" W | 34.358 | 20 | 2,620,643.0807 | 628,467.2237 |
| 20 | 21 | N 09°45'24.43" W | 27.921 | 21 | 2,620,670.5978 | 628,462.4921 |
| 21 | 22 | N 14°27'34.39" W | 15.353 | 22 | 2,620,685.4647 | 628,458.6584 |
| 22 | 23 | N 00°52'04.25" W | 2.917 | 23 | 2,620,688.3811 | 628,458.6143 |
| 23 | 1 | N 76°54'04.35" W | 134.987 | 1 | 2,620,718.9734 | 628,327.1392 |

**SUPERFICIE = 64,865.149 m2**

### CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONO 7 REUBICACION

| LADO EST | LADO PV | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS Y | COORDENADAS X |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 151 | 2,619,714.2155 | 626,090.2776 |
| 151 | 152 | N 25°54'39.16" E | 52.283 | 152 | 2,619,761.2429 | 626,113.1240 |
| 152 | 153 | S 77°52'13.26" E | 45.848 | 153 | 2,619,751.6092 | 626,157.9479 |
| 153 | 154 | S 77°09'25.80" E | 90.001 | 154 | 2,619,731.6041 | 626,245.6974 |
| 154 | 155 | S 76°30'09.12" E | 109.726 | 155 | 2,619,705.9937 | 626,352.3930 |
| 155 | 156 | S 78°44'29.91" E | 47.927 | 156 | 2,619,696.6369 | 626,399.5973 |
| 156 | 157 | N 12°36'14.44" E | 5.047 | 157 | 2,619,701.5625 | 626,400.4986 |
| 157 | 158 | N 15°38'06.54" E | 76.822 | 158 | 2,619,775.5420 | 626,421.2020 |
| 158 | 159 | N 27°47'48.42" E | 10.684 | 159 | 2,619,784.9931 | 626,426.1854 |
| 159 | 160 | N 29°43'45.63" E | 9.465 | 160 | 2,619,793.2120 | 626,430.8789 |
| 160 | 161 | N 09°29'23.67" E | 22.638 | 161 | 2,619,815.5401 | 626,434.6113 |
| 161 | 162 | N 13°10'05.75" E | 39.850 | 162 | 2,619,854.3423 | 626,443.6896 |
| 162 | 163 | N 44°33'10.83" E | 19.927 | 163 | 2,619,868.5467 | 626,457.6655 |
| 163 | 164 | N 51°38'25.80" E | 32.184 | 164 | 2,619,888.5196 | 626,482.9017 |
| 164 | 165 | N 62°22'30.51" E | 84.523 | 165 | 2,619,927.7111 | 626,557.7890 |
| 165 | 166 | N 71°24'38.41" E | 44.855 | 166 | 2,619,942.0100 | 626,600.3026 |
| 166 | 167 | N 63°32'43.00" E | 46.998 | 167 | 2,619,962.9470 | 626,642.3799 |
| 167 | 168 | N 70°43'28.82" E | 15.837 | 168 | 2,619,968.1749 | 626,657.3289 |
| 168 | 169 | N 77°32'19.62" E | 22.418 | 169 | 2,619,973.0121 | 626,679.2185 |
| 169 | 170 | N 81°30'57.60" E | 10.424 | 170 | 2,619,974.5500 | 626,689.5286 |
| 170 | 171 | S 68°44'13.80" E | 16.210 | 171 | 2,619,967.8888 | 626,704.3072 |
| 171 | 172 | N 61°36'01.74" E | 31.895 | 172 | 2,619,983.0585 | 626,732.3636 |
| 172 | 173 | N 38°08'34.28" E | 16.684 | 173 | 2,619,996.1797 | 626,742.6878 |
| 173 | 174 | N 19°30'19.54" E | 25.222 | 174 | 2,620,019.9540 | 626,751.0893 |
| 174 | 175 | N 47°00'04.08" E | 22.816 | 175 | 2,620,035.4849 | 626,767.8052 |
| 175 | 176 | N 58°56'45.03" E | 32.979 | 176 | 2,620,052.4968 | 626,796.0553 |
| 176 | 177 | S 83°11'03.47" E | 23.383 | 177 | 2,620,049.7218 | 626,819.2731 |
| 177 | 178 | N 84°52'13.57" E | 20.303 | 178 | 2,620,051.5371 | 626,839.4951 |
| 178 | 179 | N 72°30'55.51" E | 44.461 | 179 | 2,620,064.8954 | 626,881.9020 |
| 179 | 180 | N 74°42'04.10" E | 28.509 | 180 | 2,620,072.4176 | 626,909.4008 |
| 180 | 181 | S 22°02'26.81" E | 13.439 | 181 | 2,620,059.9608 | 626,914.4440 |
| 181 | 182 | S 18°53'16.17" W | 150.709 | 182 | 2,619,917.3667 | 626,865.6570 |
| 182 | 183 | S 44°34'06.51" W | 6.603 | 183 | 2,619,912.6624 | 626,861.0231 |
| 183 | 184 | N 86°06'41.24" W | 23.186 | 184 | 2,619,914.2348 | 626,837.8900 |
| 184 | 185 | N 84°09'06.48" W | 22.792 | 185 | 2,619,916.5571 | 626,815.2168 |
| 185 | 186 | S 67°34'34.38" W | 23.602 | 186 | 2,619,907.5542 | 626,793.3997 |
| 186 | 187 | S 75°37'41.46" W | 27.138 | 187 | 2,619,900.8183 | 626,767.1113 |
| 187 | 188 | S 40°50'50.47" W | 16.470 | 188 | 2,619,888.2068 | 626,756.2094 |
| 188 | 189 | N 72°04'34.09" W | 28.660 | 189 | 2,619,897.0269 | 626,728.9408 |
| 189 | 190 | N 83°01'12.92" W | 34.020 | 190 | 2,619,901.1610 | 626,695.1725 |
| 190 | 191 | S 50°33'29.56" W | 20.712 | 191 | 2,619,888.0216 | 626,679.1622 |
| 191 | 192 | S 30°59'07.87" W | 26.186 | 192 | 2,619,867.1046 | 626,663.4084 |
| 192 | 193 | S 37°34'40.42" W | 14.350 | 193 | 2,619,855.7318 | 626,654.6571 |
| 193 | 194 | S 16°40'10.94" W | 21.571 | 194 | 2,619,835.0678 | 626,648.4696 |
| 194 | 195 | S 68°41'41.99" W | 14.194 | 195 | 2,619,829.9106 | 626,635.2455 |
| 195 | 196 | N 81°23'19.42" W | 19.942 | 196 | 2,619,832.8965 | 626,615.5284 |
| 196 | 197 | S 52°06'56.84" W | 38.018 | 197 | 2,619,809.5507 | 626,585.5224 |
| 197 | 198 | S 62°50'31.42" W | 97.266 | 198 | 2,619,765.1541 | 626,498.9797 |
| 198 | 199 | S 01°54'50.84" W | 15.197 | 199 | 2,619,749.9652 | 626,498.4721 |
| 199 | 200 | S 67°30'01.05" E | 144.321 | 200 | 2,619,694.9306 | 626,631.8879 |
| 200 | 201 | S 11°24'58.34" W | 45.929 | 201 | 2,619,649.9101 | 626,622.7949 |
| 201 | 202 | S 75°45'08.43" W | 10.588 | 202 | 2,619,647.3042 | 626,612.5344 |
| 202 | 203 | N 82°57'05.75" W | 24.178 | 203 | 2,619,650.2710 | 626,588.5392 |
| 203 | 204 | N 77°31'30.35" W | 50.682 | 204 | 2,619,661.2190 | 626,539.0534 |
| 204 | 205 | N 80°53'25.15" W | 33.406 | 205 | 2,619,663.8069 | 626,505.7480 |
| 205 | 206 | S 54°29'52.85" W | 45.122 | 206 | 2,619,637.5997 | 626,469.0170 |
| 206 | 207 | S 72°57'43.80" W | 19.337 | 207 | 2,619,631.9340 | 626,450.5290 |
| 207 | 208 | S 81°55'45.05" W | 55.760 | 208 | 2,619,624.1055 | 626,395.3216 |
| 208 | 209 | S 68°46'10.85" W | 9.711 | 209 | 2,619,620.2751 | 626,386.3976 |
| 209 | 210 | S 48°05'51.64" W | 11.035 | 210 | 2,619,612.6234 | 626,378.4469 |
| 210 | 211 | N 71°13'42.83" W | 22.054 | 211 | 2,619,618.2462 | 626,357.1223 |
| 211 | 212 | N 76°31'30.08" W | 12.676 | 212 | 2,619,621.1999 | 626,344.7955 |
| 212 | 213 | N 58°17'50.34" W | 25.496 | 213 | 2,619,634.5986 | 626,323.1035 |
| 213 | 214 | N 64°54'08.43" W | 55.419 | 214 | 2,619,658.1054 | 626,272.9164 |
| 214 | 215 | N 75°34'55.91" W | 25.466 | 215 | 2,619,664.4463 | 626,248.2521 |
| 215 | 216 | S 73°07'09.69" W | 50.470 | 216 | 2,619,649.7908 | 626,199.9564 |
| 216 | 217 | N 81°22'19.86" W | 85.754 | 217 | 2,619,659.6549 | 626,134.9467 |
| 217 | 218 | N 26°44'47.41" W | 42.041 | 218 | 2,619,697.1974 | 626,116.0266 |
| 218 | 151 | N 56°32'17.87" W | 30.865 | 151 | 2,619,714.2155 | 626,090.2776 |

**SUPERFICIE = 100,224.561 m2**

### CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONO 6 BARRERA DE PIEDRA

| LADO EST | LADO PV | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS Y | COORDENADAS X |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 130 | 2,619,728.5343 | 626,099.8765 |
| 130 | 131 | N 22°02'55.41" E | 35.289 | 131 | 2,619,761.2429 | 626,113.1240 |
| 131 | 132 | S 77°16'57.25" E | 293.413 | 132 | 2,619,696.6369 | 626,399.3973 |
| 132 | 133 | S 28°46'54.43" E | 25.155 | 133 | 2,619,674.5892 | 626,411.5090 |
| 133 | 134 | S 00°00'00" E | 46.704 | 134 | 2,619,627.8848 | 626,411.5090 |
| 134 | 135 | S 76°30'15.36" W | 19.642 | 135 | 2,619,623.3008 | 626,392.4090 |
| 135 | 136 | S 76°30'15.12" W | 19.642 | 136 | 2,619,618.7168 | 626,373.3091 |
| 136 | 137 | N 72°59'59.02" W | 41.378 | 137 | 2,619,630.8148 | 626,333.7390 |
| 137 | 138 | N 58°14'02.73" W | 23.817 | 138 | 2,619,643.3531 | 626,313.4899 |
| 138 | 139 | N 67°37'42.08" W | 56.856 | 139 | 2,619,664.9933 | 626,260.9130 |
| 139 | 140 | N 89°33'08.55" W | 13.837 | 140 | 2,619,665.1014 | 626,247.0765 |
| 140 | 130 | N 68°41'14.42" W | 160.286 | 130 | 2,619,728.5343 | 626,099.8765 |

**SUPERFICIE = 19,247.518 m2**

### CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONO 5 BARRERA DE PIEDRA

| LADO EST | LADO PV | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS Y | COORDENADAS X |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 101 | 2,619,763.0470 | 626,496.9909 |
| 101 | 102 | N 67°37'05.73" W | 72.319 | 102 | 2,619,790.5843 | 626,430.1198 |
| 102 | 103 | N 08°49'45.26" E | 22.187 | 103 | 2,619,812.5089 | 626,433.5254 |
| 103 | 104 | N 14°50'04.39" E | 27.881 | 104 | 2,619,839.4610 | 626,440.6638 |
| 104 | 105 | N 37°15'32.65" E | 35.162 | 105 | 2,619,868.8636 | 626,459.9477 |
| 105 | 106 | N 50°37'07.71" E | 45.881 | 106 | 2,619,897.9738 | 626,495.4106 |
| 106 | 107 | N 60°07'21.54" E | 37.794 | 107 | 2,619,913.8731 | 626,529.6981 |
| 107 | 108 | N 64°21'04.52" E | 51.269 | 108 | 2,619,936.0651 | 626,575.9156 |
| 108 | 109 | N 75°13'23.30" E | 32.104 | 109 | 2,619,944.2535 | 626,606.9581 |
| 109 | 110 | N 59°20'06.18" E | 42.965 | 110 | 2,619,966.1666 | 626,643.9154 |
| 110 | 111 | N 73°06'01.00" E | 37.185 | 111 | 2,619,976.9762 | 626,679.4948 |
| 111 | 112 | S 74°53'09.45" E | 27.034 | 112 | 2,619,969.9272 | 626,705.5941 |
| 112 | 113 | N 60°47'34.28" E | 44.458 | 113 | 2,619,991.6213 | 626,744.3997 |
| 113 | 114 | N 31°10'38.47" E | 59.695 | 114 | 2,620,042.6942 | 626,775.3030 |
| 114 | 115 | N 87°13'19.17" E | 38.450 | 115 | 2,620,044.5578 | 626,813.7074 |
| 115 | 116 | N 74°12'29.76" E | 42.381 | 116 | 2,620,056.0914 | 626,854.4888 |
| 116 | 117 | N 72°34'26.54" E | 54.185 | 117 | 2,620,072.3183 | 626,906.1869 |
| 117 | 118 | S 35°06'11.88" E | 10.550 | 118 | 2,620,063.6873 | 626,912.2536 |
| 118 | 119 | S 17°59'41.62" W | 73.141 | 119 | 2,619,994.1238 | 626,889.6579 |
| 119 | 120 | S 12°11'50.37" W | 44.128 | 120 | 2,619,950.9914 | 626,880.3345 |
| 120 | 121 | S 18°19'14.35" W | 39.773 | 121 | 2,619,913.2347 | 626,867.8325 |
| 121 | 122 | S 89°07'54.61" W | 92.431 | 122 | 2,619,911.8342 | 626,775.4126 |
| 122 | 123 | S 73°03'59.69" W | 24.772 | 123 | 2,619,904.6191 | 626,751.7146 |
| 123 | 124 | S 89°55'51.97" W | 49.124 | 124 | 2,619,904.5600 | 626,702.5906 |
| 124 | 125 | S 45°53'24.20" W | 78.129 | 125 | 2,619,850.1794 | 626,646.4936 |
| 125 | 101 | S 59°45'56.65" W | 173.041 | 101 | 2,619,763.0470 | 626,496.9909 |

**SUPERFICIE = 52,580.790 m2**

### CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONO 8 BARRERA DE PIEDRA

| LADO EST | LADO PV | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS Y | COORDENADAS X |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 221 | 2,619,710.3116 | 625,945.2977 |
| 221 | 222 | S 47°35'20.33" W | 94.771 | 222 | 2,619,646.3936 | 625,875.3257 |
| 222 | 223 | S 07°40'44.08" W | 19.324 | 223 | 2,619,627.2433 | 625,872.7436 |
| 223 | 224 | S 24°21'52.84" E | 29.869 | 224 | 2,619,600.0346 | 625,885.0659 |
| 224 | 225 | S 11°37'53.86" W | 53.129 | 225 | 2,619,547.9970 | 625,874.3541 |
| 225 | 226 | S 75°00'59.32" W | 39.611 | 226 | 2,619,537.7558 | 625,836.0894 |
| 226 | 227 | S 80°01'18.48" W | 54.176 | 227 | 2,619,528.3685 | 625,782.7326 |
| 227 | 228 | S 78°17'23.57" W | 56.994 | 228 | 2,619,516.8010 | 625,726.9250 |
| 228 | 229 | N 82°55'50.19" W | 69.854 | 229 | 2,619,525.3080 | 625,657.6023 |
| 229 | 230 | N 69°36'15.85" W | 38.024 | 230 | 2,619,541.1033 | 625,622.9731 |
| 230 | 231 | N 83°32'20.28" W | 72.216 | 231 | 2,619,549.2295 | 625,551.2162 |
| 231 | 232 | N 71°46'26.72" W | 75.705 | 232 | 2,619,572.9075 | 625,479.3089 |
| 232 | 233 | N 44°33'51.81" W | 90.311 | 233 | 2,619,600.4919 | 625,457.2631 |
| 233 | 234 | N 08°02'09.06" W | 42.819 | 234 | 2,619,643.0731 | 625,452.7607 |
| 234 | 235 | N 21°53'08.84" E | 28.322 | 235 | 2,619,669.3535 | 625,463.3178 |
| 235 | 236 | N 77°13'01.31" E | 47.151 | 236 | 2,619,679.7861 | 625,509.3003 |
| 236 | 237 | S 85°39'17.66" E | 60.833 | 237 | 2,619,675.1923 | 625,569.7591 |
| 237 | 238 | N 80°29'55.80" E | 34.367 | 238 | 2,619,680.8653 | 625,603.6550 |
| 238 | 239 | N 06°08'11.45" W | 50.896 | 239 | 2,619,731.4692 | 625,598.2144 |
| 239 | 240 | N 29°50'33.70" W | 94.604 | 240 | 2,619,813.5280 | 625,551.1377 |
| 240 | 241 | N 02°47'45.35" E | 46.980 | 241 | 2,619,860.4517 | 625,553.4293 |
| 241 | 242 | N 30°44'36.89" E | 29.877 | 242 | 2,619,886.1301 | 625,568.7024 |
| 242 | 243 | S 74°35'51.90" E | 94.733 | 243 | 2,619,860.9696 | 625,660.0332 |
| 243 | 244 | S 62°56'38.37" E | 38.929 | 244 | 2,619,843.2621 | 625,694.7023 |
| 244 | 245 | S 54°30'31.16" E | 103.590 | 245 | 2,619,786.2257 | 625,781.1761 |
| 245 | 246 | S 64°40'37.75" E | 73.172 | 246 | 2,619,754.9288 | 625,847.3170 |
| 246 | 247 | N 89°44'02.98" E | 66.060 | 247 | 2,619,755.2353 | 625,913.3768 |
| 247 | 221 | S 39°23'45.82" E | 55.110 | 221 | 2,619,710.3116 | 625,945.2977 |

**SUPERFICIE = 105,086.850 m2**

### CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONO 9 CORDON DE MATERIAL VEGETAL

| LADO EST | LADO PV | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS Y | COORDENADAS X |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 251 | 2,619,621.3641 | 626,010.6206 |
| 251 | 252 | N 66°19'33.87" W | 63.030 | 252 | 2,619,646.6724 | 625,952.8953 |
| 252 | 253 | S 66°15'47.87" W | 33.603 | 253 | 2,619,633.1462 | 625,922.1354 |
| 253 | 254 | S 44°55'00.10" W | 22.370 | 254 | 2,619,617.3054 | 625,906.3406 |
| 254 | 255 | S 79°55'25.02" W | 12.967 | 255 | 2,619,615.0367 | 625,893.5734 |
| 255 | 256 | N 35°12'19.72" W | 27.891 | 256 | 2,619,637.8265 | 625,877.4937 |
| 256 | 257 | N 43°03'53.87" W | 26.600 | 257 | 2,619,657.2614 | 625,895.6548 |
| 257 | 258 | N 65°56'16.22" E | 19.993 | 258 | 2,619,665.4131 | 625,913.9104 |
| 258 | 259 | N 49°07'12.77" E | 40.109 | 259 | 2,619,691.6633 | 625,944.2361 |
| 259 | 260 | N 43°08'56.47" E | 36.643 | 260 | 2,619,718.3974 | 625,969.2963 |
| 260 | 261 | S 47°53'19.69" E | 27.572 | 261 | 2,619,633.1462 | 625,989.0924 |
| 261 | 262 | S 67°38'09.53" E | 26.040 | 262 | 2,619,686.8354 | 626,012.0059 |
| 262 | 263 | N 31°33'37.39" E | 23.354 | 263 | 2,619,706.7353 | 626,024.2295 |
| 263 | 264 | N 24°01'24.68" E | 33.473 | 264 | 2,619,737.3086 | 626,037.8566 |
| 264 | 265 | S 41°18'05.54" E | 32.627 | 265 | 2,619,721.6411 | 626,066.4757 |
| 265 | 266 | S 67°48'36.44" E | 32.592 | 266 | 2,619,709.3317 | 626,096.6541 |
| 266 | 267 | S 28°13'51.20" W | 43.168 | 267 | 2,619,670.6094 | 626,077.5744 |
| 267 | 268 | S 12°40'10.27" E | 11.771 | 268 | 2,619,659.1248 | 626,080.1562 |
| 268 | 269 | S 25°22'59.73" E | 22.890 | 269 | 2,619,638.4441 | 626,089.9696 |
| 269 | 270 | S 86°19'38.32" E | 10.780 | 270 | 2,619,637.7536 | 626,100.7264 |
| 270 | 271 | S 59°59'10.49" E | 16.144 | 271 | 2,619,629.6784 | 626,114.7054 |
| 271 | 272 | N 45°05'26.99" E | 13.917 | 272 | 2,619,636.4060 | 626,126.8879 |
| 272 | 273 | N 77°35'14.87" E | 34.671 | 273 | 2,619,643.8584 | 626,160.7481 |
| 273 | 274 | S 82°47'38.75" E | 27.672 | 274 | 2,619,641.1388 | 626,182.2501 |
| 274 | 275 | N 88°40'54.32" E | 13.088 | 275 | 2,619,641.4409 | 626,195.3343 |
| 275 | 276 | N 88°23'50.25" E | 8.682 | 276 | 2,619,641.6837 | 626,204.0129 |
| 276 | 277 | S 19°28'38.30" W | 92.905 | 277 | 2,619,554.0958 | 626,173.0355 |
| 277 | 278 | N 71°17'20.47" W | 112.839 | 278 | 2,619,590.2938 | 626,066.1606 |
| 278 | 251 | N 60°46'35.26" W | 63.640 | 251 | 2,619,621.3641 | 626,010.6206 |

**SUPERFICIE = 23,197.807 m2**

### CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONO 10 CORDON DE MATERIAL VEGETAL

| LADO EST | LADO PV | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS Y | COORDENADAS X |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 281 | 2,618,960.6095 | 626,321.2269 |
| 281 | 282 | N 69°36'04.04" W | 92.631 | 282 | 2,618,992.8964 | 626,234.4047 |
| 282 | 283 | N 55°55'41.28" W | 62.042 | 283 | 2,619,027.6542 | 626,183.0133 |
| 283 | 284 | N 19°44'57.25" W | 19.748 | 284 | 2,619,046.2406 | 626,176.3404 |
| 284 | 285 | N 45°36'41.79" E | 47.919 | 285 | 2,619,079.7607 | 626,210.5839 |
| 285 | 286 | N 45°56'08.38" E | 22.247 | 286 | 2,619,095.2330 | 626,226.5700 |
| 286 | 287 | N 37°03'30.49" E | 62.605 | 287 | 2,619,147.7029 | 626,260.7205 |
| 287 | 288 | N 34°21'21.28" E | 31.662 | 288 | 2,619,173.8417 | 626,278.5885 |
| 288 | 289 | N 34°59'07.59" E | 29.256 | 289 | 2,619,197.8109 | 626,295.3629 |
| 289 | 290 | S 45°16'47.78" E | 44.049 | 290 | 2,619,166.8164 | 626,326.6617 |
| 290 | 291 | N 78°36'22.75" E | 13.061 | 291 | 2,619,169.3967 | 626,339.4658 |
| 291 | 292 | N 87°21'08.43" E | 49.068 | 292 | 2,619,171.6633 | 626,388.4817 |
| 292 | 293 | N 78°01'21.60" E | 46.025 | 293 | 2,619,181.2146 | 626,433.5046 |
| 293 | 294 | N 77°42'40.26" E | 41.200 | 294 | 2,619,189.9837 | 626,473.7609 |
| 294 | 295 | N 06°54'42.95" E | 67.581 | 295 | 2,619,257.0734 | 626,481.8939 |
| 295 | 296 | N 09°14'33.87" W | 99.910 | 296 | 2,619,355.6867 | 626,465.8465 |
| 296 | 297 | S 59°38'19.48" E | 37.268 | 297 | 2,619,336.8495 | 626,498.0035 |
| 297 | 298 | S 32°08'30.42" E | 53.848 | 298 | 2,619,291.2546 | 626,526.6515 |
| 298 | 299 | S 18°49'37.09" E | 35.494 | 299 | 2,619,257.6600 | 626,538.1057 |
| 299 | 300 | S 21°00'18.48" W | 25.803 | 300 | 2,619,233.5715 | 626,528.8565 |
| 300 | 301 | S 05°07'47.00" E | 27.411 | 301 | 2,619,206.2705 | 626,531.3073 |
| 301 | 302 | S 44°28'21.71" E | 25.492 | 302 | 2,619,188.0794 | 626,549.1665 |
| 302 | 303 | N 49°25'21.28" E | 37.870 | 303 | 2,619,212.7131 | 626,577.8301 |
| 303 | 304 | N 34°25'53.56" E | 23.747 | 304 | 2,619,232.2995 | 626,591.3570 |
| 304 | 305 | S 82°54'56.01" E | 112.909 | 305 | 2,619,218.3742 | 626,703.4043 |
| 305 | 306 | S 48°42'58.51" E | 23.931 | 306 | 2,619,202.5849 | 626,721.3872 

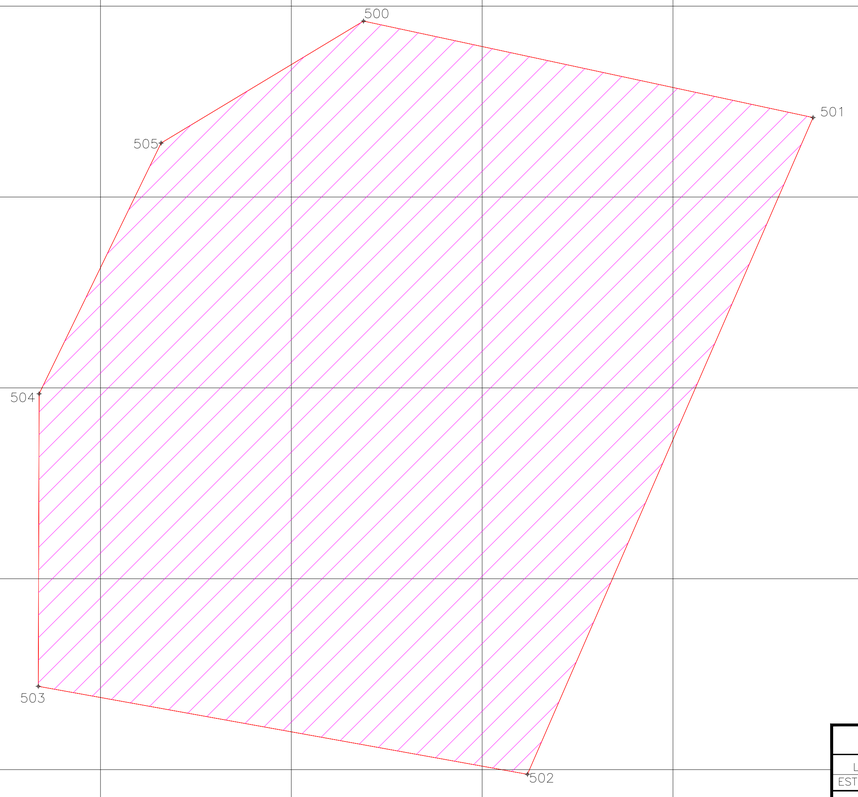
E-633600 E-633900 E-634200 E-634500 E-634800 E-635100 E-635400 E-635700 E-636000 E-636300 E-636600 E-636900

N-2615700 N-2615400 N-2615100 N-2614800 N-2614500 N-2614200

N

O E

S




SIMBOLOGÍA

- REUBICACIÓN (11,OO PLANTAS EN 10 HA).
- BARRERA DE PIEDRA (7000 M, A CADA 40 M).
- CORDON DE MATERIAL VEGETAL (56,640 M, A CADA 20 M).

CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONO 14 CORDON DE MATERIAL VEGETAL

| LADO EST | LADO PV | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS Y | COORDENADAS X |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 500 | 2,615,676.5100 | 635,213.5100 |
| 500 | 501 | S 77°53'30.24" E | 722.780 | 501 | 2,615,524.9000 | 635,920.2100 |
| 501 | 502 | S 23°30'25.08" W | 1,125.656 | 502 | 2,614,492.6600 | 635,471.2300 |
| 502 | 503 | N 79°48'17.34" W | 781.347 | 503 | 2,614,630.9600 | 634,702.2200 |
| 503 | 504 | N 00°10'01.13" E | 459.792 | 504 | 2,615,090.7500 | 634,703.5600 |
| 504 | 505 | N 25°56'44.96" E | 438.219 | 505 | 2,615,484.8000 | 634,895.2900 |
| 505 | 500 | N 58°56'00.08" E | 371.506 | 500 | 2,615,676.5100 | 635,213.5100 |
| SUPERFICIE = 997,313.352 m2 | | | | | | |

ESCALA GRÁFICA

0 45 90 225 450

METROS DATUM: WGS84

Industria Minera México, S.A. de C.V.

GrupoMéxico MINERÍA

Manifiesto de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA–R)

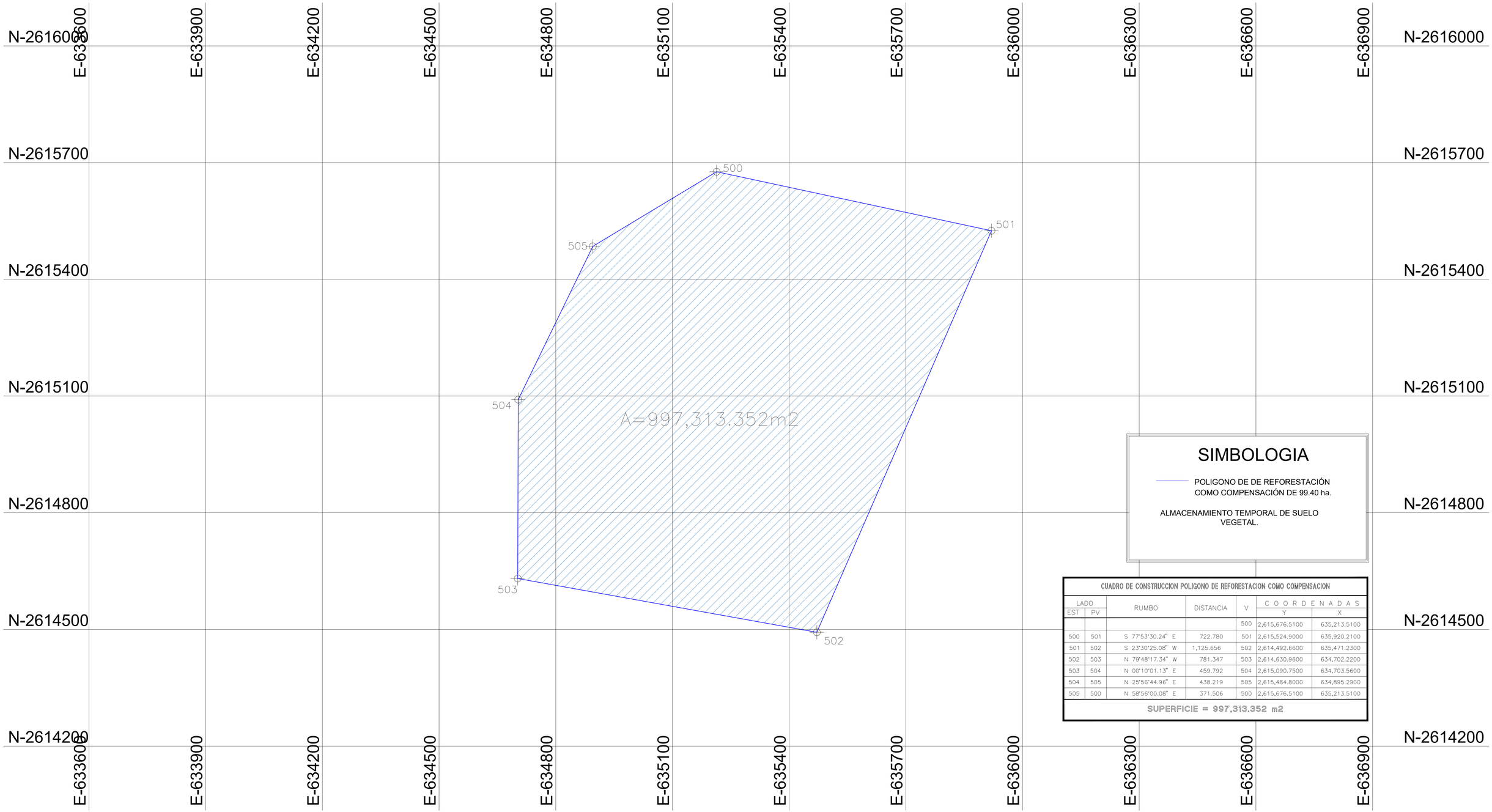
Proyecto: "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Marín y Obras Asociadas".

PLANO: Medidas de Mitigación

ESCALA: 1:4,500

[redacted]

CLAVE: COM-02




## SIMBOLOGIA

POLIGONO DE DE REFORESTACIÓN COMO COMPENSACIÓN DE 99.40 ha.

ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE SUELO VEGETAL.

CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONO DE REFORESTACION COMO COMPENSACION

| LADO EST | LADO PV | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS Y | COORDENADAS X |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 500 | 2,615,676.5100 | 635,213.5100 |
| 500 | 501 | S 77°53'30.24" E | 722.780 | 501 | 2,615,524.9000 | 635,920.2100 |
| 501 | 502 | S 23°30'25.08" W | 1,125.656 | 502 | 2,614,492.6600 | 635,471.2300 |
| 502 | 503 | N 79°48'17.34" W | 781.347 | 503 | 2,614,630.9600 | 634,702.2200 |
| 503 | 504 | N 00°10'01.13" E | 459.792 | 504 | 2,615,090.7500 | 634,703.5600 |
| 504 | 505 | N 25°56'44.96" E | 438.219 | 505 | 2,615,484.8000 | 634,895.2900 |
| 505 | 500 | N 58°56'00.08" E | 371.506 | 500 | 2,615,676.5100 | 635,213.5100 |
| SUPERFICIE = 997,313.352 m2 | | | | | | |

ESCALA GRÁFICA

0 45 90 225 450

METROS
DATUM: WGS84

Industria Minera México, S.A. de C.V.

GrupoMéxico MINERÍA

Manifiesto de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA-R)

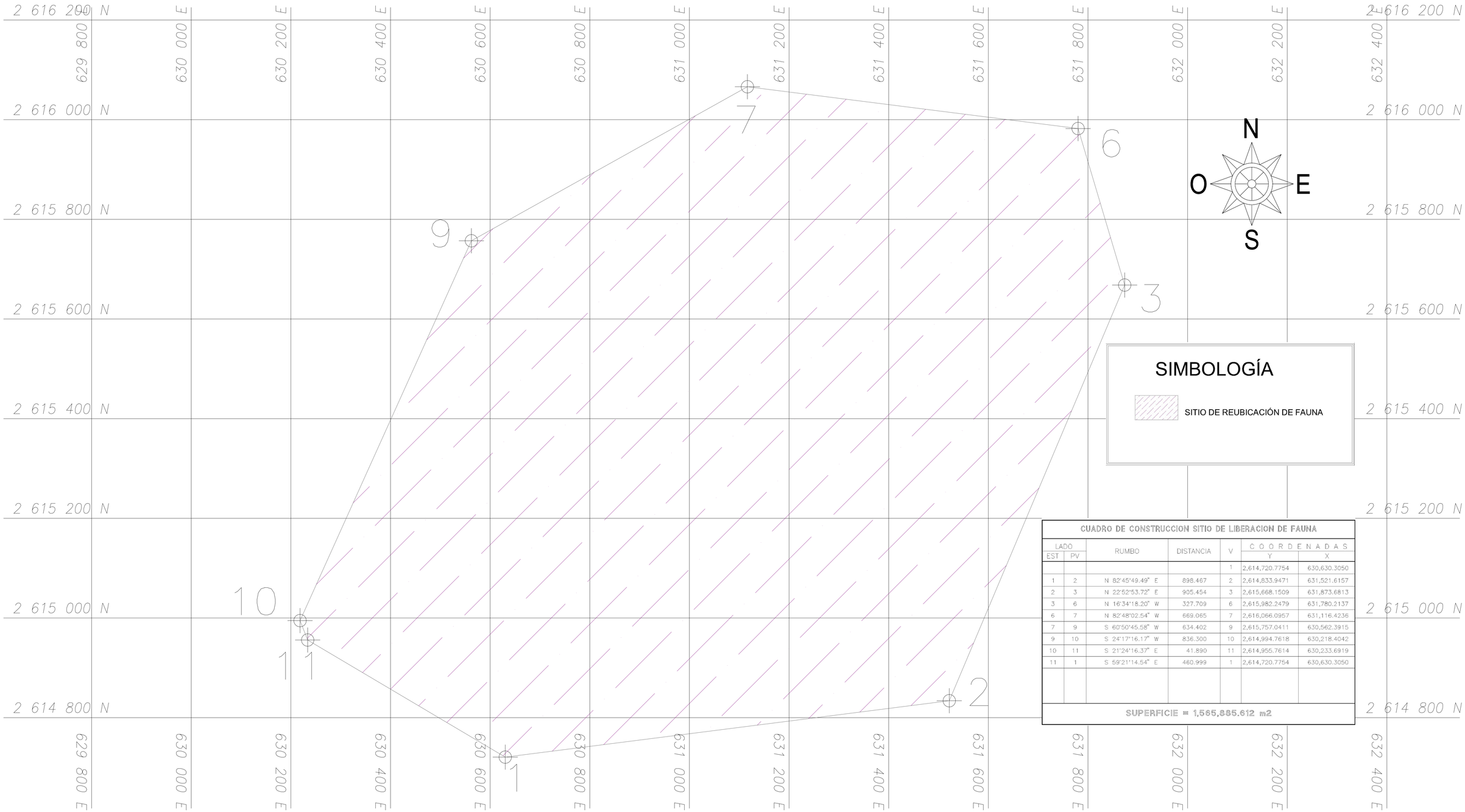
Proyecto: "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Marín y Obras Asociadas".

PLANO: Poligono de reforestación como compensación.

ESCALA: 1:4,500

[redacted]

CLAVE: PL-COM03




## SIMBOLOGÍA

SITIO DE REUBICACIÓN DE FAUNA

CUADRO DE CONSTRUCCION SITIO DE LIBERACION DE FAUNA

| LADO EST | LADO PV | RUMBO | DISTANCIA | V | COORDENADAS Y | COORDENADAS X |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1 | 2,614,720.7754 | 630,630.3050 |
| 1 | 2 | N 82°45'49.49" E | 898.467 | 2 | 2,614,833.9471 | 631,521.6157 |
| 2 | 3 | N 22°52'53.72" E | 905.454 | 3 | 2,615,668.1509 | 631,873.6813 |
| 3 | 6 | N 16°34'18.20" W | 327.709 | 6 | 2,615,982.2479 | 631,780.2137 |
| 6 | 7 | N 82°48'02.54" W | 669.065 | 7 | 2,616,066.0957 | 631,116.4236 |
| 7 | 9 | S 60°50'45.58" W | 634.402 | 9 | 2,615,757.0411 | 630,562.3915 |
| 9 | 10 | S 24°17'16.17" W | 836.300 | 10 | 2,614,994.7618 | 630,218.4042 |
| 10 | 11 | S 21°24'16.37" E | 41.890 | 11 | 2,614,955.7614 | 630,233.6919 |
| 11 | 1 | S 59°21'14.54" E | 460.999 | 1 | 2,614,720.7754 | 630,630.3050 |

SUPERFICIE = 1,565,885.612 m2

ESCALA GRÁFICA

0 35 70 175 350

METROS
DATUM: WGS84

Industria Minera México, S.A. de C.V.

GrupoMéxico MINERÍA

Manifiesto de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA–R)

Proyecto: "Nuevo Depósito de Jales Unidad Minera San Marín y Obras Asociadas".

PLANO:

Sitio de reubicación de fauna

ESCALA:

1:3,500

[redacted]

CLAVE:

CAP VI-PL-LIB01

## INFILTRACIÓN EN ÁREA DE CUSTF - ESCENARIO ACTUAL

| DATOS GENERALES | |
|---|---|
| Precipitación anual (mm) | 515.53 |
| **Precipitación anual (m)** | **0.516** |
| **Temperatura media (ªC)** | **15.93** |
| Área SP (ha) | 99.40 |
| **Área SP ($m^2$)** | **994000** |

$$V_{LL} = V_{ETR} + V_{ESC} + V_{INF} \quad (1)$$

Donde:
$V_{LL}$ = Volumen de lluvia;
$V_{ETR}$ = Volumen evapotranspirado;
$V_{ESC}$ = Volumen escurrido;
$V_{INF}$ = Volumen infiltrado;

$$V_{INF} = V_{LL} - V_{ETR} - V_{ESC} \quad (2)$$

## PRECIPITACIÓN

| *Volumen precipitado = P*A* | |
|---|---|
| Precipitación (m) | 0.5155 |
| Área SP (m2) | 994000 |
| **Volumen precipitado (m3)** | **512436.82** |

## EVAPOTRANSPIRACIÓN (ETR)

| | |
|---|---|
| x | 0.330 |
| 1/8x | 0.379 |
| **1/2x** | 1.515 |
| **ETR (m/año)** | **0.428** |
| Área SP (m2) | 994000.00 |
| **ETR en SP ($m^3$/año)** | **425255.59** |

La fórmula solo es válida para valores de P (en metros/año) comprendidos entre $1/8\chi$ y $1/2\chi$

Al ser P = 0.516, está dentro del rango de 1/8x y

**COUTAGNE** $ETR = P - \chi P^2$

Donde:
ETR= Evapotranspiración m/año
P = precipitación en m/año
$\chi = 1/(0.8 + 0.14\,t)$
t = temperatura en °C

## ESCURRIMIENTO

| Coeficiente de escurrimiento | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Vegetación*** | ***Edafología*** | ***Tipo de suelo*** | ***Uso de suelo*** | ***Coeficiente*** | ***%Superficie*** | ***k*** |
| Bosque encino - pino | Luvisol | B | Bosque cubierto más 75% | 0.26 | 0.84 | 0.2174 |
| Bosque encino - pino | Leptosol | B | Bosque cubierto más 75% | 0.26 | 0.13 | 0.0343 |
| Bosque encino - pino | Leptosol | C | Bosque cubierto más 75% | 0.3 | 0.01 | 0.0032 |
| VSA Bosque encino | Leptosol | B | Bosque cubierto del 50 al 75% | 0.28 | 0.02 | 0.0059 |
| | | | | **Total** | 1.00 | **0.2609** |

| | |
|---|---|
| Precipitación (mm) | 515.53 |
| **Ce** | **0.109** |

Si *K* resulta menor o igual que 0.15 $Ce = K\,(P-250)/2000$

Si *K* es mayor que 0.15 $Ce = K\,(P-250)/2000 + (K-0.15)/1.5$

| | |
|---|---|
| Volumen precipitado (m3) | 512436.82 |
| **Volumen de escurrimiento (m3)** | **55617.169** |

Volumen anual de escurrimiento = Precipitación * Área de estudio * Coeficiente de escurrimiento

| USO DE SUELO | TIPO DE SUELO A | TIPO DE SUELO B | TIPO DE SUELO 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 | 0.24 | 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 |

| TIPO DE SUELO | CARACTERISTICAS |
|---|---|
| A | Suelos permeables, tales como arenas profundas y loes poco compactos |
| B | Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad; loes algo más compactos que los correspondientes a los suelos Tipo A; terrenos migajosos |
| C | Suelos casi impermeables, tales como arenas o loes muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas |

## INFILTRACIÓN

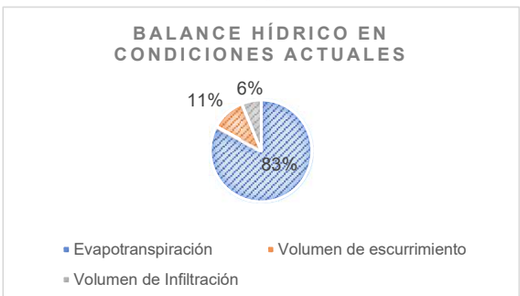
| | |
|---|---|
| Volumen precipitado (m3) | 512436.82 |
| Volumen evapotranspirado (m3) | 425255.59 |
| Volumen escurrido (m3) | 55617.17 |
| **Volumen infiltrado (m3)** | **31564.06** |

$$V_{INF} = V_{LL} - V_{ETR} - V_{ESC}$$

Donde:
$V_{LL}$ = Volumen de lluvia;
$V_{ETR}$ = Volumen evapotranspirado;
$V_{ESC}$ = Volumen escurrido;
$V_{INF}$ = Volumen infiltrado;

| | |
|---|---|
| Coeficiente de infiltración | 0.0616 |

| BALANCE HÍDRICO | | |
|---|---|---|
| **Concepto** | **$m^3$/año** | **%** |
| Volumen de precipitación | 512,436.82 | 100% |
| Evapotranspiración | 425,255.59 | 83% |
| Volumen de escurrimiento | 55,617.17 | 11% |
| Volumen de Infiltración | 31,564.06 | 6% |



## INFILTRACIÓN EN ÁREA DE CUSTF - ESCENARIO DESPROVISTO DE VEGETACIÓN

| DATOS GENERALES | |
|---|---|
| Precipitación mensual (mm) | 515.53 |
| **Precipitación mensual (m)** | **0.516** |
| **Temperatura media (ªC)** | **15.93** |
| Área CUS (ha) | 99.40 |
| **Área CUS (m2)** | **994000** |

$$V_{LL} = V_{ETR} + V_{ESC} + V_{INF} \quad (1)$$

Donde:

$V_{LL}$ = Volumen de lluvia;

$V_{ETR}$ = Volumen evapotranspirado;

$V_{ESC}$ = Volumen escurrido;

$V_{INF}$ = Volumen infiltrado;

$$V_{INF} = V_{LL} - V_{ETR} - V_{ESC} \quad (2)$$

### PRECIPITACIÓN

| *Volumen precipitado = P*A* | |
|---|---|
| Precipitación (m) | 0.516 |
| Área CUS (m2) | 994000 |
| **Volumen precipitado (m3)** | **512436.82** |

### EVAPOTRANSPIRACIÓN

| | |
|---|---|
| x | 0.330 |
| 1/8x | 0.379 |
| **1/2x** | 1.515 |
| **ETR (mm/año)** | **0.428** |
| Área SP (m2) | 994000.00 |
| **ETR en SP (m3/año)** | **425255.5931** |

La fórmula solo es válida para valores de P (en metros/año) comprendidos entre $1/8\chi$ y $1/2\chi$

Al ser P = 0.512, está dentro del rango de 1/8x y 1/2x

**COUTAGNE** $ETR = P - \chi P^2$

Donde:
ETR= Evapotranspiración m/año
P = precipitación en m/año
$\chi = 1/(0.8 + 0.14\ t)$
t = temperatura en ºC

### ESCURRIMIENTO

| Coeficiente de escurrimiento | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Vegetación*** | ***Edafología*** | ***Tipo de suelo*** | ***Uso de suelo*** | ***Coeficiente*** | ***%Superficie*** | ***k*** |
| Sin vegetación | Luvisol/Leptosol | B | Áreas desnudas | 0.28 | 0.99 | 0.28 |
| Sin vegetación | Leptosol | C | Áreas desnudas | 0.3 | 0.01 | 0.00 |
| | | | | **Total** | 1.00 | **0.28** |

| | |
|---|---|
| Precipitación (mm) | 515.53 |
| **Ce** | **0.124** |

Si *K* resulta menor o igual que 0.15 $Ce = K\,(P-250)\,/\,2000$

Si *K* es mayor que 0.15 $Ce = K\,(P-250)\,/\,2000 + (K-0.15)\,/\,1.5$

| | |
|---|---|
| Volumen precipitado (m3) | 512436.82 |
| **Volumen de escurrimiento (m3)** | **63548.816** |

Volumen anual de escurrimiento = Precipitación * Área de estudio * Coeficiente de escurrimiento

| USO DE SUELO | TIPO DE SUELO A | TIPO DE SUELO B | TIPO DE SUELO 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 | 0.24 | 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 |

| TIPO DE SUELO | CARACTERISTICAS |
|---|---|
| A | Suelos permeables, tales como arenas profundas y loes poco compactos |
| B | Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad; loes algo más compactos que los correspondientes a los suelos Tipo A; terrenos migajosos |
| C | Suelos casi impermeables, tales como arenas o loes muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas |

### INFILTRACIÓN

| | |
|---|---|
| Volumen precipitado (m3) | 512436.82 |
| Volumen evapotranspirado (m3) | 425255.5931 |
| Volumen escurrido (m3) | 63548.816 |
| **Volumen infiltrado (m3)** | **23632.41** |

| | |
|---|---|
| Coeficiente de infiltración | 0.0461 |

$$V_{INF} = V_{LL} - V_{ETR} - V_{ESC}$$

Donde:

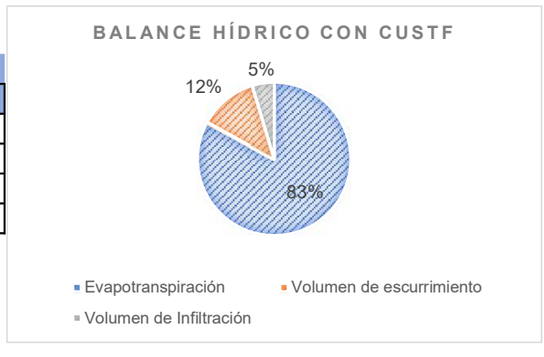
$V_{LL}$ = Volumen de lluvia;

$V_{ETR}$ = Volumen evapotranspirado;

$V_{ESC}$ = Volumen escurrido;

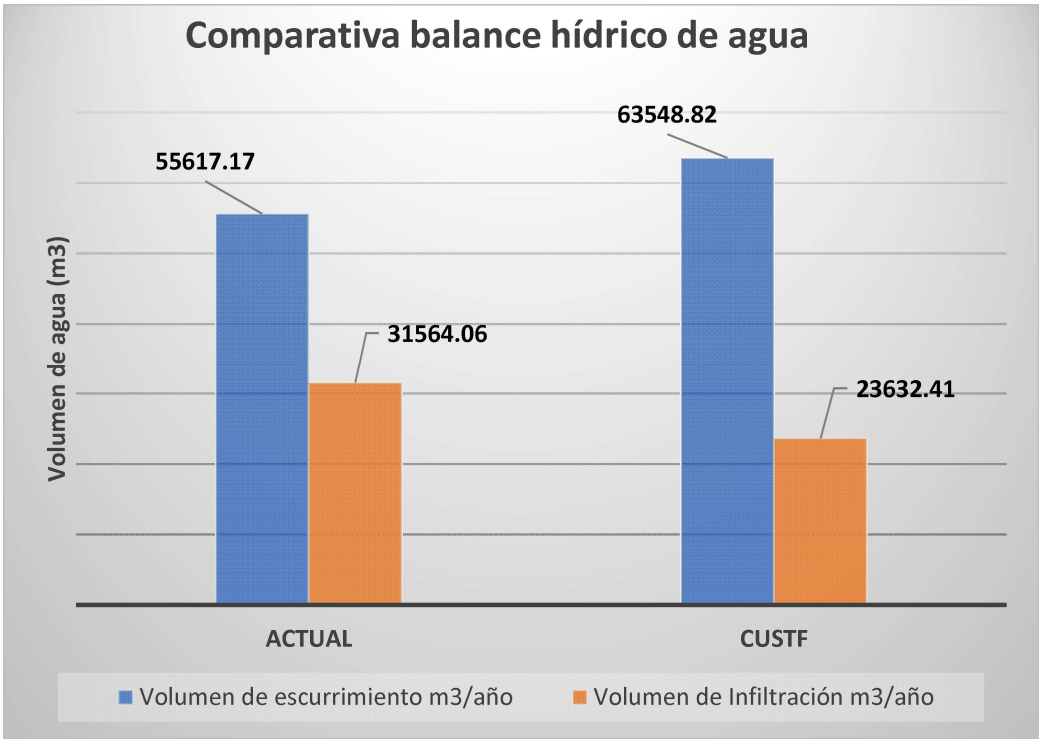
$V_{INF}$ = Volumen infiltrado;

| BALANCE HÍDRICO | | |
|---|---|---|
| **Concepto** | **$m^3$/año** | **%** |
| Volumen de precipitación | 512,436.82 | 100% |
| Evapotranspiración | 425,255.59 | 83% |
| Volumen de escurrimiento | 63,548.82 | 12% |
| Volumen de Infiltración | 23,632.41 | 5% |



| | | |
|---|---|---|
| Volumen de infiltración escenario original | 31,564.06 | $m^{3/}$año |
| Volumen de infiltración escenario actual | 23,632.41 | $m^3$/año |
| **Volumen de infiltración por recuperar** | **7,931.65** | **$m^3$/año** |

| | ACTUAL | CUSTF |
|---|---|---|
| **Volumen de escurrimiento $m^3$/año** | 55617.17 | 63548.82 |
| **Volumen de Infiltración $m^3$/año** | 31564.06 | 23632.41 |



## MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Para el cálculo de la recuperación de suelo (hídrica y eólica) para las medidas de mitigación tomamos como base las condiciones actuales

| Medida de mitigación | | SUPERFICIE | INFILTRACIÓN |
|---|---|---|---|
| M1 | Reubicación de 11,000 plantas en 10 ha. | 10 | 3,175.49 |
| M3 | Reforestación (109,340 plantas en 99.4 ha) | 99.4 | 31564.37875 |

| | | |
|---|---|---|
| Volumen de infiltración escenario original | 31564.37875 | m3/año |
| Volumen de infiltración escenario con proyecto | 23632.41098 | m3/año |
| Volumen de infiltración a recuperar | **7931.967768** | **m3/año** |

(Densidad de plantas 1,100 plantas/ha)

| Cálculo de la recuperación de agua con las medidas de mitigación | |
|---|---|
| **Superficie (ha)** | **Plantas** |
| **10** | 11,000 |
| **99.4** | 109,340 |
| **Total** | **120,340** |

| | |
|---|---|
| No. De terrazas individuales a realizar | **120,340** |

**Cálculo de retención por la infiltración de agua con las Terrazas individuales**

| Diametro de la terraza (cm) | Diámetro de la terraza (m) | Radio (m) | Área (m2) | Volumen (m3) | | Volumen retenido de agua |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 70 | 0.7 | 0.35 | 0.38483375 | **0.115450125** | | **13893.26804** |
| **Altura (cm)** | **Altura (m)** | **Radio (cm)** | **Área (cm2)** | **Volumen (cm3)** | | |
| 30 | 0.3 | 35 | 3848.3375 | 115450.125 | | |

**AGUA RECUPERADA CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN**

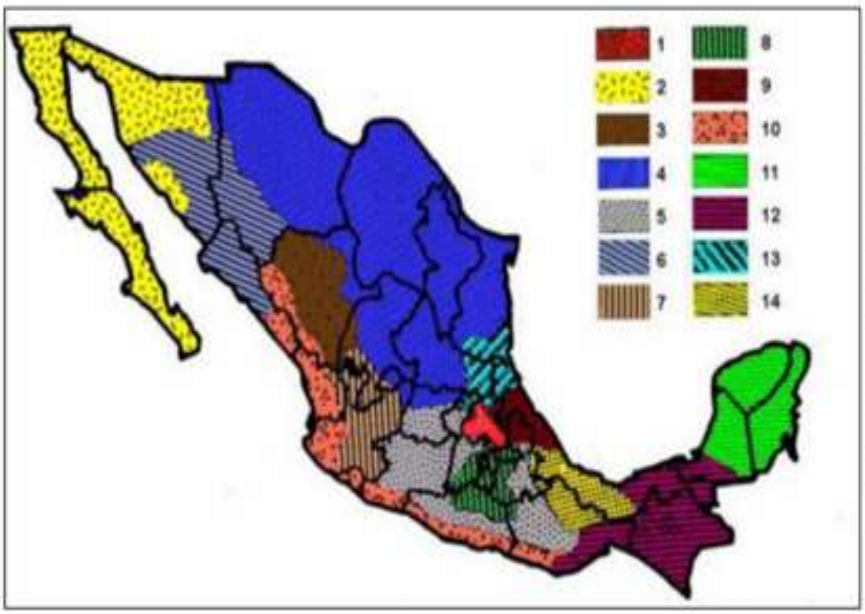
| Medida de mitigación | | Descripción | Volumen recuperado |
|---|---|---|---|
| M1 | REUBICACIÓN | REUBICACIÓN (11,000 plantas en 10.0 ha) | 3175.49 |
| M2 | REFORESTACIÓN | REFORESTACIÓN (22,00 plantas en 20.0 ha) | 31564.38 |
| M3 | TERRAZAS INDIVIDUALES | RESTITUCIÓN DEL SITIO (99.40 ha) | **13893.27** |
| Total | | | **48633.14** |

| Agua recuperada | > | Agua que se pierde |
|---|---|---|
| **48633.14** | **>** | **7931.97** |

| FACTOR R | |
|---|---|
| **Precipitación** | **Factor R** |
| 515.53 | 2351.80 |

Dado que el SP se localiza dentro de la región 3 de la Regionalización nacional del Factor R (Becerra, 1997), se utiliza la ecuación 3 para calcular el factor R para cada estación meteorológica

**$3.6752*P + 0.001720*P^2$**




| Región | Ecuación | $R^2$ |
|---|---|---|
| 1 | $1.2078*P + 0.002276*P^2$ | 0.92 |
| 2 | $3.4555*P + 0.006470*P^2$ | 0.93 |
| 3 | $3.6752*P - 0.001720*P^2$ | 0.94 |
| 4 | $2.8959*P + 0.002983*P^2$ | 0.92 |
| 5 | $3.4880*P - 0.000188*P^2$ | 0.94 |
| 6 | $6.6847*P + 0.001680*P^2$ | 0.90 |
| 7 | $(-0.0334)*P + 0.0061*P^2$ | 0.98 |
| 8 | $1.9967*P + 0.003270*P^2$ | 0.98 |
| 9 | $7.0458*P - 0.002096*P^2$ | 0.97 |
| 10 | $6.8938*P + 0.000442*P^2$ | 0.95 |
| 11 | $3.7745*P + 0.004540*P^2$ | 0.98 |
| 12 | $2.4619*P + 0.006067*P^2$ | 0.96 |
| 13 | $10.7427*P - 0.001008*P^2$ | 0.97 |
| 14 | $1.5005*P + 0.002640*P^2$ | 0.95 |

| FACTOR C | | | % Superficie | Valor Ponderado |
|---|---|---|---|---|
| **USV** | **Factor C** | **Superficie** | | |
| Desprovisto de vegetación | 1 | 9.88407 | 0.099440648 | 0.099440648 |
| Bosque de encino pino | 0.01 | 84.653115 | 0.851669468 | 0.008516695 |
| VSA bosque de encino | 0.1 | 1.910233 | 0.019218278 | 0.001921828 |
| VSA pastizal natural | 0.07 | 2.95 | 0.029671606 | 0.002077012 |
| TOTAL | | 99.4 | 1 | 0.111956183 |

| FACTOR K |
|---|

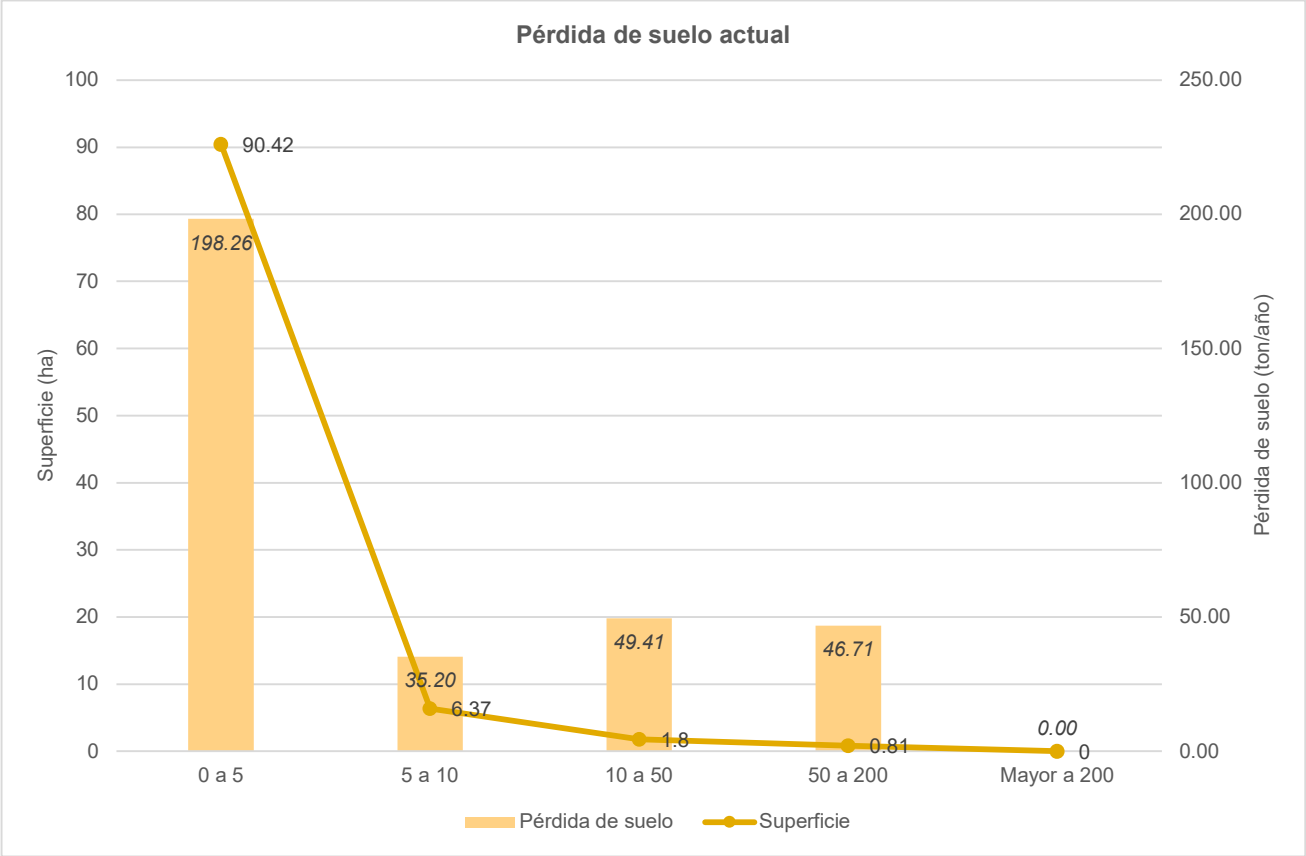
| Orden | Textura | | |
|---|---|---|---|
| | G | M | F |
| AC | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| AL | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| AN | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| AR | 0.013 | 0.02 | 0.007 |
| CH | 0.013 | 0.02 | 0.007 |
| CL | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| CM | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| DU | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| FL | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| FR | 0.013 | 0.02 | 0.007 |
| GL | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| GY | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| HS | 0.053 | 0.02 | 0.007 |
| KS | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| LP | 0.013 | 0.02 | 0.007 |
| LV | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| LX | 0.013 | 0.02 | 0.007 |
| NT | 0.013 | 0.02 | 0.007 |
| PH | 0.013 | 0.02 | 0.007 |
| PL | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| PT | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| RG | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| SC | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| SN | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| UM | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| VR | 0.053 | 0.079 | 0.026 |

| Tipo de suelo | Textura | Factor K | Superficie (ha) | % Superficie | Valor Ponderado |
|---|---|---|---|---|---|
| LP | 1 | 0.013 | 0.22 | 0.00221328 | 2.87726E-05 |
| LP | 2 | 0.02 | 25.18 | 0.25331992 | 0.005066398 |
| LV | 2 | 0.04 | 74 | 0.744466801 | 0.029778672 |
| **TOTAL** | | | 99.4 | 1 | **0.034873843** |

| FACTOR P | |
|---|---|
| P | 1 |

| PÉRDIDA DE SUELO HÍDRICA EN CONDICIONES ACTUALES | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Píxel | Pérdida de suelo (ton/ha/año) | Clasificación | Área (ha) | Pérdida de suelo (ton/año) |
| 1 | 0.17 | Incipiente | 6.33 | 1.08 |
| 2 | 1 | Incipiente | 19.15 | 19.15 |
| 3 | 2 | Incipiente | 28.49 | 56.98 |
| 4 | 3 | Incipiente | 24.75 | 74.25 |
| 5 | 4 | Incipiente | 11.7 | 46.80 |
| 6 | 5 | Ligera | 4.14 | 20.70 |
| 7 | 6 | Ligera | 1.62 | 9.72 |
| 8 | 7 | Ligera | 0.27 | 1.89 |
| 9 | 8 | Ligera | 0.17 | 1.36 |
| 10 | 9 | Ligera | 0.17 | 1.53 |
| 11 | 11 | Moderada | 0.09 | 0.99 |
| 12 | 13 | Moderada | 0.09 | 1.17 |
| 13 | 15 | Moderada | 0.18 | 2.70 |
| 14 | 16 | Moderada | 0.09 | 1.44 |
| 15 | 19 | Moderada | 0.09 | 1.71 |
| 16 | 21 | Moderada | 0.18 | 3.78 |
| 17 | 24 | Moderada | 0.09 | 2.16 |
| 18 | 26 | Moderada | 0.18 | 4.68 |
| 19 | 29 | Moderada | 0.09 | 2.61 |
| 20 | 30 | Moderada | 0.18 | 5.40 |
| 21 | 34 | Moderada | 0.09 | 3.06 |
| 22 | 41 | Moderada | 0.09 | 3.69 |
| 23 | 42 | Moderada | 0.18 | 7.56 |
| 24 | 46 | Moderada | 0.09 | 4.14 |
| 25 | 48 | Moderada | 0.09 | 4.32 |
| 26 | 50 | Alta | 0.09 | 4.50 |
| 27 | 53 | Alta | 0.27 | 14.31 |
| 28 | 59 | Alta | 0.18 | 10.62 |
| 29 | 61 | Alta | 0.09 | 5.49 |
| 30 | 62 | Alta | 0.09 | 5.58 |
| 31 | 69 | Alta | 0.09 | 6.21 |
| **Total** | | | **99.40** | **329.58** |

| RESUMEN | | | |
|---|---|---|---|
| Clasificación (ton/ha/año) | Tipo | Superficie (ha) | Pérdida (ton/año) |
| 0 a 5 | *Incipiente* | 90.42 | 198.26 |
| 5 a 10 | *Ligera* | 6.37 | 35.20 |
| 10 a 50 | *Moderada* | 1.8 | 49.41 |
| 50 a 200 | *Alta* | 0.81 | 46.71 |
| Mayor a 200 | *Muy alta* | 0 | 0.00 |
| **Total** | | **99.4** | **329.58** |



| PÉRDIDA DE SUELO HÍDRICA REMOVIDA LA VEGETACIÓN | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Píxel | Pérdida de suelo (ton/ha/año) | Clasificación | Área (ha) | Pérdida de suelo (ton/año) |
| 1 | 17 | Moderada | 1.39 | 23.63 |
| 2 | 33 | Moderada | 1.39 | 45.87 |
| 3 | 35 | Moderada | 0.09 | 3.15 |
| 4 | 46 | Moderada | 1.39 | 63.94 |
| 5 | 48 | Moderada | 0.39 | 18.72 |
| 6 | 51 | Alta | 4.18 | 213.18 |
| 7 | 57 | Alta | 0.09 | 5.13 |
| 8 | 58 | Alta | 0.09 | 5.22 |
| 9 | 61 | Alta | 0.29 | 17.69 |
| 10 | 68 | Alta | 0.09 | 6.12 |
| 11 | 71 | Alta | 0.09 | 6.39 |
| 12 | 72 | Alta | 0.09 | 6.48 |
| 13 | 73 | Alta | 0.09 | 6.57 |
| 14 | 75 | Alta | 0.09 | 6.75 |
| 15 | 78 | Alta | 0.09 | 7.02 |
| 16 | 79 | Alta | 0.09 | 7.11 |
| 17 | 80 | Alta | 0.09 | 7.2 |
| 18 | 83 | Alta | 0.19 | 15.77 |
| 19 | 87 | Alta | 0.09 | 7.83 |
| 20 | 88 | Alta | 0.09 | 7.92 |
| 21 | 94 | Alta | 0.09 | 8.46 |
| 22 | 95 | Alta | 0.18 | 17.1 |
| 23 | 96 | Alta | 0.18 | 17.28 |
| 24 | 97 | Alta | 0.09 | 8.73 |
| 25 | 98 | Alta | 0.27 | 26.46 |
| 26 | 99 | Alta | 0.27 | 26.73 |
| 27 | 100 | Alta | 0.27 | 27 |
| 28 | 102 | Alta | 0.18 | 18.36 |
| 29 | 103 | Alta | 0.09 | 9.27 |
| 30 | 104 | Alta | 0.18 | 18.72 |
| 31 | 106 | Alta | 0.09 | 9.54 |
| 32 | 107 | Alta | 0.18 | 19.26 |
| 33 | 108 | Alta | 0.27 | 29.16 |
| 34 | 109 | Alta | 0.36 | 39.24 |
| 35 | 110 | Alta | 0.18 | 19.8 |
| 36 | 111 | Alta | 0.18 | 19.98 |
| 37 | 113 | Alta | 0.27 | 30.51 |
| 38 | 114 | Alta | 0.18 | 20.52 |
| 39 | 115 | Alta | 0.36 | 41.4 |
| 40 | 117 | Alta | 0.18 | 21.06 |
| 41 | 119 | Alta | 0.09 | 10.71 |
| 42 | 120 | Alta | 0.18 | 21.6 |
| 43 | 121 | Alta | 0.09 | 10.89 |
| 44 | 122 | Alta | 0.27 | 32.94 |
| 45 | 123 | Alta | 0.09 | 11.07 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 46 | 124 | Alta | 0.27 | 33.48 |
| 47 | 125 | Alta | 0.09 | 11.25 |
| 48 | 127 | Alta | 0.18 | 22.86 |
| 49 | 129 | Alta | 0.36 | 46.44 |
| 50 | 130 | Alta | 0.36 | 46.8 |
| 51 | 131 | Alta | 0.18 | 23.58 |
| 52 | 133 | Alta | 0.18 | 23.94 |
| 53 | 135 | Alta | 0.27 | 36.45 |
| 54 | 136 | Alta | 0.18 | 24.48 |
| 55 | 137 | Alta | 0.27 | 36.99 |
| 56 | 138 | Alta | 0.09 | 12.42 |
| 57 | 139 | Alta | 0.36 | 50.04 |
| 58 | 140 | Alta | 0.27 | 37.8 |
| 59 | 141 | Alta | 0.18 | 25.38 |
| 60 | 142 | Alta | 0.45 | 63.9 |
| 61 | 143 | Alta | 0.18 | 25.74 |
| 62 | 144 | Alta | 0.18 | 25.92 |
| 63 | 146 | Alta | 0.18 | 26.28 |
| 64 | 148 | Alta | 0.45 | 66.6 |
| 65 | 149 | Alta | 0.18 | 26.82 |
| 66 | 150 | Alta | 0.27 | 40.5 |
| 67 | 151 | Alta | 0.09 | 13.59 |
| 68 | 152 | Alta | 0.27 | 41.04 |
| 69 | 153 | Alta | 0.09 | 13.77 |
| 70 | 155 | Alta | 0.09 | 13.95 |
| 71 | 156 | Alta | 0.09 | 14.04 |
| 72 | 157 | Alta | 0.63 | 98.91 |
| 73 | 158 | Alta | 0.09 | 14.22 |
| 74 | 159 | Alta | 0.09 | 14.31 |
| 75 | 160 | Alta | 0.09 | 14.4 |
| 76 | 161 | Alta | 0.18 | 28.98 |
| 77 | 162 | Alta | 0.09 | 14.58 |
| 78 | 163 | Alta | 0.36 | 58.68 |
| 79 | 164 | Alta | 0.09 | 14.76 |
| 80 | 166 | Alta | 0.36 | 59.76 |
| 81 | 167 | Alta | 0.27 | 45.09 |
| 82 | 168 | Alta | 0.27 | 45.36 |
| 83 | 169 | Alta | 0.45 | 76.05 |
| 84 | 170 | Alta | 0.27 | 45.9 |
| 85 | 171 | Alta | 0.27 | 46.17 |
| 86 | 172 | Alta | 0.36 | 61.92 |
| 87 | 173 | Alta | 0.09 | 15.57 |
| 88 | 174 | Alta | 0.36 | 62.64 |
| 89 | 175 | Alta | 0.45 | 78.75 |
| 90 | 176 | Alta | 0.09 | 15.84 |
| 91 | 177 | Alta | 0.18 | 31.86 |
| 92 | 178 | Alta | 0.27 | 48.06 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 93 | 179 | Alta | 0.18 | 32.22 |
| 94 | 180 | Alta | 0.27 | 48.6 |
| 95 | 182 | Alta | 0.36 | 65.52 |
| 96 | 184 | Alta | 0.45 | 82.8 |
| 97 | 185 | Alta | 0.36 | 66.6 |
| 98 | 186 | Alta | 0.18 | 33.48 |
| 99 | 187 | Alta | 0.09 | 16.83 |
| 100 | 188 | Alta | 0.27 | 50.76 |
| 101 | 189 | Alta | 0.27 | 51.03 |
| 102 | 190 | Alta | 0.09 | 17.1 |
| 103 | 191 | Alta | 0.45 | 85.95 |
| 104 | 192 | Alta | 0.18 | 34.56 |
| 105 | 193 | Alta | 0.27 | 52.11 |
| 106 | 194 | Alta | 0.45 | 87.3 |
| 107 | 195 | Alta | 0.18 | 35.1 |
| 108 | 196 | Alta | 0.27 | 52.92 |
| 109 | 197 | Alta | 0.54 | 106.38 |
| 110 | 199 | Alta | 0.09 | 17.91 |
| 111 | 200 | Muy alta | 0.18 | 36 |
| 112 | 201 | Muy alta | 0.27 | 54.27 |
| 113 | 202 | Muy alta | 0.09 | 18.18 |
| 114 | 203 | Muy alta | 0.18 | 36.54 |
| 115 | 205 | Muy alta | 0.36 | 73.8 |
| 116 | 206 | Muy alta | 0.36 | 74.16 |
| 117 | 207 | Muy alta | 0.09 | 18.63 |
| 118 | 208 | Muy alta | 0.45 | 93.6 |
| 119 | 209 | Muy alta | 0.36 | 75.24 |
| 120 | 210 | Muy alta | 0.18 | 37.8 |
| 121 | 211 | Muy alta | 0.18 | 37.98 |
| 122 | 212 | Muy alta | 0.27 | 57.24 |
| 123 | 213 | Muy alta | 0.18 | 38.34 |
| 124 | 214 | Muy alta | 0.45 | 96.3 |
| 125 | 217 | Muy alta | 0.36 | 78.12 |
| 126 | 218 | Muy alta | 0.18 | 39.24 |
| 127 | 219 | Muy alta | 0.18 | 39.42 |
| 128 | 220 | Muy alta | 0.27 | 59.4 |
| 129 | 221 | Muy alta | 0.27 | 59.67 |
| 130 | 222 | Muy alta | 0.27 | 59.94 |
| 131 | 223 | Muy alta | 0.45 | 100.35 |
| 132 | 225 | Muy alta | 0.18 | 40.5 |
| 133 | 226 | Muy alta | 0.09 | 20.34 |
| 134 | 227 | Muy alta | 0.27 | 61.29 |
| 135 | 228 | Muy alta | 0.18 | 41.04 |
| 136 | 229 | Muy alta | 0.72 | 164.88 |
| 137 | 231 | Muy alta | 0.27 | 62.37 |
| 138 | 232 | Muy alta | 0.09 | 20.88 |
| 139 | 233 | Muy alta | 0.18 | 41.94 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 140 | 234 | Muy alta | 0.18 | 42.12 |
| 141 | 235 | Muy alta | 0.9 | 211.5 |
| 142 | 236 | Muy alta | 0.45 | 106.2 |
| 143 | 237 | Muy alta | 0.18 | 42.66 |
| 144 | 238 | Muy alta | 0.09 | 21.42 |
| 145 | 239 | Muy alta | 0.09 | 21.51 |
| 146 | 240 | Muy alta | 0.09 | 21.6 |
| 147 | 241 | Muy alta | 0.27 | 65.07 |
| 148 | 242 | Muy alta | 0.36 | 87.12 |
| 149 | 243 | Muy alta | 0.18 | 43.74 |
| 150 | 244 | Muy alta | 0.72 | 175.68 |
| 151 | 245 | Muy alta | 0.72 | 176.4 |
| 152 | 246 | Muy alta | 0.54 | 132.84 |
| 153 | 247 | Muy alta | 0.36 | 88.92 |
| 154 | 248 | Muy alta | 0.18 | 44.64 |
| 155 | 249 | Muy alta | 0.27 | 67.23 |
| 156 | 251 | Muy alta | 0.09 | 22.59 |
| 157 | 252 | Muy alta | 0.36 | 90.72 |
| 158 | 253 | Muy alta | 0.18 | 45.54 |
| 159 | 254 | Muy alta | 0.18 | 45.72 |
| 160 | 255 | Muy alta | 0.18 | 45.9 |
| 161 | 256 | Muy alta | 0.45 | 115.2 |
| 162 | 257 | Muy alta | 0.09 | 23.13 |
| 163 | 258 | Muy alta | 0.18 | 46.44 |
| 164 | 259 | Muy alta | 0.36 | 93.24 |
| 165 | 260 | Muy alta | 0.27 | 70.2 |
| 166 | 261 | Muy alta | 0.27 | 70.47 |
| 167 | 262 | Muy alta | 0.18 | 47.16 |
| 168 | 263 | Muy alta | 0.18 | 47.34 |
| 169 | 264 | Muy alta | 0.09 | 23.76 |
| 170 | 265 | Muy alta | 0.09 | 23.85 |
| 171 | 266 | Muy alta | 0.18 | 47.88 |
| 172 | 267 | Muy alta | 0.27 | 72.09 |
| 173 | 268 | Muy alta | 0.54 | 144.72 |
| 174 | 269 | Muy alta | 0.27 | 72.63 |
| 175 | 270 | Muy alta | 0.09 | 24.3 |
| 176 | 271 | Muy alta | 0.09 | 24.39 |
| 177 | 272 | Muy alta | 0.09 | 24.48 |
| 178 | 273 | Muy alta | 0.27 | 73.71 |
| 179 | 274 | Muy alta | 0.18 | 49.32 |
| 180 | 275 | Muy alta | 0.09 | 24.75 |
| 181 | 276 | Muy alta | 0.18 | 49.68 |
| 182 | 277 | Muy alta | 0.18 | 49.86 |
| 183 | 278 | Muy alta | 0.18 | 50.04 |
| 184 | 279 | Muy alta | 0.27 | 75.33 |
| 185 | 280 | Muy alta | 0.18 | 50.4 |
| 186 | 281 | Muy alta | 0.36 | 101.16 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 187 | 282 | Muy alta | 0.36 | 101.52 |
| 188 | 283 | Muy alta | 0.27 | 76.41 |
| 189 | 284 | Muy alta | 0.45 | 127.8 |
| 190 | 285 | Muy alta | 0.09 | 25.65 |
| 191 | 286 | Muy alta | 0.54 | 154.44 |
| 192 | 287 | Muy alta | 0.09 | 25.83 |
| 193 | 289 | Muy alta | 0.09 | 26.01 |
| 194 | 290 | Muy alta | 0.54 | 156.6 |
| 195 | 291 | Muy alta | 0.09 | 26.19 |
| 196 | 292 | Muy alta | 0.09 | 26.28 |
| 197 | 293 | Muy alta | 0.09 | 26.37 |
| 198 | 294 | Muy alta | 0.54 | 158.76 |
| 199 | 295 | Muy alta | 0.18 | 53.1 |
| 200 | 296 | Muy alta | 0.27 | 79.92 |
| 201 | 297 | Muy alta | 0.09 | 26.73 |
| 202 | 298 | Muy alta | 0.27 | 80.46 |
| 203 | 299 | Muy alta | 0.27 | 80.73 |
| 204 | 300 | Muy alta | 0.72 | 216 |
| 205 | 301 | Muy alta | 0.27 | 81.27 |
| 206 | 302 | Muy alta | 0.27 | 81.54 |
| 207 | 303 | Muy alta | 0.63 | 190.89 |
| 208 | 304 | Muy alta | 0.27 | 82.08 |
| 209 | 306 | Muy alta | 0.54 | 165.24 |
| 210 | 307 | Muy alta | 0.18 | 55.26 |
| 211 | 308 | Muy alta | 0.54 | 166.32 |
| 212 | 309 | Muy alta | 0.18 | 55.62 |
| 213 | 310 | Muy alta | 0.18 | 55.8 |
| 214 | 311 | Muy alta | 0.45 | 139.95 |
| 215 | 312 | Muy alta | 0.27 | 84.24 |
| 216 | 313 | Muy alta | 0.36 | 112.68 |
| 217 | 314 | Muy alta | 0.18 | 56.52 |
| 218 | 315 | Muy alta | 0.45 | 141.75 |
| 219 | 316 | Muy alta | 0.27 | 85.32 |
| 220 | 317 | Muy alta | 0.36 | 114.12 |
| 221 | 318 | Muy alta | 0.18 | 57.24 |
| 222 | 319 | Muy alta | 0.45 | 143.55 |
| 223 | 320 | Muy alta | 0.18 | 57.6 |
| 224 | 321 | Muy alta | 0.09 | 28.89 |
| 225 | 322 | Muy alta | 0.18 | 57.96 |
| 226 | 323 | Muy alta | 0.09 | 29.07 |
| 227 | 324 | Muy alta | 0.27 | 87.48 |
| 228 | 325 | Muy alta | 0.09 | 29.25 |
| 229 | 326 | Muy alta | 0.54 | 176.04 |
| 230 | 327 | Muy alta | 0.36 | 117.72 |
| 231 | 329 | Muy alta | 0.09 | 29.61 |
| 232 | 330 | Muy alta | 0.27 | 89.1 |
| 233 | 331 | Muy alta | 0.45 | 148.95 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 234 | 332 | Muy alta | 0.27 | 89.64 |
| 235 | 333 | Muy alta | 0.54 | 179.82 |
| 236 | 334 | Muy alta | 0.18 | 60.12 |
| 237 | 335 | Muy alta | 0.45 | 150.75 |
| 238 | 336 | Muy alta | 0.54 | 181.44 |
| 239 | 337 | Muy alta | 0.18 | 60.66 |
| 240 | 338 | Muy alta | 0.18 | 60.84 |
| 241 | 339 | Muy alta | 0.27 | 91.53 |
| 242 | 340 | Muy alta | 0.18 | 61.2 |
| 243 | 341 | Muy alta | 0.18 | 61.38 |
| 244 | 342 | Muy alta | 0.18 | 61.56 |
| 245 | 343 | Muy alta | 0.18 | 61.74 |
| 246 | 344 | Muy alta | 0.18 | 61.92 |
| 247 | 345 | Muy alta | 0.45 | 155.25 |
| 248 | 346 | Muy alta | 0.18 | 62.28 |
| 249 | 347 | Muy alta | 0.27 | 93.69 |
| 250 | 348 | Muy alta | 0.45 | 156.6 |
| 251 | 349 | Muy alta | 0.18 | 62.82 |
| 252 | 350 | Muy alta | 0.09 | 31.5 |
| 253 | 351 | Muy alta | 0.18 | 63.18 |
| 254 | 352 | Muy alta | 0.18 | 63.36 |
| 255 | 353 | Muy alta | 0.09 | 31.77 |
| 256 | 354 | Muy alta | 0.09 | 31.86 |
| 257 | 355 | Muy alta | 0.18 | 63.9 |
| 258 | 356 | Muy alta | 0.09 | 32.04 |
| 259 | 357 | Muy alta | 0.27 | 96.39 |
| 260 | 358 | Muy alta | 0.18 | 64.44 |
| 261 | 359 | Muy alta | 0.09 | 32.31 |
| 262 | 360 | Muy alta | 0.18 | 64.8 |
| 263 | 361 | Muy alta | 0.27 | 97.47 |
| 264 | 362 | Muy alta | 0.09 | 32.58 |
| 265 | 363 | Muy alta | 0.09 | 32.67 |
| 266 | 364 | Muy alta | 0.18 | 65.52 |
| 267 | 365 | Muy alta | 0.36 | 131.4 |
| 268 | 366 | Muy alta | 0.27 | 98.82 |
| 269 | 367 | Muy alta | 0.54 | 198.18 |
| 270 | 368 | Muy alta | 0.81 | 298.08 |
| 271 | 369 | Muy alta | 0.63 | 232.47 |
| 272 | 370 | Muy alta | 0.27 | 99.9 |
| 273 | 371 | Muy alta | 0.27 | 100.17 |
| 274 | 372 | Muy alta | 0.09 | 33.48 |
| 275 | 373 | Muy alta | 0.18 | 67.14 |
| 276 | 374 | Muy alta | 0.18 | 67.32 |
| 277 | 375 | Muy alta | 0.36 | 135 |
| 278 | 376 | Muy alta | 0.18 | 67.68 |
| 279 | 377 | Muy alta | 0.18 | 67.86 |
| 280 | 378 | Muy alta | 0.36 | 136.08 |

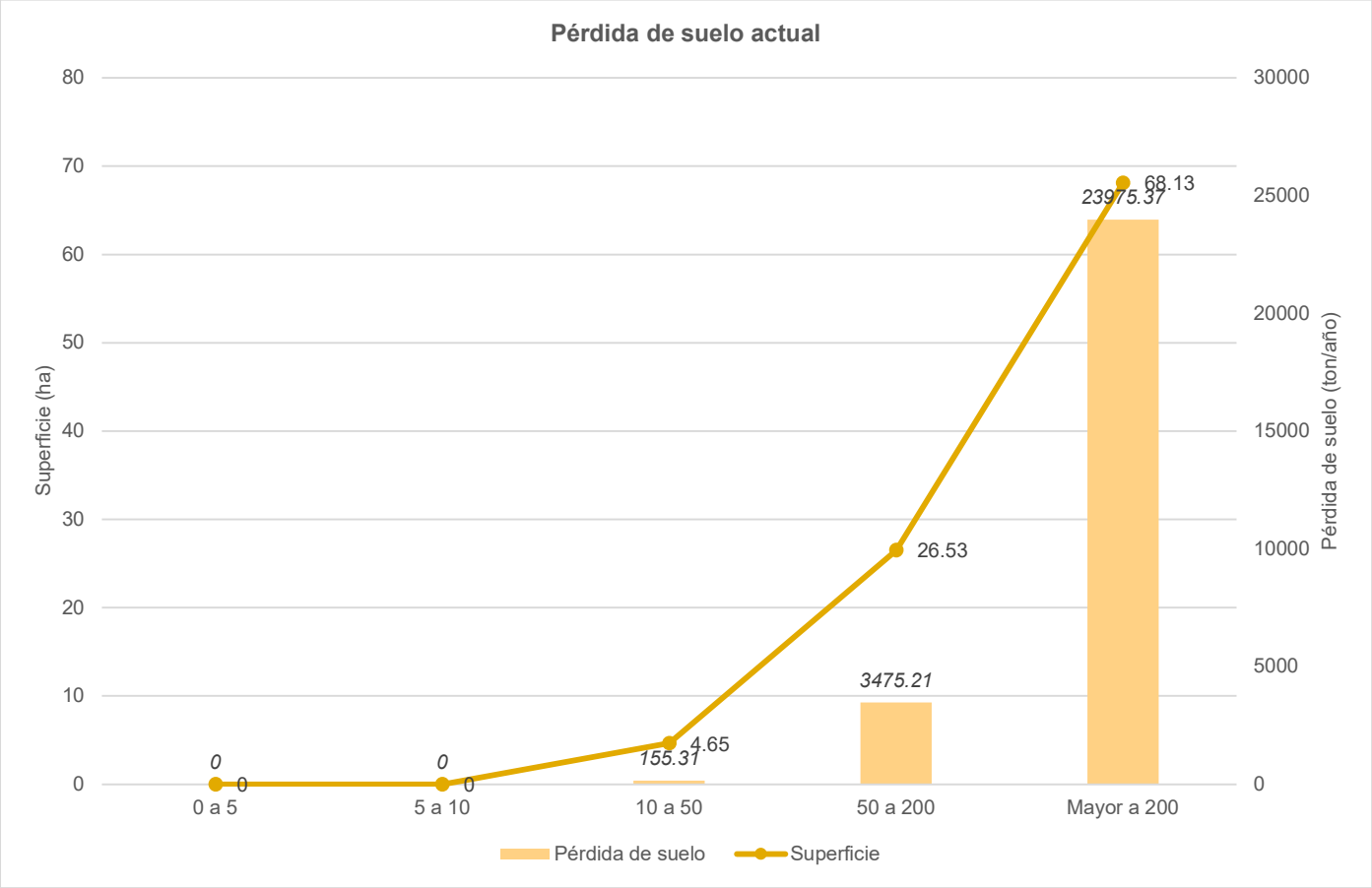
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 281 | 379 | Muy alta | 0.27 | 102.33 |
| 282 | 380 | Muy alta | 0.27 | 102.6 |
| 283 | 381 | Muy alta | 0.09 | 34.29 |
| 284 | 382 | Muy alta | 0.54 | 206.28 |
| 285 | 383 | Muy alta | 0.27 | 103.41 |
| 286 | 385 | Muy alta | 0.09 | 34.65 |
| 287 | 386 | Muy alta | 0.18 | 69.48 |
| 288 | 387 | Muy alta | 0.18 | 69.66 |
| 289 | 388 | Muy alta | 0.09 | 34.92 |
| 290 | 389 | Muy alta | 0.27 | 105.03 |
| 291 | 390 | Muy alta | 0.36 | 140.4 |
| 292 | 392 | Muy alta | 0.18 | 70.56 |
| 293 | 393 | Muy alta | 0.18 | 70.74 |
| 294 | 394 | Muy alta | 0.27 | 106.38 |
| 295 | 395 | Muy alta | 0.09 | 35.55 |
| 296 | 396 | Muy alta | 0.09 | 35.64 |
| 297 | 397 | Muy alta | 0.18 | 71.46 |
| 298 | 399 | Muy alta | 0.09 | 35.91 |
| 299 | 400 | Muy alta | 0.36 | 144 |
| 300 | 401 | Muy alta | 0.18 | 72.18 |
| 301 | 402 | Muy alta | 0.09 | 36.18 |
| 302 | 403 | Muy alta | 0.18 | 72.54 |
| 303 | 404 | Muy alta | 0.18 | 72.72 |
| 304 | 405 | Muy alta | 0.09 | 36.45 |
| 305 | 406 | Muy alta | 0.27 | 109.62 |
| 306 | 407 | Muy alta | 0.18 | 73.26 |
| 307 | 408 | Muy alta | 0.09 | 36.72 |
| 308 | 409 | Muy alta | 0.18 | 73.62 |
| 309 | 410 | Muy alta | 0.18 | 73.8 |
| 310 | 411 | Muy alta | 0.09 | 36.99 |
| 311 | 412 | Muy alta | 0.18 | 74.16 |
| 312 | 414 | Muy alta | 0.18 | 74.52 |
| 313 | 415 | Muy alta | 0.09 | 37.35 |
| 314 | 417 | Muy alta | 0.27 | 112.59 |
| 315 | 418 | Muy alta | 0.27 | 112.86 |
| 316 | 419 | Muy alta | 0.09 | 37.71 |
| 317 | 420 | Muy alta | 0.36 | 151.2 |
| 318 | 421 | Muy alta | 0.18 | 75.78 |
| 319 | 422 | Muy alta | 0.18 | 75.96 |
| 320 | 423 | Muy alta | 0.18 | 76.14 |
| 321 | 425 | Muy alta | 0.18 | 76.5 |
| 322 | 427 | Muy alta | 0.18 | 76.86 |
| 323 | 428 | Muy alta | 0.45 | 192.6 |
| 324 | 429 | Muy alta | 0.09 | 38.61 |
| 325 | 430 | Muy alta | 0.09 | 38.7 |
| 326 | 431 | Muy alta | 0.09 | 38.79 |
| 327 | 432 | Muy alta | 0.18 | 77.76 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 328 | 433 | Muy alta | 0.09 | 38.97 |
| 329 | 434 | Muy alta | 0.18 | 78.12 |
| 330 | 435 | Muy alta | 0.18 | 78.3 |
| 331 | 436 | Muy alta | 0.27 | 117.72 |
| 332 | 437 | Muy alta | 0.09 | 39.33 |
| 333 | 438 | Muy alta | 0.18 | 78.84 |
| 334 | 440 | Muy alta | 0.09 | 39.6 |
| 335 | 441 | Muy alta | 0.36 | 158.76 |
| 336 | 443 | Muy alta | 0.18 | 79.74 |
| 337 | 447 | Muy alta | 0.09 | 40.23 |
| 338 | 448 | Muy alta | 0.18 | 80.64 |
| 339 | 449 | Muy alta | 0.09 | 40.41 |
| 340 | 450 | Muy alta | 0.09 | 40.5 |
| 341 | 451 | Muy alta | 0.09 | 40.59 |
| 342 | 452 | Muy alta | 0.09 | 40.68 |
| 343 | 453 | Muy alta | 0.18 | 81.54 |
| 344 | 454 | Muy alta | 0.27 | 122.58 |
| 345 | 455 | Muy alta | 0.18 | 81.9 |
| 346 | 456 | Muy alta | 0.27 | 123.12 |
| 347 | 457 | Muy alta | 0.09 | 41.13 |
| 348 | 458 | Muy alta | 0.09 | 41.22 |
| 349 | 459 | Muy alta | 0.09 | 41.31 |
| 350 | 461 | Muy alta | 0.36 | 165.96 |
| 351 | 462 | Muy alta | 0.18 | 83.16 |
| 352 | 463 | Muy alta | 0.18 | 83.34 |
| 353 | 464 | Muy alta | 0.18 | 83.52 |
| 354 | 466 | Muy alta | 0.09 | 41.94 |
| 355 | 467 | Muy alta | 0.09 | 42.03 |
| 356 | 468 | Muy alta | 0.27 | 126.36 |
| 357 | 471 | Muy alta | 0.09 | 42.39 |
| 358 | 472 | Muy alta | 0.27 | 127.44 |
| 359 | 474 | Muy alta | 0.09 | 42.66 |
| 360 | 476 | Muy alta | 0.18 | 85.68 |
| 361 | 477 | Muy alta | 0.09 | 42.93 |
| 362 | 479 | Muy alta | 0.09 | 43.11 |
| 363 | 480 | Muy alta | 0.09 | 43.2 |
| 364 | 483 | Muy alta | 0.09 | 43.47 |
| 365 | 485 | Muy alta | 0.18 | 87.3 |
| 366 | 488 | Muy alta | 0.09 | 43.92 |
| 367 | 489 | Muy alta | 0.18 | 88.02 |
| 368 | 490 | Muy alta | 0.09 | 44.1 |
| 369 | 495 | Muy alta | 0.09 | 44.55 |
| 370 | 496 | Muy alta | 0.18 | 89.28 |
| 371 | 497 | Muy alta | 0.09 | 44.73 |
| 372 | 498 | Muy alta | 0.09 | 44.82 |
| 373 | 499 | Muy alta | 0.09 | 44.91 |
| 374 | 500 | Muy alta | 0.09 | 45 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 375 | 504 | Muy alta | 0.09 | 45.36 |
| 376 | 505 | Muy alta | 0.18 | 90.9 |
| 377 | 507 | Muy alta | 0.09 | 45.63 |
| 378 | 509 | Muy alta | 0.09 | 45.81 |
| 379 | 510 | Muy alta | 0.09 | 45.9 |
| 380 | 512 | Muy alta | 0.09 | 46.08 |
| 381 | 513 | Muy alta | 0.09 | 46.17 |
| 382 | 514 | Muy alta | 0.09 | 46.26 |
| 383 | 516 | Muy alta | 0.18 | 92.88 |
| 384 | 517 | Muy alta | 0.09 | 46.53 |
| 385 | 521 | Muy alta | 0.09 | 46.89 |
| 386 | 522 | Muy alta | 0.18 | 93.96 |
| 387 | 523 | Muy alta | 0.18 | 94.14 |
| 388 | 524 | Muy alta | 0.09 | 47.16 |
| 389 | 528 | Muy alta | 0.09 | 47.52 |
| 390 | 530 | Muy alta | 0.09 | 47.7 |
| 391 | 531 | Muy alta | 0.18 | 95.58 |
| 392 | 532 | Muy alta | 0.09 | 47.88 |
| 393 | 533 | Muy alta | 0.09 | 47.97 |
| 394 | 535 | Muy alta | 0.18 | 96.3 |
| 395 | 536 | Muy alta | 0.18 | 96.48 |
| 396 | 537 | Muy alta | 0.09 | 48.33 |
| 397 | 539 | Muy alta | 0.18 | 97.02 |
| 398 | 540 | Muy alta | 0.09 | 48.6 |
| 399 | 542 | Muy alta | 0.09 | 48.78 |
| 400 | 545 | Muy alta | 0.09 | 49.05 |
| 401 | 547 | Muy alta | 0.18 | 98.46 |
| 402 | 550 | Muy alta | 0.18 | 99 |
| 403 | 553 | Muy alta | 0.09 | 49.77 |
| 404 | 555 | Muy alta | 0.18 | 99.9 |
| 405 | 569 | Muy alta | 0.09 | 51.21 |
| 406 | 571 | Muy alta | 0.09 | 51.39 |
| 407 | 574 | Muy alta | 0.09 | 51.66 |
| 408 | 578 | Muy alta | 0.09 | 52.02 |
| 409 | 580 | Muy alta | 0.09 | 52.2 |
| 410 | 584 | Muy alta | 0.09 | 52.56 |
| 411 | 587 | Muy alta | 0.09 | 52.83 |
| 412 | 588 | Muy alta | 0.09 | 52.92 |
| 413 | 596 | Muy alta | 0.09 | 53.64 |
| 414 | 597 | Muy alta | 0.09 | 53.73 |
| 415 | 606 | Muy alta | 0.09 | 54.54 |
| 416 | 607 | Muy alta | 0.18 | 109.26 |
| 417 | 608 | Muy alta | 0.18 | 109.44 |
| 418 | 610 | Muy alta | 0.09 | 54.9 |
| 419 | 614 | Muy alta | 0.09 | 55.26 |
| 420 | 618 | Muy alta | 0.09 | 55.62 |
| 421 | 627 | Muy alta | 0.09 | 56.43 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 422 | 629 | Muy alta | 0.09 | 56.61 |
| 423 | 636 | Muy alta | 0.09 | 57.24 |
| 424 | 648 | Muy alta | 0.09 | 58.32 |
| 425 | 652 | Muy alta | 0.09 | 58.68 |
| 426 | 654 | Muy alta | 0.09 | 58.86 |
| 427 | 671 | Muy alta | 0.09 | 60.39 |
| 428 | 672 | Muy alta | 0.09 | 60.48 |
| 429 | 675 | Muy alta | 0.09 | 60.75 |
| 430 | 680 | Muy alta | 0.09 | 61.2 |
| 431 | 694 | Muy alta | 0.09 | 62.46 |
| 432 | 696 | Muy alta | 0.09 | 62.64 |
| 433 | 699 | Muy alta | 0.09 | 62.91 |
| 434 | 713 | Muy alta | 0.18 | 128.34 |
| 435 | 816 | Muy alta | 0.09 | 73.44 |
| 436 | 826 | Muy alta | 0.09 | 74.34 |
| 437 | 962 | #¡REF! | 0.09 | 86.58 |
| **Total** | | | **99.4** | **27692.47** |

| RESUMEN | | | |
|---|---|---|---|
| Clasificación | Tipo | Superficie (ha) | Pérdida (ton/año) |
| 0 a 5 | *Incipiente* | 0 | 0 |
| 5 a 10 | *Ligera* | 0 | 0 |
| 10 a 50 | *Moderada* | 4.65 | 155.31 |
| 50 a 200 | *Alta* | 26.53 | 3475.21 |
| Mayor a 200 | *Muy alta* | 68.13 | 23975.37 |
| **Total** | | **99.31** | **27605.89** |



| IAVIE |
|---|

**PECRE**

$$PECRE = 0.2408\ (precipitación) - 0.0000372\ (precipitación)^2 - 33.1019$$

| | |
|---|---|
| P | 515.53 |
| F1 | 124.14 |
| F2 | 9.89 |
| F3 | 33.1019 |
| **PECRE** | **81.15** |

| IAVIE |
|---|

$$IAVIE = 160.8252 - 0.7660\ (PECRE)$$

| | |
|---|---|
| F1 | 160.8252 |
| F2 | 62.1617 |
| **IAVIE** | **98.66** |

| CATEX | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Clave WRB** | **Textura** | **Superficie (ha)** | **Fase física** | **CATEX** | **% Superficie** | **CATEX PONDERADO** |
| LP | 1 | 0.22 | R | 1.75 | 0.0022 | 0.004 |
| LP | 2 | 25.18 | r | 0.62 | 0.2533 | 0.157 |
| LV | 2 | 74.00 | R | 0.87 | 0.7445 | 0.648 |
| **Total** | | **99.40** | **-** | **-** | **1** | **0.809** |
| **CATEX total** | | | | | | **0.81** |

| CAUSO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **USV** | **Valor del causo** | **Superficie (ha)** | **% Superficie** | **CAUSO PONDERADO** |
| Desprovisto de vegetación | 0.4 | 9.88 | 0.10 | 0.04 |
| Bosque de encino pino | 0.2 | 84.65 | 0.85 | 0.17 |
| VSA bosque de encino | 0.2 | 1.91 | 0.02 | 0.004 |
| Vsa Pastizal natural | 0.12 | 2.95 | 0.03 | 0.004 |
| **Total** | | **99.40** | **1.00** | **0.207** |
| **CAUSO total** | | | | **0.21** |

## EROSIÓN EÓLICA

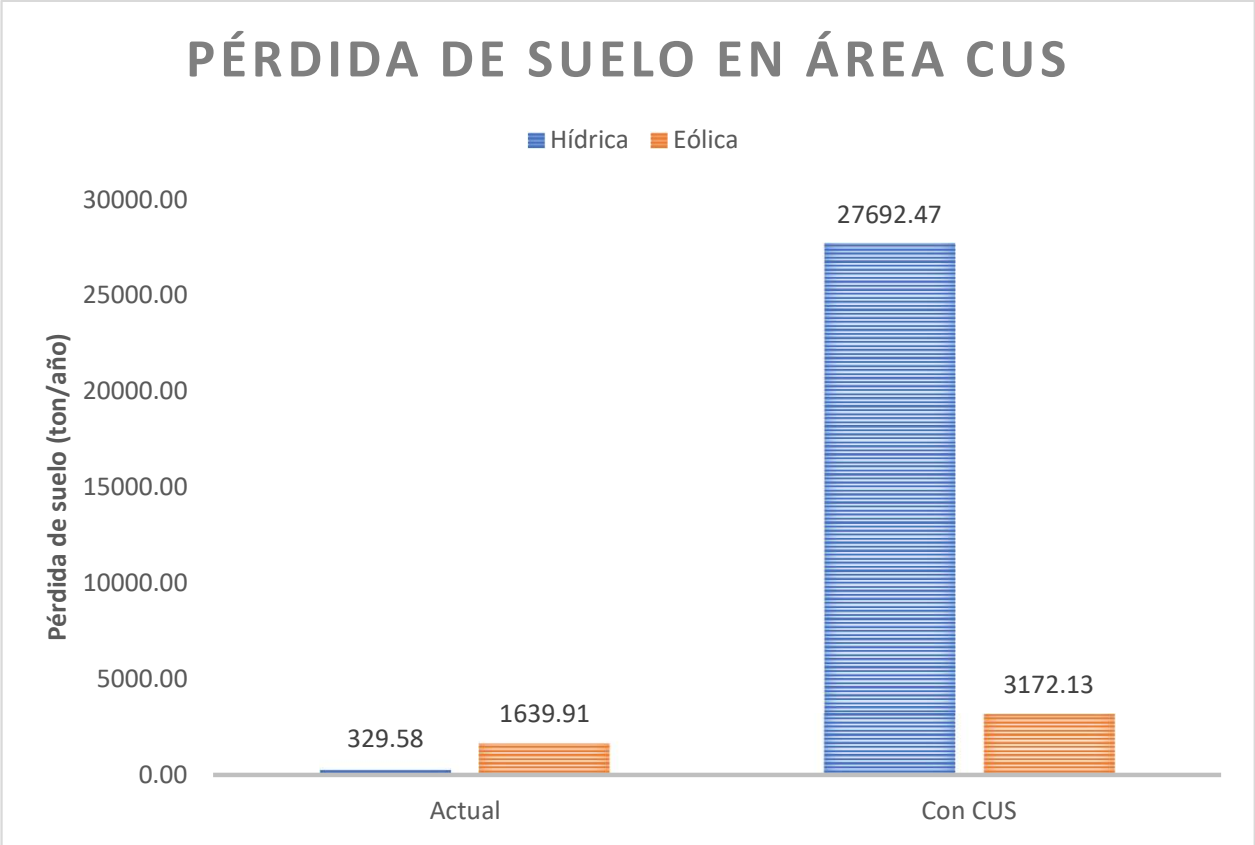
$$Erosión\ eólica = IAVE * CATEX * CAUSO$$

| PÉRDIDA DE SUELO EÓLICA EN CONDICIONES ACTUALES | | |
|---|---|---|
| IAVE | 98.66 | |
| CATEX | 0.81 | |
| CAUSO | 0.21 | |
| **EROSIÓN** | **16.50** | ton/año/ha |
| SUPERFICIE | 99.40 | ha |
| **EROSIÓN** | **1639.91** | **ton/año** |

| PÉRDIDA DE SUELO EÓLICA CON CUSTF | | |
|---|---|---|
| IAVE | 98.66 | |
| CATEX | 0.81 | |
| CAUSO | 0.40 | |
| **EROSIÓN** | **31.91** | ton/año/ha |
| SUPERFICIE | 99.40 | ha |
| **EROSIÓN** | **3172.13** | **ton/año** |

| ESCENARIO | HÍDRICA | EÓLICA | TOTAL |
|---|---|---|---|
| **Actual** | 329.58 | 1639.91 | 1969.49 |
| **Con CUS** | 27692.47 | 3172.13 | 30864.60 |
| TOTAL | 28022.05 | 4812.04 | **28895.11** |

| | | |
|---|---|---|
| **SUELO A RECUPERAR** | **=** | **28,895.11 ton/año** |



# CÁLCULOS DE LA RECUPERACIÓN DE SUELO

## MEDIDA 1. REUBICACIÓN DE VEGETACIÓN

**Cálculo de la recuperación de suelo con la reubicación de vegetación de 11,000 plantas en 10.0 ha**

| FACTOR R | |
|---|---|
| **Precipitación** | **Factor R** |
| 515.53 | 2351.80 |

Dado que el SP se localiza dentro de la región 3 de la Regionalización nacional del Factor R (Becerra, 1997), se utiliza la ecuación 3 para calcular el factor R para cada estación meteorológica
**$3.6752*P + 0.001720*P^2$**




| Región | Ecuación | $R^2$ |
|---|---|---|
| 1 | $1.2078*P + 0.002276*P^2$ | 0.92 |
| 2 | $3.4555*P + 0.006470*P^2$ | 0.93 |
| 3 | $3.6752*P - 0.001720*P^2$ | 0.94 |
| 4 | $2.8959*P + 0.002983*P^2$ | 0.92 |
| 5 | $3.4880*P - 0.000188*P^2$ | 0.94 |
| 6 | $6.6847*P + 0.001680*P^2$ | 0.90 |
| 7 | $(-0.0334)*P + 0.0061*P^2$ | 0.98 |
| 8 | $1.9967*P + 0.003270*P^2$ | 0.98 |
| 9 | $7.0458*P - 0.002096*P^2$ | 0.97 |
| 10 | $6.8938*P + 0.000442*P^2$ | 0.95 |
| 11 | $3.7745*P + 0.004540*P^2$ | 0.98 |
| 12 | $2.4619*P + 0.006067*P^2$ | 0.96 |
| 13 | $10.7427*P - 0.001008*P^2$ | 0.97 |
| 14 | $1.5005*P + 0.002640*P^2$ | 0.95 |

| FACTOR C | | | % Superficie | Valor Ponderado |
|---|---|---|---|---|
| **USV** | **Factor C** | **Superficie** | | |
| Desprovisto de vegetación | 1 | 9.88407 | 0.099440648 | 0.099440648 |
| Bosque de encino pino | 0.01 | 84.653115 | 0.851669468 | 0.008516695 |
| VSA bosque de encino | 0.1 | 1.910233 | 0.019218278 | 0.001921828 |
| VSA pastizal natural | 0.07 | 2.95 | 0.029671606 | 0.002077012 |
| **Total** | | **99.4** | **1** | **0.111956183** |

## FACTOR K

| Orden | Textura | | |
|---|---|---|---|
| | G | M | F |
| AC | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| AL | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| AN | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| AR | 0.013 | 0.02 | 0.007 |
| CH | 0.013 | 0.02 | 0.007 |
| CL | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| CM | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| DU | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| FL | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| FR | 0.013 | 0.02 | 0.007 |
| GL | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| GY | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| HS | 0.053 | 0.02 | 0.007 |
| KS | 0.026 | [illegible] | 0.013 |
| LP | 0.013 | 0.02 | 0.007 |
| LV | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| LX | 0.013 | [illegible] | 0.007 |
| NT | 0.013 | 0.02 | 0.007 |
| PH | 0.013 | 0.02 | 0.007 |
| PL | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| PT | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| RG | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| SC | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| SN | 0.053 | 0.079 | 0.026 |
| UM | 0.026 | 0.04 | 0.013 |
| VR | 0.053 | 0.079 | 0.026 |

| Tipo de suelo | Textura | Factor K | Superficie (ha) | % Superficie |
|---|---|---|---|---|
| LP | 1 | 0.013 | 0.22 | 0.00221328 |
| LP | 2 | 0.02 | 25.18 | 0.25331992 |
| LV | 2 | 0.04 | 74 | 0.744466801 |
| **TOTAL** | | | **99.4** | **1** |

| FACTOR P | |
|---|---|
| **P** | **1** |

**Individuos a reubicar**

| ID | Nombre común | Nombre científico | Criterio de selección | Total de individuos |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Nopal cardón | *Opuntia streptacantha* | Importancia económica | 1,295 |
| 2 | Nopal camueso | *Opuntia robusta* | Importancia económica | 2,250 |
| 3 | Palma pita | *Yucca filifera* | Importancia ecológica | 373 |
| 4 | Táscate | *Juniperus deppeana* | Importancia ecológica | 5,219 |
| 5 | Pino piñonero | *Pinus cembroides* | Importancia ecológica | 373 |
| 6 | Encino | *Quercus spp* | Importancia ecológica | 1,491 |
| | | **Total:** | | **11,000** |

Para el cálculo de la recuperación de suelo (hídrica y eólica) para las medidas de mitigación Reubicación, reforestación como compensación) tomamos como base las condiciones actuales

## MEDIDA 3. REFORESTACIÓN COMO COMPENSACIÓN 109,340 PLANTAS EN 99.4 ha

| INDIVIDUOS A REFORESTAR (COMPENSACIÓN) | | | |
|---|---|---|---|
| **Nombre común** | **Nombre científico** | **Proporción** | **Total de individuos** |
| Nopal cardón | Opuntia streptacantha | 12% | 13,324 |
| Nopal camueso | Opuntia robusta | 21% | 23,148 |
| Táscate | Juniperus deppeana | 49% | 53,692 |
| Pino piñonero | Pinus cembroides | 4% | 3,837 |
| Encino | Quercus ssp | 14% | 15,339 |
| | | **Total:** | **109,340** |

| SUELO QUE SE PIERDE POR LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO | | | |
|---|---|---|---|
| **ESCENARIO** | **HÍDRICA** | **EÓLICA** | **TOTAL** |
| Actual | 329.58 | 1639.91 | 1969.49 |
| CUSTF | 27692.47 | 3172.13 | 30864.60 |
| | | | **28895.11** |

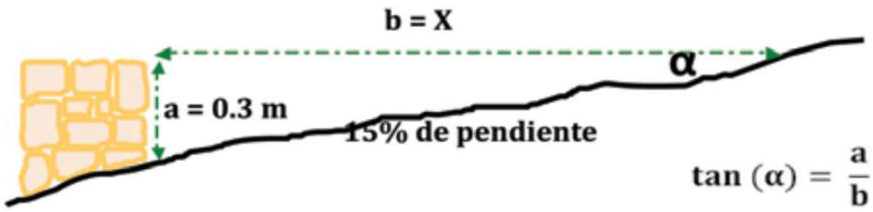
| Medida de Compensación | ID | Plantas | ha |
|---|---|---|---|
| Reubicación | M1 | 11000 | 10 |
| Reforestación | M2 | 109340 | 99.4 |

| RETENCIÓN DE SUELO | | |
|---|---|---|
| **RECUPERACIÓN EÓLICA DE SUELO (ton)** | **RECUPERACIÓN HÍDRICA DE SUELO (ton)** | **RETENCIÓN DE SUELO** |
| 33.1565493 | 164.98 | 198.14 |
| 329.5761 | 1639.91 | 1969.49 |
| **Total** | | **2167.63** |

## OBRAS DE CONSERVACIÓN DE SUELO

### MEDIDA 4.1 CALCULAR EN VOLUMEN DE RETENCIÓN CON BARRRERA DE PIEDRA ACOMODADA (7,000m)

A partir de la formula:




Sustituyendo el valor de la pendiente (15%) y el valor de "a".

$$0.15 = \frac{0.3\text{m}}{\text{b}}$$

Y despejando la fórmula par obtener el valor de "b"

$$\text{b} = \frac{0.3\ \text{m}}{0.15} = 2\text{m}$$

El área de la figura será: $\text{Densidad aparente} = \frac{\text{Peso}}{\text{Volumen}}$

Despejando: $\text{Área} = \frac{\text{b} \times \text{a}}{2} = \frac{2\text{m} \times 0.3\text{m}}{2} = \frac{0.6}{2} = 0.3\ \text{m}^2$

Sustituyendo los valores: $\text{Peso} = 1.4\ \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} \times 0.3\ \text{m}^3 = 0.42\ \text{ton}$

Por lo que 1 metro de barrera de piedra retiene 0.42 ton. de suelo

Metros de obra = $\frac{\text{ton suelo retenido}}{0.42\ \text{ton/m}}$

| metros de obra |
|---|
| 7000 |

Despejando:

| ton suelo retenido = metros de obra* 0.42 ton/m | 2940 |
|---|---|

## MEDIDA 4.2 PARA RETENCIÓN DE SUELO CON CORDÓN DE MATERIAL VEGETAL

La altura máxima de acododo del material vegetal será de 0.3 m

Que corresponde a un área de 0.3 m2 0.42 ton

| | | |
|---|---|---|
| **metros de cordon** | = | **56640** |
| **ton suelo retenido con cordon de material vegetal** | = | **23788.8** |

| SUELO QUE SE PIERDE POR LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO | | | |
|---|---|---|---|
| **ESCENARIO** | **HÍDRICA** | **EÓLICA** | **TOTAL** |
| Actual | 329.58 | 1639.91 | 1969.49 |
| CUSTF | 27692.47 | 3172.13 | 30864.60 |
| | | | **28895.11** |

### SUELO RECUPERADO CON LAS MEDIDAS DE COMPENSACIÓN

| Medida | Descripción | Suelo recuperado (ton) | |
|---|---|---|---|
| **M1** | **REUBICACIÓN O REPOSICIÓN (11,000 plantas en 10 ha)** | **198.14** | |
| **M3** | **REFORESTACIÓN COMO COMPENSACIÓN (109,340 plantas en 99.4 ha)** | **1969.49** | |
| **M4.1** | **BARRERA DE PIEDRA (7000 metros)** | **2940** | |
| **M4.2** | **CORDON DE MATERIAL VEGETAL (56640 metros)** | **23788.8** | |
| **TOTAL** | | **28896.43** | **ton** |

| Suelo recuperado (ton) | > | Suelo que se pierde (ton) |
|---|---|---|
| **28896.43** | **>** | **28895.11** |